

Perfectus STUDENT

1/2025



Bi želeli objaviti strokovni članek?
Iščemo pisce in recenzente za naslednjo številko.
Pišite nam na: zalozba.perfectus@gmail.com
www.andrejaspor.com

Kontakti revije

Založnik revije Perfectus STUDENT

Perfectus
Svetovanje in izobraževanje, dr. Andrej Raspor, s. p.
Dolga Poljana 57
5271 Vipava, SI Slovenija
E-pošta: zalozba.perfectus@gmail.com

Glavni urednik

Andrej Raspor

Odgovorni uredniki

Anton Vorina
Bojan Macuh
Darko Pirtovšek
Drago Papler

Uredniški odbor revije

Andrej Raspor
Bojan Macuh
Anton Vorina
Drago Papler
Darko Pirtovšek

Jezikovni pregled

Za jezikovno ustreznost in vsebino prispevkov so odgovorni avtorice in avtorji, ki odgovarjajo tudi za morebitne kršitve avtorskih pravic.

Fotografije

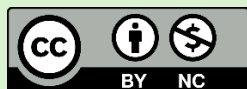
Slika na naslovni strani: Image by storyset on Freepik
Slika na hrbtni strani: Image by storyset on Freepik

Arhiv revij Perfectus STUDENT

<https://www.andrejaspor.com/index.php/sl/nase-storitve/zaloznistvo/perfectus-student>

2023 -

Mednarodna standardna serijska številka
(on line) ISSN 3024-0018



To delo je licencirano pod (CC BY-NC 4.0)

Perfectus STUDENT

Področje in opis revije

Revija Perfectus STUDENT je interdisciplinarna strokovna revija, ki objavlja prispevke študentov družboslovja. Vsebina ni omejena, ampak smo za vaše predloge odprti. Še posebej želimo objavljati prispevke, ki obravnavajo nove in aktualne teme in predstavljajo dosežke v razvoju ter njihovo uvajanje in uporabo v praksi. Vsled tega objavljamo tudi tematske številke.

Pogostost izhajanja

Revija Perfectus STUDENT izhaja dvakrat letno.

Politika za prosti dostop

Revija Perfectus STUDENT zagotavlja sprotni odprti dostop do vsebine v skladu z definicijo odprtega dostopa na podlagi načela, da prosti dostop do raziskav javnosti podpira večjo globalno izmenjavo znanja.

Navodila avtorjem

V reviji Perfectus STUDENT objavljamo strokovne članke, rezultate raziskovalnega dela študentov. Prispevki so napisani v slovenskem jeziku. Avtorji so odgovorni za ustrezen pravopis in vse morebitne kršitve avtorskih pravic. Prispevki niso honorirani.

Besedilo naj bo oblikovano po navodilih (interesenti nam pišite, da vam posredujemo predlogo z bolj podrobnimi navodili). Na začetku prispevka, takoj za naslovom naj bo povzetek dolžine 3–5 vrstic z do 4 ključnimi besedami. Obseg članka naj bo 4 – 12 strani. V primeru daljših tekstov si uredništvo pridržuje pravico, da besedilo krajša.

Predložite tudi kratek strokovni življenjepis vsakega od avtorjev (2–3 vrstice). Članki morajo biti pred objavo lektorirani. Ne uporabljajte opomb v besedilu. Eventualne opombe, ki naj bodo kratke, navedite na dnu besedila skupaj z literaturo. Seznam citirane literature oblikujte po APA-standardu.

Predložene prispevke pregledata in ocenita najmanj dva recenzenta. Na osnovi mnenj in predlogov recenzentov uredniški odbor ali urednik sprejmeta prispevek, zahtevata manjše ali večje popravke in dopolnitve ali ga zavrne. Če urednik oziroma recenzenti predlagajo večje popravke, se dopolnjeni prispevek praviloma pošlje v ponovno recenzijo.

Podrobna navodila se nahajajo na <https://www.andrejaspor.com/index.php/sl/nase-storitve/zaloznistvo/perfectus-student>

Iz tekoče vsebine**stran**

<i>ANDREJ RASPOR</i>	6
UMETNA INTELIGENCA V LOGISTIKI: PRIHODNOST JE TUKAJ	6
<i>BLAŽ ŠLAJPAH</i>	7
UMETNA INTELIGENCA V LOGISTIKI: PREOBRAZBA INDUSTRIJE	7
Uvod	7
Odgovor na raziskovalno vprašanje	8
Zaključek	9
<i>ALJA PEČOVNIK</i>	10
POVEČANJE HITROSTI IN ZANESLJIVOSTI DOSTAV Z UMETNO INTELIGENCO	10
Uvod	10
Dostava z umetno inteligenco	10
Povečanje hitrosti dostav s pomočjo umetne inteligence	11
Povečanje zanesljivosti dostav	11
Amazon in umetna inteligenca v logistiki	11
Umetna inteligenca v dostavi hrane	12
Samo vozeča vozila in droni	12
Izzivi in omejitve pri uporabi umetne inteligence v dostavnih storitvah	12
Priložnosti za prihodnost dostav z umetno inteligenco	13
Zmanjšanje emisij in trajnost	13
Ugotovitve	13
Zaključek	13
<i>MATJAŽ DRŽANIČ</i>	15
UPORABA UMETNE INTELIGENCE PRI NAČRTOVANJU KOLESARSKIH POTI	15
Uvod	15
Temelj razprave	15
Zaključek	20
<i>IGOR SKUKAN</i>	22
VLOGA UMETNE INTELIGENCE PRI IZBOLJŠANJU VARNOSTNIH SISTEMOV V VOZILIH	22
Uvod	22
Teoretično ozadje	22
Raziskava	23
Sklep in odgovor na raziskovalno vprašanje	24
Zaključek	25
<i>KATJA STIPLOVŠEK</i>	26
KAKO UMETNA INTELIGENCA POMAGA PRI NAPOVEDOVANJU POVPRASEVANJA V LOGISTIKI	26
Uvod	26
Umetna inteligenca	26
Izzivi in omejitve pri implementaciji UI	26
Prednosti uporabe umetne inteligence pri napovedovanju povpraševanja v logistiki	28
Ugotovitve	28
Zaključek	28

<i>MIROSLAV ŠAULA</i>	30
VLOGA UMETNE INTELIGENCE PRI ODKRIVANJU TRANSPORTNIH POTI PREPOVEDANIH DROG V POMORSKEM PROMETU.....	30
Uvod	30
Uporaba umetne inteligence pri odkrivanju tihotapljenja drog v pomorskem prometu	30
Zaključek	33
<i>ANDREJA LETNAR</i>	35
UPORABA UMETNE INTELIGENCE PRI SPREMLJANJU LETALSKIH NESREČ.....	35
Uvod	35
Umetna inteligenca	35
Letalstvo in umetna inteligenca	35
Ugotovitve	38
Zaključek	38
<i>ANJA BREZOVAR</i>	39
UPORABA UMETNE INTELIGENCE PRI OPRIMIZACIJI ZALOG IN SKLADIŠČENJE	39
Uvod	39
Teoretično ozadje obravnavanega problema	39
Raziskava	40
Primeri iz prakse	42
Sklep in odgovor na raziskovalno vprašanje.....	44
Zaključek	44
<i>MIROSLAV ROJKO</i>	46
VPLIV UI NA IZBOLJŠANJE PROMETNE PRETOČNOSTI IN ZMANJŠANJE OBREMENITEV AVTOCESTNEGA OMREŽJA: KAKO LAHKO UMETNA INTELIGENCA OPTIMIZIRA UPRAVLJANJE PROMETA IN ZMANJŠA PROMETNE ZASTOJE NA AVTOCESTNEM OMREŽJU?	46
Uvod	46
Pametni prometni sistemi	46
Avtomatizirana vozila in sodelovanje vozil	47
Predvidljivo vzdrževanje cestne infrastrukture	48
Uporaba digitalnih dvojčkov v cestni infrastrukturi	49
Pametni prometni sistemi za izboljšanje varnosti	50
Zaključek	51
<i>UROŠ KALŠEK</i>	55
UMETNA INTELIGENCA IN OPTIMIZACIJA LOGISTIČNIH PROCESOV	55
Uvod	55
Kaj je umetna inteligenca in kako se uporablja v logistiki	55
Zgodovina umetne inteligence	56
Zgodovina logistike	56
Praktične uporabe umetne inteligence v logistiki	57
Zaključek	60
<i>ZDENKA KOS DUŽEVIČ</i>	62
VLOGA UMETNE INTELIGENCE V PROCESU UČENJA VOŽNJE	62
Uvod	62
Umetna inteligenca	63
Avtomobilska industrija in vpliv umetne inteligence (samovozeča vozila)	64
Umetna inteligenca in usposabljanje voznikov	66
Zaključek	68

MARUŠA MEKLAV	71
VPLIV UMETNE INTELIGENCE NA UPRAVLJANJE TRANSPORTA IN POTI	71
Uvod	71
Upravljanje umetne inteligence v transportu	71
Optimizacija prometnih tokov	71
Avtomatizirana vozila	71
Učinkovitejša logistika in dostava	72
Izboljšanje varnosti v prometu	73
Optimizacija javnega prevoza	73
Trajnostna mobilnost	74
Ugotovitve	74
Zaključek	74
UMETNA INTELIGENCA KOT KLJUČNO ORODJE ZA IZBOLJŠANJE NAPOVEDOVANJA ČASA DOSTAVE	75
Uvod	75
Teoretično ozadje	76
Ugotovitve	77
Na podlagi analize različnih virov in praktičnih primerov lahko iz dobljenih rezultatov raziskave sklepamo naslednje:	77
Zaključek	78
KRISTIJAN ŽIVIČNJAK	80
UMETNA INTELIGENCA V SKLADIŠČNEM POSLOVANJU: AVTOMATIZACIJA IN OPTIMIZACIJA	80
Uvod	80
Umetna inteligenca v skladiščnem poslovanju	80
Raziskava	81
Ugotovitve	82
Zaključek	82
Zaključni odgovor na raziskovalno vprašanje	83

Pismo glavnega urednika

ANDREJ RASPOR

UMETNA INTELIGENCA V LOGISTIKI: PRIHODNOST JE TUKAJ

Spoštovani bralci,

Logistika je ena izmed temeljnih panog sodobnega gospodarstva, saj omogoča nemoten pretok blaga in storitev po vsem svetu. V zadnjem desetletju smo priča izjemnemu napredku umetne inteligence (v nadaljevanju UI), ki ne le izboljšuje logistične procese, temveč tudi preoblikuje celotno industrijo.

V Sloveniji se, tako kot drugod po svetu, soočamo z velikimi spremembami, ki jih prinaša UI. Zanimivo je, kako se tehnologija vse bolj vključuje v vsakodnevne operacije podjetij, kar ima velik vpliv na razvoj logističnih rešitev. Študenti so se tako povezali s podjetji, izvedli anketo, katere rezultati bodo prispevali k nadgradnji predmeta menedžment v transportu.

V tokratni številki Perfectus Student so se študenti poglobili v različne vidike vpliva umetne inteligence na logistiko. Raziskali so njene inovativne uporabe, priložnosti in izzive, s katerimi se srečuje industrija.

Od optimizacije dobavnih verig in napovedovanja povpraševanja do avtomatizacije skladišč in zmanjšanja stroškov transporta – umetna inteligenca odpira vrata k učinkovitejši, hitrejši in bolj prilagodljivi logistiki. Iz prispevkov boste lahko izvedeli, kako UI omogoča izboljšano upravljanje transportnih poti, zmanjšanje napak v procesih, integracijo s pametnimi tehnologijami in celo zmanjšanje ogljičnega odtisa logističnih operacij.

Poleg tega smo se osredotočili na pomen povezovanja umetne inteligence z internetom stvari (IoT), digitalizacijo logističnih procesov ter vpliv teh tehnologij na distribucijske centre prihodnosti. Študenti so raziskovali tudi vlogo UI pri kriznem upravljanju in napovedovanju motenj v dobavni verigi – kar postaja vse pomembnejši vidik globalne trgovine.

Raziskovanje teh tem je za študente ključno, saj jim omogoča pridobivanje praktičnih znanj ter vpogled v izzive, s katerimi se srečuje industrija. S pridobljenimi izkušnjami in globljim razumevanjem umetne inteligence v logistiki bodo lahko v prihodnosti prispevali k inovacijam in izboljšavam v podjetjih. Podjetja bodo tako lahko izkoristila te spoznanja za optimizacijo procesov, izboljšanje učinkovitosti ter razvoj novih tehnoloških rešitev, ki bodo povečale njihovo konkurenčnost na trgu.

Revija Perfectus Student vam ponuja edinstven vpogled v prihodnost logistike skozi oči mladih raziskovalcev, ki z novimi idejami in inovativnimi pristopi osvetljujejo, kako bo UI še naprej oblikovala to ključno industrijo.

Vabimo vas, da se poglobite v njihove članke in odkrijete, kako lahko UI oblikuje logistiko prihodnosti!

BLAŽ ŠLAJPAH študent 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: Umetna inteligenca igra ključno vlogo pri preoblikovanju logistike. Od optimizacije transportnih poti do avtomatizacije skladiščenja, umetna inteligenca ponuja številne priložnosti za izboljšanje učinkovitosti in zmanjšanje stroškov. Vendar pa prinaša tudi izzive, kot so visoki stroški implementacije in potreba po dodatnem izobraževanju zaposlenih. Boljše verzije umetne inteligence so plačljive, problemi lahko nastanejo ob hekerskih napadih.

Ključne besede: umetna inteligenca, logistika, industrija, preobrazba.

UMETNA INTELIGENCA V LOGISTIKI: PREOBRAZBA INDUSTRIJE

Uvod

Umetna inteligenca postaja osnova tretje generacije pametnih sistemov in morebiten začetek nove četrte generacije le-teh. Strokovnjaki po vsem svetu so tehnologijo umetne inteligence razdelili v dve kategoriji, in sicer na šibko in močno umetno inteligenco.

Šibka umetna inteligenca se osredotoča na avtomatizacijo določenih nalog, močna UI pa ima sposobnost učenja in sklepanja kot ljudje, kar pa v realnosti še ne obstaja. Sestavljena je iz več sestavnih delov, in sicer učenja, sklepanja, odločanja, reševanja problemov in zaznavanja. Področij umetne inteligence je veliko, naprimer - strojno učenje, globoko učenje, računalniški vid, obdelava naravnega jezika, logika, ekspertni sistemi in robotika. Vsa ta področja se lahko implementirajo v logistično panogo.

Logistika je osnovni element globalnega gospodarstva, saj igra ključno vlogo pri zagotavljanju prevoza blaga po vsem svetu. Umetno inteligenco se lahko implementira v vse veje logistike, in sicer od oskrbovalnih verig, skladiščenja, različnih prometnih panog, letališč, pristanišč in terminalov pa do prevoznih sredstev, transporta in distribucije. V logistiki igra ključno vlogo, saj omogoča optimizacijo procesov, povečuje učinkovitost poslovanja in zmanjšuje stroške. S sposobnostjo avtomatizacije procesov in sledenja, prispeva k boljši produktivnosti in varnosti ter zmanjšuje človeške napake. S pravilno uporabo lahko umetna inteligenca krepí konkurenčnost podjetij in spodbuja rast na novih trgih, pri čemer je ključno upoštevati tehnične, organizacijske in človeške vidike ter se izogibati pastem in nevarnostim.

RAZISKOVALNO VPRAŠANJE: koliko umetna inteligenca vpliva na samo logistiko in do kakšne mere se je infiltrirala v industrijo. Kako si industrija lahko pomaga z umetno inteligenco kaj pridobi/izgubi? (NEŽIČ, Jan, 2024, *UMETNA INTELIGENCA V LOGISTIKI*)

Umetna inteligenca v logistiki

Pametni sistemi se zelo hitro razvijajo in iščejo načine vpliva na vsak vidik industrije, okolja in človeka. Njihovi začetki segajo v 20. stoletje, ko so se razvile prve tehnike avtomatizacije in povezovanja naprav in sistemov. K temu so prispevale tri pomembne tehnologije:

- razvoj mikroelektronike kot osnove računalniške tehnologije,
- razvoj mikro systemske tehnologije,
- razvoj sodobne komunikacijske tehnologije.

Vse tri tehnologije so zelo pomembne, saj so mikro elektronska vezja s tranzistorji in mikroprocesorji, mikro sistemi in komunikacijski standardi z analizo podatkov osnova vsakega pametnega sistema za obdelavo, shranjevanje in dostop do podatkov.

Prvi pametni sistem je bil predstavljen okoli leta 1950 kot koncept dom prihodnosti. Ta koncept se je najprej uresničil v obliki avtomatskih odpiralcev vrat, programabilnih termostатов in daljinsko vodenih osvetljav. Ta koncept se je v prihodnjih letih in desetletjih razvijal naprej. Pametne sisteme lahko razdelimo v tri generacije.

Prva generacija izhaja iz 80. let prejšnjega stoletja. Zanje je značilno, da so sistemi sestavljeni iz določenega števila pakiranih komponent oziroma naprav, ki so med sabo povezane na vezju. Primer take naprave so slušalke, ki se še danes uporabljajo.

Pametni sistemi druge generacije so že sestavljeni večnamenskih senzorskih in pogonskih sistemov, ki preprosto presegajo obdelavo signalov in postanejo reaktivni s sposobnostjo samo preizkusa. Posledično se lahko prilagajajo zahtevnim okoliščinam in že samostojno opravljajo nekaj nalog. Tretja generacija pa izhaja iz 90. let prejšnjega stoletja in je bila pomemben mejnik v zgodovini. Ta mejnik je uvedba,

ki ji pravimo Internet stvari, ki predstavlja osnovo za povezovanje naprav prek interneta in izmenjavo podatkov med njimi. To je nato omogočilo razvoj pametnih naprav, ki lahko komunicirajo med seboj. Z vzponom interneta in hitrim razvojem tehnologije je zadnja in najnovejša oblika pametnih sistemov vključitev umetne inteligence v njihovo delovanje. Integracija umetne inteligence v pametne sisteme zdaj obljublja eksponentno pospešitev dosedanjega napredka. To postaja osnova tretje generacije. V prihodnosti bo umetna inteligenca morda nov mejnik zgodovine pametnih sistemov in začetek nove četrte generacije le-teh (Vogel in Kögler, 2024).

Umetna inteligenca ni več koncept prihodnosti, ampak sedanjosti. Njena prisotnost postaja ključni del sodobne tehnologije. Številni sektorji jo uporabljajo za izboljšanje delovnih procesov, sprejemanje pomembnih odločitev in ustvarjanje inovativnih izdelkov in storitev. Največji izziv pri uporabi umetne inteligence je prehod iz teoretičnega koncepta v praktično resničnost. Ta strategija prehoda ideje v resničnost je zveza sodelovanja z razvojnimi podjetji za umetno inteligenco, ki najemajo visoko usposobljene razvijalce, da zagotovijo najboljše storitve razvoja (Tyson, 2023, AI Development and Implementation A Comprehensive Guide).

Pristopi umetne inteligence se trenutno uporabljajo v mnogih inženirskih panogah za reševanje problemov in razvoj inteligentnih vmesnikov za naprave in sisteme. Na področju oblikovanja pametnih sistemov in uporabe umetne inteligence je zelo pomembna učinkovitost. Inženirji morajo poznati metode vključevanja umetne inteligence, da lahko ustrezno vdelajo komponente pametnih sistemov z vključitvijo novih funkcij in učinkovitosti (Jones, 2020).

Odvisnost od umetne inteligence

Umetna inteligenca je že globoko vgrajena v številne industrije, kot so proizvodnja, logistika, zdravstvo, finance, avtomobilska industrija in celo umetnost. Umetna inteligenca pomaga optimizirati procese, analizo podatkov, avtomatizacijo nalog in povečuje produktivnost. Veliko nalog, ki bi jih sicer opravljali ljudje, je že prevzela umetna inteligenca, kot so storitve za stranke (chatboti), upravljanje proizvodnje, celo ustvarjanje umetnosti ali programiranje. To pomeni, da smo že precej odvisni od nje.

Zmožnost človeštva, da opravi delo, ki ga opravi umetna inteligenca

Ljudje nismo nujno sposobni nadomestiti umetne inteligence v vseh nalogah, ki jih opravlja danes. Umetna inteligenca obvladuje naloge, ki zahtevajo obdelavo ogromnih količin podatkov v kratkem času, prepoznavanje vzorcev v kompleksnih podatkih, avtomatizacijo monotonih nalog ali reševanje problemov na podlagi algoritmov, ki so preveč zapleteni za tradicionalno človeško razumevanje. Vendar pa ljudje ohranjamo sposobnost za ustvarjalno mišljenje, čustveno inteligenco in etično odločanje, kjer umetna inteligenca še ni na ravni človeka.

Kaj bi se zgodilo, če bi umetna inteligenca prenehala delovati

Če bi umetna inteligenca nenadoma prenehala delovati, bi imeli številne izzive. Industrije, ki se močno zanašajo na umetno inteligenco, bi bile prizadete: dobavne verige, proizvodnja, zdravstvo, finance in mnoge druge panoge bi lahko doživele hude motnje. Vendar pa bi človeštvo, čeprav bi bilo težko, vseeno lahko nadaljevalo z delom brez nje, čeprav bi bilo produktivnost precej nižja. To bi zahtevalo veliko prilagoditev, zamenjavo avtomatiziranih procesov z ročnim delom in zagotavljanje, da so ključne naloge še vedno izvedljive, čeprav počasneje. delovanje brez umetne inteligence znatno manj učinkovito in počasno. Človeštvo je sposobno opraviti naloge, ki jih opravi umetna inteligenca, vendar na drugačen način, brez prednosti hitrosti in obdelave podatkov, ki jo umetna inteligenca omogoča. Odvisnost od umetne inteligence se bo v prihodnosti še povečala, zato je pomembno, da razmislimo o tem, kako razvijati in uravnavati to tehnologijo, da bo v korist človeštvu.

Odgovor na raziskovalno vprašanje

Koliko umetna inteligenca vpliva na samo logistiko in do kakšne mere se je infiltrirala v industrijo. Kako si industrija lahko pomaga z umetno inteligenco kaj pridobi/izgubi?

Umetna inteligenca je že močno vplivala na logistiko in postala njena ključna sestavina. Industrija si lahko z njo pomaga doseči večjo učinkovitost, natančnost in prihranke, vendar pa mora upoštevati tudi visoke začetne stroške, potrebo po usposabljanju kadra in tveganja, povezana z varnostjo in odvisnostjo.

Tabela 1: Prednosti in slabosti umetne inteligence

PREDNOSTI	SLABOSTI
Povečana učinkovitost	Visoki začetni stroški
Boljša natančnost	Pomanjkanje usposobljenega kadra
Prihranek stroškov	Odpornost na spremembe:
Produktivnost in konkurenčnost	Varnostna tveganja
	Odvisnost od umetne inteligence

Zaključek

Umetna inteligenca ima pomembno vlogo pri preoblikovanju logistične industrije, saj omogoča optimizacijo procesov, zmanjšanje stroškov in večjo produktivnost. S pomočjo avtomatizacije nalog, kot so optimizacija transportnih poti in skladiščenje, umetna inteligenca pomaga podjetjem izboljšati učinkovitost. Vendar pa prinaša tudi izzive, kot so visoki začetni stroški implementacije, potreba po usposabljanju zaposlenih in morebitne grožnje, kot so hekerski napadi. Industrija se že zelo zanaša na umetno inteligenco, kar povzroča povečano odvisnost, vendar bi bilo kljub temu mogoče nadaljevati z delovanjem brez nje, čeprav bi bilo manj učinkovito.

V prihodnosti bo odvisnost od umetne inteligence še bolj rasla. Čeprav lahko človeštvo opravi naloge, ki jih danes izvaja umetna inteligenca, to zahteva prilagoditve in več časa, kar bi lahko upočasnilo gospodarske procese. Z nadaljnjim razvojem in uravnavanjem tehnologije bomo lahko zagotovili, da bo umetna inteligenca pripomogla k trajnostnemu razvoju in pozitivnim spremembam v industriji, obenem pa obvladali morebitne nevarnosti in izzive, ki jih prinaša.

Viri:

1. Kamenarič, K. 2023 Strokovnjaki: Umetna inteligenca bi lahko vodila v izumrtje človeštva https://www.24ur.com/novice/znanost-in-tehnologija/strokovnjaki-umetna-inteligenca-bi-lahko-vodila-v-izumrtje-clovestva.html?utm_source=chatgpt.com
2. Zavod mladi podjetnik, so.p.. 2025- Umetna inteligenca bo preoblikovala industrijo https://mladipodjetnik.si/novice-in-dogodki/novice/umetna-inteligenca-bo-preoblikovala-industrijo?utm_source=chatgpt.com
3. Umetna inteligenca in finančni nadzor v evrskem območju in Združenih državah Amerike. Zupanc, D. 2024. https://dk.um.si/laskanje.php?lang=slv&niz0=Romih+Jan&page=2&stl0=Avtor&type=napredno&utm_source=chatgpt.com
4. Keynes, M. 2023. Države za varen razvoj umetne inteligence. Musk: Gre za grožnjo človeštvu.. https://www.rtvlo.si/znanost-in-tehnologija/drzave-za-varen-razvoj-umetne-inteligenca-musk-gre-za-groznjo-clovestvu/686787?utm_source=chatgpt.com
5. Nežič, J. 2024. Umetna inteligenca v Logistiki. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=159555>
6. Smart systems: At high speed into an exciting future. <https://silicon-saxony.de/en/smart-systems-at-high-speed-into-an-exciting-future/>
7. Tyson, L. 2023. AI Development and Implementation: A Comprehensive Guide. <https://medium.com/@lenaztyson/ai-development-and-implementation-a-comprehensive-guide-c586f27a4dad>

ALJA PEČOVNIK / študentka 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: Umetna inteligenca povečuje hitrost in zanesljivost dostavnih storitev z optimizacijo poti, uporabo samo vozečih vozil ter napovedovanjem potrebščin. Umetna inteligenca pomaga zmanjšati stroške in emisije, obenem pa omogoča večjo trajnost in učinkovitost v dostavah. Kljub visokim stroškom in izzivom pri implementaciji. Prinaša obetavne priložnosti za prihodnost dostavnih sistemov.

Ključne besede: umetna inteligenca, dostava, globalni svet, tehnologija.

POVEČANJE HITROSTI IN ZANESLJIVOSTI DOSTAV Z UMETNO INTELIGENCO

Uvod

V današnjem globaliziranem in digitaliziranem svetu so dostavne storitve postale ključen element v vsakodnevnem življenju. Hitro in zanesljivo dostavljanje izdelkov, od paketov do hrane, je nujno za zadovoljstvo kupcev in uspeh podjetij. Toda kljub napredku v logistiki in transportu, se številni izzivi še vedno pojavljajo – od neskladnosti v napovedih do napak pri dostavi, ki lahko privedejo do povečanja stroškov in slabšanja uporabniške izkušnje.

V iskanju rešitev za te težave vse bolj prevladuje uporaba umetne inteligence, ki omogoča optimizacijo dostavnih poti, izboljšanje natančnosti napovedi ter odpravljanje napak. Umetna inteligenca ne vpliva le na hitrost dostav, temveč tudi na njihovo zanesljivost. S pomočjo analize velikih količin podatkov, naprednih algoritmov in avtomatizacije, odpira nove možnosti za izboljšanje delovanja dostavnih storitev. Umetna inteligenca izboljšuje dostavo z optimizacijo poti, saj analizira promet, vreme in podatke v realnem času. Omogoča natančno napovedovanje povpraševanja, kar prispeva k učinkovitejšemu načrtovanju zalog in prevozov. Avtonomna dostavna sredstva, kot so droni in samo-vozeča vozila, zmanjšujejo odvisnost od človeških virov. Sledenje pošiljkam v realnem času povečuje zaupanje strank in zmanjšuje napake pri dostavi. Celoten proces je hitrejši, cenejši in zanesljivejši, saj UI omogoča prilagajanje spremenljivim pogojem.

Umetna inteligenca prinaša številne izboljšave v logistiki in dostavi, med drugim:

- Umetna inteligenca analizira prometne razmere, vremenske pogoje in druge dejavnike v realnem času, kar omogoča izbiro najučinkovitejših poti za dostavo. Uporaba dronov in avtonomnih vozil, ki jih poganja UI, zmanjšuje odvisnost od človeških virov in povečuje učinkovitost dostave. (INVOITIX, 29.2.2024)
- Napovedovanje povpraševanja: S pomočjo analize preteklih podatkov umetna inteligenca omogoča natančno napovedovanje povpraševanja, kar prispeva k učinkovitejšemu načrtovanju zalog in prevozov. (TIMOCOM, 1. 12. 2020)
- Sledenje pošiljkam v realnem času: umetna inteligenca omogoča strankam sledenje njihovim pošiljkam v realnem času, kar povečuje zaupanje in zadovoljstvo. Zmanjšanje napak pri dostavi: Avtomatizacija procesov z umetno inteligenco zmanjšuje človeške napake pri obdelavi naročil in dostavi, kar izboljšuje celotno zanesljivost storitev. (Podjetna Slovenija, 1. 8. 2024)

Te izboljšave vodijo k hitrejši, cenejši in zanesljivejši dostavi, ki ustreza potrebam tako podjetij kot strank.

Raziskovalno vprašanje: Kako lahko umetna inteligenca izboljša hitrost in zanesljivost dostave v logističnih sistemih?

Dostava z umetno inteligenco

Umetna inteligenca vključuje širok spekter tehnologij, od katerih mnoge že igrajo ključno vlogo v logistiki in dostavah. Za razumevanje, kako povečuje hitrost in zanesljivost dostav, je pomembno razumeti temeljne tehnologije, ki omogočajo te spremembe.

- Algoritmi za strojno učenje in globoko učenje: Strojno učenje in globoko učenje sta osnova za mnoge aplikacije umetne inteligence v dostavah. Algoritmi za strojno učenje omogočajo analizo velikih količin podatkov in učenje iz preteklih primerov, kar pripomore k boljšim napovedim in odločitvam. V dostavnih storitvah lahko to pomeni optimizacijo poti za vozila, napovedovanje povpraševanja po določenih produktih v različnih geografskih regijah in celo predvidevanje potrebščin na osnovi zgodovine nakupov.
- Globoko učenje, ki temelji na nevralnih mrežah, pa omogoča napredne funkcionalnosti, kot so prepoznavanje vzorcev v podatkih in napovedovanje dogodkov, ki bi jih tradicionalni algoritmi težko odkrili. Na primer, globoko učenje omogoča prepoznavanje

težav v logističnem procesu (kot so nenadne spremembe v vremenskih pogojih, ki lahko vplivajo na pot dostave) in predlaganje ustreznih ukrepov za njihovo obvladovanje.

- Računalniški vid in analiza podatkov: Računalniški vid je še ena ključna tehnologija, ki omogoča napredek v dostavah z umetno inteligenco. Ta tehnologija omogoča sistemom, da "vidijo" in interpretirajo okolje, kar je še posebej koristno za napredne oblike dostave, kot so samo-vozeča vozila in droni. Z uporabo kamer in senzorjev za zajemanje podatkov, računalniški vid omogoča identifikacijo ovir na cestah, analizo prometa in prepoznavanje specifičnih lokacij za dostavo (na primer vhodov v stavbe). Poleg tega računalniški vid omogoča hitro analizo in obdelavo slikovnih podatkov v realnem času, kar omogoča večjo natančnost pri prepoznavanju napak, poškodb ali celo kršitev, ki se lahko pojavijo med dostavo.
- Sistemi za napovedovanje in prilagoditev: Napovedni sistemi, podprti z umetno inteligenco, omogočajo podjetjem, da se pripravijo na prihodnje potrebe. Ti sistemi uporabljajo pretekle podatke o nakupih, vremenskih razmerah, posebnih dogodkih in drugih dejavnikih, da napovedo povečano povpraševanje ali potencialne ovire v dostavnem procesu. Na primer, umetna inteligenca lahko napove povečano povpraševanje po določenih izdelkih v določenih predprazničnih obdobjih in temu prilagodi logistične operacije. Ko so napovedi vključene v procese, se lahko umetna inteligenca-sistem samodejno prilagodi novim informacijam in spremembam, tako da se zmanjša potreba po človeškem posredovanju, hkrati pa ohrani natančnost in hitrost.

Povečanje hitrosti dostav s pomočjo umetne inteligence

Eden glavnih ciljev uporabe umetne inteligence v dostavnih storitvah je povečanje hitrosti dostave. Umetna inteligenca omogoča optimizacijo številnih elementov, ki vplivajo na čas, potreben za izvedbo dostave. To vključuje optimizacijo poti, zmanjšanje napak ter boljše obvladovanje napovedovanja potrebščin.

- Optimizacija poti in prometa: Tradicionalne metode za načrtovanje poti so pogosto manj učinkovite, saj ne upoštevajo vseh spremenljivk, kot so trenutne prometne razmere, zapore na cestah in nepričakovane ovire. Umetna inteligenca, ki temelji na analizi podatkov v realnem času, omogoča natančno izbiro najhitrejše poti za dostavo, kar pripomore k večji učinkovitosti in krajši časovni izvedbi. Algoritmi za optimizacijo poti ne le da upoštevajo trenutne prometne razmere, temveč lahko tudi predvidijo prihodnje težave na osnovi zgodovine prometa. S tem se zmanjša potreba po prilagoditvah poti v zadnjem trenutku in povečuje zanesljivost pri doseganju zastavljenih časovnih okvirjev.
- Uporaba dronov in samo vozečih vozil: Samo vozeča vozila in droni so postali priljubljeni v industriji dostav, saj omogočajo hiter in enostaven dostop do težko dostopnih mest. Droni lahko dostavijo manjše pakete neposredno na željeno lokacijo, ne da bi morali upoštevati prometne razmere ali druge težave na cesti. Samo vozeča vozila pa lahko izvajajo dolge dostave brez potrebe po človeškem posredovanju, kar povečuje hitrost in zmanjšuje napake zaradi človeškega dejavnika.
- Povezljivost in komunikacija med sistemi: Povezovanje različnih tehnologij in sistemov znotraj dostavne verige omogoča, da se procesi izvajajo brezskrbno in brez napak. Umetna inteligenca omogoča, da različni deli dostavne verige – kot so skladišča, vozila in distribucijski centri – komunicirajo med seboj, kar pripomore k večji usklajenosti in hitrejšim dostavam.

Povečanje zanesljivosti dostav

Zanesljivost je ključni dejavnik pri uspehu dostavnih storitev. Z uporabo umetne inteligence je mogoče zmanjšati napake, napovedati potencialne težave in izboljšati uporabniško izkušnjo.

- Napovedovanje in preprečevanje napak: Umetna inteligenca omogoča prepoznavanje težav v logističnem procesu še preden se pojavijo. Algoritmi za strojno učenje se lahko naučijo prepoznati vzorce, ki pogosto vodijo do napak, kot so napake pri obdelavi naročil ali napačne dostave. Na osnovi teh napovedi UI pomaga podjetjem, da prilagodijo svoje operacije in preprečijo težave, ki bi lahko povzročile zamude.

Umetna inteligenca je že začela igrati pomembno vlogo v različnih industrijah, še posebej v logistiki. Številna podjetja po vsem svetu so uvedla inovativne rešitve, ki ne samo da povečujejo hitrost dostav, temveč tudi izboljšujejo njihovo zanesljivost in zmanjšujejo napake. Tukaj so nekateri primeri uporabe umetne inteligence v dostavnih storitvah.

Amazon in umetna inteligenca v logistiki

Amazon, eno najbolj prepoznavnih podjetij na svetu, je pionir na področju uporabe umetne inteligence v logistiki. Njihovi skladiščni sistemi uporabljajo umetno inteligenco za optimizacijo skladiščenja, obdelavo naročil in celo za napovedovanje povpraševanja. Na primer, algoritmi za strojno učenje napovedujejo, kateri izdelki bodo v naslednjem tednu najbolj iskani, kar omogoča Amazonu, da te izdelke shrani bližje točkam dostave in s tem zmanjša čas dostave.

Poleg tega Amazon uporablja napredne algoritme za optimizacijo poti svojih dostavnih vozil in samo vozečih vozil, kar omogoča hitro in učinkovito dostavo paketov. V Amazonovem distribucijskem centru se uporablja tudi računalniški vid za prepoznavanje napak pri pakiranju ali poškodb izdelkov, kar povečuje natančnost in zanesljivost dostav.

Umetna inteligenca v dostavi hrane

Dostavne storitve hrane, kot so Uber Eats, Deliveroo in Grubhub, so uvedle različne UI rešitve, ki izboljšujejo čas dostave in zmanjšujejo napake. Na primer, Uber Eats uporablja umetno inteligenco za optimizacijo poti svojih dostavljavcev, kar pomeni, da so lahko dostave hitrejšje in natančnejše. S pomočjo umetne inteligence lahko podjetje predvidi tudi, katera restavracija bo imela najhitrejšo dostavo na podlagi zgodovine in trenutnih pogojev, kar omogoča boljše izkušnje za uporabnike.

I se uporablja tudi za napovedovanje potrebščin v različnih območjih, da se zagotovi, da bodo dostavljavci imeli pravo količino hrane na voljo za hitro dostavo. Ta tehnologija pomaga zmanjšati število napačnih dostav, zmanjšati čakalne dobe in povečati zadovoljstvo strank.

Samo vozeča vozila in droni

Samo vozeča vozila in droni so med najbolj obetavnimi tehnologijami za prihodnost dostavnih storitev. Podjetja, kot sta Starship Technologies in Wing (Google), že testirajo samo vozeče dostavne robote in leteče drone, ki omogočajo hitrejšje in učinkovitejšje dostave. Samo vozeča vozila, podprta z umetno inteligenco, omogočajo avtonomno dostavo brez potrebe po človeškem posredovanju. S pomočjo naprednih senzorjev, kamer in UI algoritmov se vozila navigirajo po mestnih ulicah in dostavljajo pakete na točno določene lokacije. To omogoča hitrejšje in bolj zanesljive dostave, hkrati pa zmanjšuje stroške dela.

Droni, ki jih poganja UI, omogočajo hitrejšo dostavo na območja, do katerih dostavna vozila običajno ne morejo dostopati, kot so ruralna območja, naselja na višjih nadmorskih višinah ali gneča v mestnih območjih. Droni so lahko še posebej koristni pri dostavi manjših paketov, kot so zdravila, hrana ali osebni predmeti.

- Napredek v samo vozečih vozilih in dronih: Čeprav so samo vozeča vozila in droni še vedno v fazi testiranja, se pričakuje, da bodo v prihodnosti postali široko uporabljeni za dostave. Z napredkom tehnologije bodo ti sistemi sposobni opraviti še bolj kompleksne naloge, kot so dostava težjih paketov, navigacija v gostem prometu ali izvajanje dostav v neugodnih vremenskih razmerah.
- Prilagodljive dostavne rešitve: UI omogoča tudi razvoj prilagodljivih dostavnih rešitev. To pomeni, da bodo podjetja lahko prilagodila svoje dostavne storitve specifičnim potrebam strank – na primer, prilagoditev časa dostave, izbira najboljše dostavne poti glede na osebne preference ali dostava v določenih časovnih oknih.

Izzivi in omejitve pri uporabi umetne inteligence v dostavnih storitvah

Čeprav so tehnologije umetne inteligence zelo obetavne, pa pri njihovem uvajanju v dostavne storitve obstajajo številni izzivi in omejitve, ki jih je treba premagati.

Zasebnost in varnost podatkov

Eden od največjih izzivov pri uporabi umetne inteligence v dostavah je varnost podatkov in zasebnost uporabnikov. Sistemi UI zbirajo ogromne količine podatkov, vključno s podatki o lokaciji uporabnikov, nakupnih navadah in zgodovini dostav. Čeprav so ti podatki uporabni za optimizacijo dostav, pa obstaja tveganje za zlorabe, če niso ustrezno zaščiteni.

Podjetja, ki uporabljajo UI v dostavnih storitvah, morajo zagotavljati visoke standarde varnosti podatkov, da preprečijo morebitne kršitve varnosti in zaščito zasebnosti svojih uporabnikov.

Regulacija in pravni okvir

Uporaba samo vozečih vozil in dronov za dostave povzroča tudi pravne izzive. Države po svetu še vedno razvijajo zakone, ki urejajo uporabo teh tehnologij v mestnih območjih. Poleg tega obstajajo vprašanja glede odgovornosti v primeru nesreč, pravic do uporabe zračnega prostora in dovoljenj za prevoz blaga na določenih območjih.

Vse to zahteva natančno usklajevanje z zakonodajnimi organi, da bi zagotovili, da UI rešitve ne ogrožajo javne varnosti ali povzročijo škode.

Tehnični izzivi

Tudi UI tehnologije niso brez svojih tehničnih omejitev. Na primer, samo vozeča vozila še vedno naletijo na težave pri prepoznavanju zapletov v prometu ali pri navigaciji v slabi vidljivosti, kot so megla, sneg ali močan dež. Droni pa se lahko soočajo z omejitvami v razdalji, nalogah za dostavo težjih paketov ali z izpadi baterij.

Poleg tega visoki stroški razvoja in vzdrževanja naprednih UI sistemov omejujejo dostopnost te tehnologije za manjša podjetja. Kljub tem izzivom pa industrija hitro napreduje in se razvija, kar prinaša izboljšave v vseh teh področjih.

Priložnosti za prihodnost dostav z umetno inteligenco

Uporaba umetne inteligence v dostavnih storitvah ponuja ogromne priložnosti za prihodnost. S povečanjem zmogljivosti UI tehnologij in izboljšanjem regulativnega okvira se pričakuje, da bodo dostavne storitve postale še hitrejše, bolj zanesljive in bolj dostopne.

Krepitev pametnih mest

S širšo implementacijo UI v dostavne storitve, bo prihodnost vključevala krepitev pametnih mest. Pametna mesta so tista, kjer tehnologije, kot so internet stvari, UI, analitika podatkov in avtomatizacija, sodelujejo za boljše obvladovanje prometa, zmanjšanje onesnaževanja in optimizacijo dostavnih storitev.

UI bo omogočila, da se dostavne poti usklajujejo z ostalimi funkcionalnostmi pametnih mest, kot so pametni semaforji, napovedovanje kapacitet parkirišč in obvladovanje nujnih situacij. To bo pripomoglo k večji učinkovitosti in hitrejši dostavi v urbanih območjih.

Zmanjšanje emisij in trajnost

Optimizacija poti in uporaba naprednih tehnologij omogočata zmanjšanje porabe goriva in emisij CO₂. Na ta način UI prispeva k trajnostnim rešitvam v logistiki. Mnoga podjetja se osredotočajo na uvajanje električnih avtonomnih vozil in okolju prijaznih metod dostave, kar ne samo izboljšuje podobo podjetij, temveč tudi pozitivno vpliva na okolje. Trajnost postaja vedno bolj pomemben dejavnik pri odločitvah potrošnikov, kar pomeni, da lahko podjetja z uvajanjem trajnostnih praks pridobijo konkurenčno prednost.

Ugotovitve

Optimizacija procesov dostave: Umetna inteligenca omogoča natančno optimizacijo poti, kar pripomore k večji hitrosti dostav, zmanjšanju stroškov prevoza in povečanju učinkovitosti pri obvladovanju nalog v skladiščih.

Avtonomna vozila in droni: Samo vozeča vozila in dostavni droni predstavljajo prihodnost dostavnih storitev, saj omogočajo hitrejše in bolj natančne dostave, tudi v težko dostopnih območjih, z manjšo potrebo po človeški intervenciji.

Povečanje trajnosti: Uporaba UI za optimizacijo poti in izbiro ustreznih vozil pomaga zmanjšati emisije CO₂ in vpliv na okolje, kar vodi v trajnostne rešitve v logistiki.

Izboljšana napovedna sposobnost: UI omogoča natančne napovedi o potrebščinah, povpraševanju in morebitnih motnjah v dostavnem procesu, kar omogoča boljše načrtovanje in zmanjšanje napak v dostavi.

Izzivi pri implementaciji: Kljub številnim prednostim so izzivi, kot so visoki stroški razvoja, potreba po izobraževanju kadrov in usklajevanju UI s človeškimi procesi, ovire, ki jih je treba premagati za široko implementacijo teh tehnologij.

Zaključek

Uporaba umetne inteligence v dostavnih storitvah predstavlja pomemben korak naprej v razvoju logističnih procesov, saj prinaša številne prednosti, kot so večja hitrost, zanesljivost, učinkovitost in trajnost. S pomočjo naprednih algoritmov za optimizacijo poti, avtonomnih vozil in dronov se lahko dostavne poti natančno prilagodijo potrebam, s čimer se skrajša čas dostave, zmanjša poraba goriva in povečata natančnost ter odzivnost. Povečanje trajnosti dostavnih storitev postaja vse bolj pomembno, saj podjetja uporabljajo UI za zmanjšanje emisij in izboljšanje ekološkega odtisa.

Poleg tega UI omogoča boljše sledenje in predvidevanje potrebščin ter napovedovanje morebitnih motenj v procesu dostave, kar omogoča proaktivno reševanje težav, zmanjšanje napak in izboljšanje uporabniške izkušnje. Avtonomna vozila in dostavni droni, ki so že del nekaterih naprednih logističnih sistemov, ponujajo možnost dostav na mestnih območjih ter težko dostopnih predelih, kjer tradicionalni načini dostave niso vedno primerni.

Vendar pa obstajajo tudi izzivi, ki jih je treba premagati. Visoki stroški razvoja, začetna investicija v tehnologijo ter usklajevanje UI sistemov z obstoječimi človeškimi procesi predstavljajo ovire, ki jih podjetja potrebujejo premagati, preden bodo lahko v celoti izkoristila prednosti,

ki jih ponuja umetna inteligenca. Poleg tega je pomembno, da se zagotovi ustrezno usposabljanje kadrov in zagotovijo zakonodajne in etične smernice za uporabo UI, še posebej na področju avtonomnih vozil.

V prihodnosti se pričakuje, da bodo z napredkom tehnologij in zmanjšanjem stroškov UI rešitve postale dostopnejše tudi manjšim podjetjem, kar bo omogočilo širšo implementacijo umetne inteligence v dostavne storitve. To bo omogočilo hitrejšo, bolj učinkovito in trajnostno dostavo ter izboljšanje logističnih procesov na globalnem nivoju. Umetna inteligenca bo postala ključna sestavina uspešnih podjetij v industriji dostav in logistike, saj bo vplivala na zmanjšanje stroškov, povečanje zadovoljstva strank in izboljšanje konkurenčnosti na trgu.

Zaradi vseh teh prednosti je prihodnost dostavnih storitev z umetno inteligenco izjemno obetavna. Kljub izzivom, ki jih prinaša, je jasno, da umetna inteligenca predstavlja temelj za prihodnost logističnih storitev, ki bo omogočala boljše obvladovanje zahtevnih nalog in zagotavljanje hitrih, varnih in trajnostnih dostav v vse bolj povezanem svetu.

Umetna inteligenca izboljšuje logistiko z optimizacijo poti, avtomatizacijo skladiščnih procesov in predvidevanjem povpraševanja. Algoritmi analizirajo promet, vreme in trende, kar omogoča hitrejšo dostavo. Avtonomna vozila in droni dodatno pospešijo dostavo, medtem ko sistemi za upravljanje tveganj zmanjšujejo zamude. Skupno umetna inteligenca povečuje učinkovitost, zanesljivost in zmanjšuje stroške dostave.

Menim, da je uporaba UI zelo zaželeno, saj čedalje manj ljudi želi delati. Sama hitrost z umetno inteligenčnimi sistemi je hitra, zanesljiva. Sama veliko naročim dostave in zaenkrat še nisem imela težav.

V svetu bo čedalje več naročanj, dostav. Z uvajanjem umetne inteligence v razne trgovine, skladišča bo dostava hitrejša, dokler ne bo prišlo do razpada kakšnega sistema. Napoveduje se, da bodo dostave v večji meri izvajali roboti, razni samovozeči avtomobili. V skladiščih bodo pakete pripravljali roboti. Do same izvedbe takih opravil bo vrjetno še trajalo nekaj časa, sploh težje bo v kakšnih manj razvitih državah. Ljudje bodo dan za dnem več naročali saj se jim ne bo dalo po opravih. Bo pa sama dostava z umetno inteligenco dražja na dolgi rok kot sedanja dostava.

Sama sem delala v skladišču kjer smo soltirali pakete iz Kitajske in jih naprej dostavljali po domovih. Z samim delom smo se kar zamudili, tudi obveščanje stran da smo pri njih je bilo zahtevno. V primeru, da bi to izvajal robot bi bilo dosti lažje, saj bi točno vedeli vsako sekundo kdaj bo paket prispel.

Podpiram umetno inteligenco do te mere, da se ljudi ne izkorišča ali celo uniči.

Viri, literatura:

1. Trampuž, M. (2023). Tudi avtoprevozniki naj uporabijo umetno inteligenco. Bloomberg Adria. Dostopno na: <https://si.bloombergadria.com>
2. Kovačič, M. (2019). Uporaba umetne inteligence v logistiki. Tehniška založba Slovenije.
3. Jovanović, A. (2020). Vloga umetne inteligence pri optimizaciji poti v dostavnih storitvah. Fakulteta za logistiko Univerze v Mariboru.
4. Potočnik, J. (2018). Napredne tehnologije in trajnostne rešitve v logistiki. Založba Gospodarski vestnik.
5. Logistična zveza Slovenije. (2021). Razvoj dostavnih storitev v dobi umetne inteligence. Logistična zveza Slovenije.
6. DHL Trend Research. (2018). Artificial Intelligence in Logistics. DHL. Dostopno na: <https://www.dhl.com>
7. Harvard Business Review. (2021). AI in Supply Chain: Efficiency and Innovation. Harvard Business Publishing. Dostopno na: <https://hbr.org>
8. Flirtey. (2016). Flirtey Drone Delivery Service: First Commercial UAV Delivery in the U.S.. Flirtey. Dostopno na: <https://flirtey.com>
9. UPS. (2020). UPS's Orion System: Optimizing Delivery Routes. UPS. Dostopno na: <https://www.ups.com>
10. Nuro. (2021). AI in the Future of Urban Mobility. Nuro. Dostopno na: <https://www.nuro.ai>
11. Unite.ai. (n.d.). Agilnostna robotika: vpogled v prihodnost avtomatiziranega dela. Dostopno na: <https://unite.ai/sl/agilnostna-robotika-vpogled-v-prihodnost-avtomatiziranega-dela/>
12. eTransport.si. (n.d.). To je prihodnost. Dostopno na: <https://www.etransport.si/novice/to-je-prihodnost>
13. Podjetna Slovenija (n.d.) Top 5 področij uporabe UI v logistiki. Dostopno na: <https://podjetnaslovenija.si/nasveti/top-5-podrocij-uporabe-ui-v-logistiki/>
14. Timocom (n.d.) Tehnologije prihodnosti: Logistika in umetna inteligenca. Dostopno na: <https://www.timocom.si/blog/tehnologije-prihodnosti-logistika-umetna-inteligenca-414392>
15. Invoitix (n.d.) Umetna inteligenca v prometu in logistiki. Dostopno na: <https://invoitix.com/sl/umetna-inteligenca-v-prometu-in-logistiki/>

MATJAŽ DRŽANIČ, študent 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: V seminarski nalogi sem obravnaval uporabo umetne inteligence za optimizacijo kolesarskih poti, pri čemer sem analiziral obstoječe sisteme, kot so Google Maps, Komoot in Strava, ter primerjal algoritme, kot so Dijkstra, A* in globoko učenje. Izbrana tematika odraža pomen trajnostne mobilnosti in izboljšanja uporabniške izkušnje kolesarjev. Raziskavo sem izvedel s pregledom literature, analizo sistemov in primerjalno analizo algoritmov. Rezultati so pokazali, da napredni algoritmi bistveno prispevajo k varnosti, učinkovitosti in prilagodljivosti poti, kar je ključno za načrtovanje trajnostnih prometnih rešitev.

Ključne besede: umetna inteligenca, optimizacija poti, kolesarjenje, trajnostna mobilnost.

UPORABA UMETNE INTELIGENCE PRI NAČRTOVANJU KOLESARSKIH POTI

Uvod

V dobi hitrega tehnološkega napredka umetna inteligenca odpira številne možnosti za izboljšanje različnih vidikov našega vsakdanjega življenja. Mobilnost, kot ključni element sodobnega urbanega življenja, ni izjema. Kolesarjenje, ki je ena izmed najbolj trajnostnih oblik prevoza, igra vse pomembnejšo vlogo pri prehodu na okolju prijaznejše oblike mobilnosti. Kot poudarja Gehl (2013), trajnostna mobilnost bistveno prispeva k zmanjševanju emisij in ustvarjanju bolj zdravih urbanih okolij.

Optimizacija kolesarskih poti s pomočjo umetne inteligence predstavlja inovativno rešitev za izboljšanje varnosti, učinkovitosti in uporabniške izkušnje kolesarjev.

Tradicionalni algoritmi, kot je Dijkstrov algoritem (1959), omogočajo načrtovanje najkrajših poti, vendar napredne rešitve z umetno inteligenco, ki vključujejo analizo velikih podatkov in strojno učenje, presegajo njihove zmogljivosti (Saeed et al., 2021). Takšne metode omogočajo prilagoditev poti prometnim razmeram, vremenskim vplivom in potrebam posameznikov.

Sodobni pristopi, ki temeljijo na umetni inteligenci, so že pokazali uspešnost na področju optimizacije kolesarskih sistemov, kar nakazuje potencial teh tehnologij za širšo uporabo.

Cilj te naloge je raziskati, kako lahko umetna inteligenca prispeva k načrtovanju kolesarskih poti na načine, ki izboljšujejo trajnostno mobilnost, varnost in uporabniško izkušnjo.

Skozi to nalogo preučujem povezavo med trajnostno mobilnostjo in umetno inteligenco ter raziskujem, kako lahko te tehnologije skupaj prispevajo k ustvarjanju varnejših, bolj učinkovitih in uporabnikom prijaznih kolesarskih poti. Razumevanje teh vidikov je ključno za spodbujanje trajnostnega razvoja in izboljšanje kakovosti življenja v urbanih območjih.

Temelj razprave

Umetna inteligenca predstavlja interdisciplinarno področje, ki združuje tehnologije, kot so strojno učenje, globoko učenje in analitika podatkov, z namenom ustvarjanja sistemov, ki lahko samostojno učinkovito obdelujejo podatke, sprejemajo odločitve in rešujejo probleme (Gehl, 2013; Saeed et al., 2021).

Strojno učenje omogoča računalniškim sistemom, da se učijo iz podatkov in izboljšujejo svoje delovanje brez potrebe po ročnem programiranju za vsako specifično nalogo. To se doseže s pomočjo algoritmov, ki prilagajajo svoje modele glede na vhodne podatke (Dijkstra, 1959).

Globoko učenje je podskupina strojnega učenja, ki uporablja umetne nevronske mreže, zlasti večslojne (globoke) mreže, za analizo in obdelavo kompleksnih vzorcev v velikih podatkovnih nizih. To omogoča reševanje nalog, kot so prepoznavanje slik, obdelava naravnega jezika in napovedovanje trendov (Saeed et al., 2021).

Analitika podatkov omogoča preučevanje velikih količin podatkov z namenom prepoznavanja trendov, vzorcev in korelacij. V kontekstu kolesarjenja je to ključno za napovedovanje prometnih razmer, vremenskih pogojev, prometnih tokov in drugih dejavnikov, ki vplivajo na uporabniško izkušnjo (Gehl, 2013).

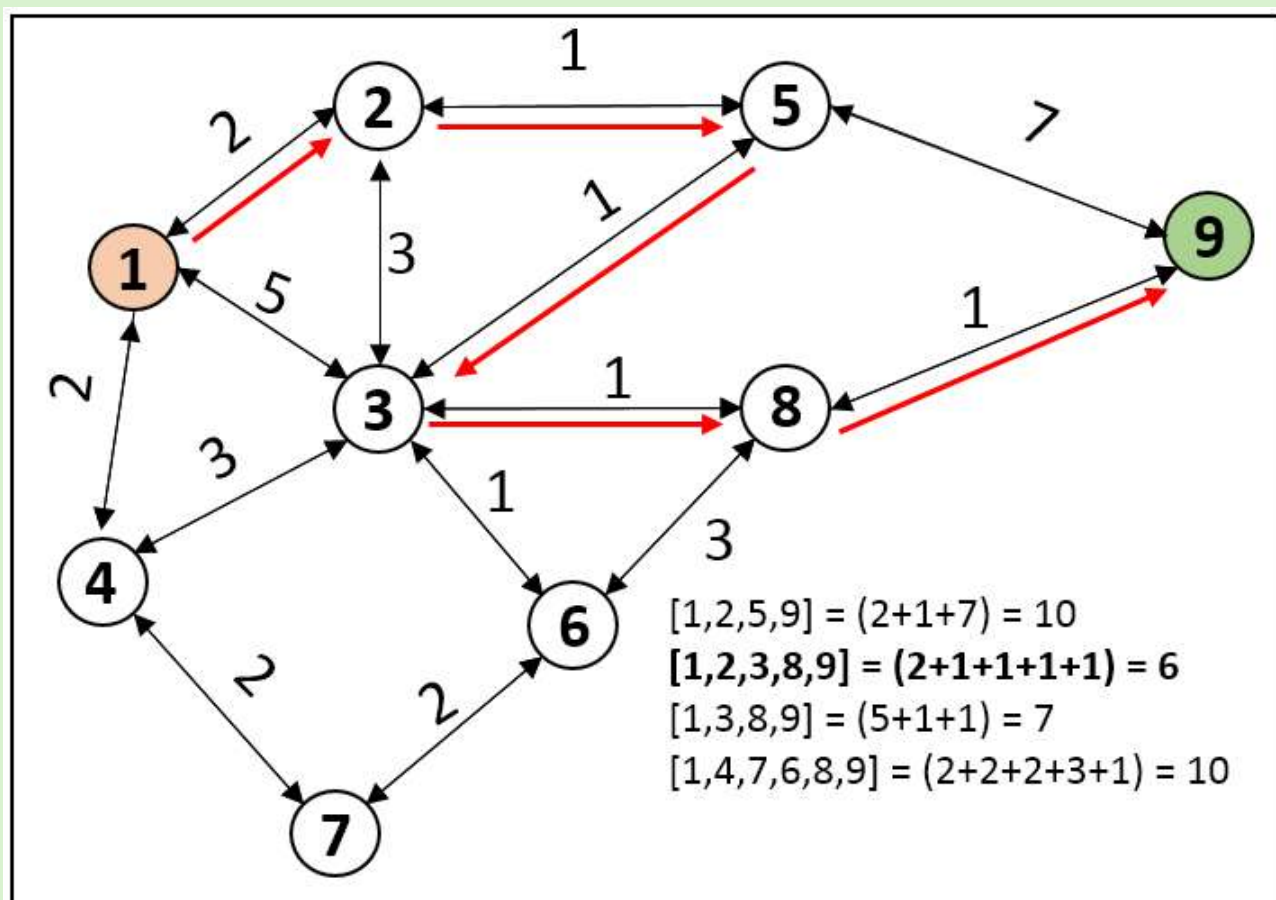
Vse skupaj tvori osnovo za rešitve, ki omogočajo optimizacijo kolesarskih poti in izboljšanje trajnostne mobilnosti. Glavni algoritmi za optimizacijo poti, kot so Dijkstra, A* in napredni algoritmi za prediktivno analitiko, imajo ključno vlogo pri načrtovanju mobilnosti.

Algoritem Dijkstra je klasični algoritem za iskanje najkrajše poti v grafu, kjer so vsi robovi (povezave med vozlišči) pozitivni. Dijkstra deluje tako, da začne iz začetnega vozlišča in išče najkrajšo pot do vseh drugih vozlišč v grafu (Dijkstra, 1959).

Začnemo z začetnim vozliščem in dodelimo začetno razdaljo 0, medtem ko vsem drugim vozliščem dodelimo neskončnost. Raziskujemo vse sosedne trenutnega vozlišča in posodobimo razdalje, če najdemo krajšo pot.

Ponovimo postopek za vozlišče z najmanjšo trenutno razdaljo, dokler ne obiščemo vseh vozlišč ali dokler ne najdemo najkrajše poti do cilja.

Dijkstra je učinkovit za iskanje najkrajših poti v statičnih omrežjih, vendar ne upošteva sprememb v realnem času, kot so prometni zastoji ali druge dinamične spremembe v omrežju (Saeed et al., 2021).



Slika 1: Algoritem Dijkstra

Vir: https://www.researchgate.net/figure/Illustration-of-Dijkstras-algorithm_fig1_331484960 (2025)

Algoritem A* je nadgradnja Dijkstra algoritma, ki izboljša njegovo učinkovitost pri iskanju najkrajše poti z uporabo heurističnih funkcij. Glavna prednost A* pred Dijkstro je, da poleg dejanske razdalje do trenutnega vozlišča upošteva tudi oceno prihodnje razdalje do cilja, ki jo zagotovi heuristična funkcija (Russell & Norvig, 2010). Algoritem uporablja funkcijo $f(n)=g(n)+h(n)$ $f(n) = g(n) + h(n)$ $f(n)=g(n)+h(n)$, kjer:

$g(n)$ predstavlja dejansko razdaljo od začetnega vozlišča do trenutnega vozlišča.

$h(n)h(n)h(n)$ je ocena preostale razdalje do cilja.

Funkcija $f(n)f(n)f(n)$ omogoča, da algoritem prednostno raziskuje poti, ki so obetavne, s čimer zmanjša število potrebnih raziskovanj, kar pomeni, da je pogosto hitrejši od Dijkstre (Hart, Nilsson, & Raphael, 1968).

Algoritem A^* je idealen za aplikacije, kjer imamo na voljo geografske podatke, in se pogosto uporablja v različnih aplikacijah za navigacijo in optimizacijo poti (Saeed et al., 2021).

Napredni algoritmi, ki uporabljajo metode strojnega in globokega učenja, omogočajo prilagodljivo optimizacijo poti glede na spreminjajoče se razmere. Ti algoritmi prispevajo k optimizaciji kolesarskih poti na več načinov. S prepoznavanjem nevarnih območij in ponujanjem alternativnih poti zagotavljajo višjo stopnjo varnosti (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016). Analiza podatkov o prometu, vremenu in geografskih značilnostih omogoča kolesarjem izbiro najučinkovitejših poti, kar zmanjšuje čas potovanja in porabo energije. Poleg tega optimizacija poti, ki upošteva trajnostne vidike, neposredno vpliva na zmanjševanje okoljskega odtisa kolesarjenja (Gehl, 2013).

Geografski informacijski sistemi (GIS) imajo ključno vlogo pri optimizaciji kolesarskih poti, saj omogočajo zbiranje, analizo in vizualizacijo prostorskih podatkov, ki so potrebni za učinkovito načrtovanje kolesarskih poti v mestih in širšem okolju. V kombinaciji z umetno inteligenco GIS omogoča napredno analizo, ki lahko izboljša varnost in učinkovitost kolesarskih poti.

Geografski informacijski sistemi omogočajo natančno analizo topografije in geografskih značilnosti območja, kar je ključnega pomena pri oblikovanju kolesarskih poti. Z analizo naklonov terena, dolžine poti in drugih geografskih dejavnikov lahko umetna inteligenca predlaga poti, ki so primerne za kolesarjenje, ob upoštevanju fizičnih lastnosti terena. S tem se optimizira udobje in varnost kolesarjev, saj se izberejo poti, ki so bolj primerne za fizične zahteve kolesarjenja v določenem okolju (Zhang, 2020).

Poleg tega GIS omogoča zbiranje podatkov o gostoti prometa, ki jih je mogoče vključiti v sisteme za načrtovanje kolesarskih poti. Umetna inteligenca lahko analizira te podatke in priporoči poti z manjšo gostoto prometa, kar pripomore k večji varnosti kolesarjev. S prilagajanjem poti v realnem času lahko sistem optimizira kolesarske poti, ki so varnejše in udobnejše za uporabnike, saj zmanjša izpostavljenost kolesarjev gneči in nevarnostim povezanih z gostim prometom (Siriwardena & Senevirathna, 2019).

GIS omogoča tudi integracijo senzorjev, ki zbirajo podatke o stanju prometa in vremenskih razmerah na kolesarskih poteh. Umetna inteligenca lahko te podatke uporabi za dinamično prilagajanje poti. Na primer, če pride do zastoja na določeni poti ali se pojavijo slabi vremenski pogoji, umetna inteligenca lahko predlaga alternativo, ki omogoča hitrejši in varnejši prevoz. To omogoča kolesarjem, da se izognejo neugodnim razmeram in se prilagajajo spreminjajočim se okoljevim dejavnikom (Pereira et al., 2021).

Z vključitvijo podatkov o varnosti poti, kot so območja z visoko stopnjo nesreč, neustrezna infrastruktura ali območja s slabo osvetlitvijo, GIS in umetna inteligenca omogočata izboljšanje varnosti kolesarjev. Umetna inteligenca lahko z uporabo naprednih analitičnih metod prepozna nevarna območja in priporoči varnejše poti. Ta prilagoditev pripomore k večjemu zaupanju uporabnikov v kolesarsko infrastrukturo, saj omogoča boljše načrtovanje poti, ki upošteva dejavnike, ki vplivajo na varnost (Chien et al., 2020).

Analiza trenutnega stanja

Obstoječi sistemi za optimizacijo kolesarskih poti temeljijo na različnih tehnologijah, ki omogočajo zbiranje in obdelavo podatkov ter ustvarjanje učinkovitih in trajnostnih poti za kolesarje. Ena ključnih tehnologij v teh sistemih so geografski informacijski sistemi (GIS), ki omogočajo vizualizacijo in analizo prostorskih podatkov. GIS se uporablja za identifikacijo najboljših poti, upoštevanje geografskih značilnosti in zagotavljanje informacij o varnosti poti (npr. razmere na cestah, naklon terena, prometne razmere) (Rahim et al., 2021).

Poleg tega so mobilne aplikacije, kot so Google Maps, Komoot in Strava, ključne pri načrtovanju kolesarskih poti. Te aplikacije omogočajo uporabnikom iskanje poti in zagotavljajo informacije o razdaljah, prometnih razmerah, vremenskih napovedih ter drugih dejavnikih, ki vplivajo na potovanje. Uporabniki lahko prav tako delijo podatke o svojih poteh, kar pripomore k izboljšanju sistema s pomočjo množičnih podatkov (Google, 2023; Strava, 2023).

Senzorji za zbiranje podatkov so prav tako pomemben element obstoječih sistemov. Senzorji, postavljeni ob kolesarskih poteh, zbirajo podatke o prometu, hitrostih kolesarjev in gostoti prometa, kar omogoča dinamično prilagoditev in optimizacijo poti. Ti senzorji pomagajo ustvariti bolj natančne napovedi glede razmer na poti in prispevajo k večji varnosti (Zhang et al., 2020).

Google Maps omogoča iskanje poti z upoštevanjem prometnih razmer in geografskih značilnosti (Google, 2023).

Komoot se osredotoča na personalizirane poti, prilagojene specifičnim potrebam kolesarjev, kot so rekreacija, trening ali dolge ture (Komoot, 2023).

Strava, platforma za sledenje aktivnosti, ponuja orodja za analizo poti in primerjavo uspešnosti med uporabniki (Strava, 2023).

Omejitve trenutnih sistemov

Kljub napredku v tehnologijah, ki podpirajo optimizacijo kolesarskih poti, trenutni sistemi naletijo na številne omejitve. Ena največjih omejitev je pomanjkanje dinamičnih prilagoditev. Na primer, trenutni sistemi včasih ne upoštevajo hitro spreminjajočih se razmer, kot so spremembe vremena ali spremembe v prometu v realnem času. Te spremembe lahko vplivajo na varnost poti ali na čas, potreben za potovanje, kar pomeni, da pot ni vedno optimizirana za trenutne pogoje (Liu et al., 2022).

Pomanjkanje natančnih podatkov o varnosti poti je prav tako velika pomanjkljivost. Manjka podrobna analiza varnosti na posameznih odsekih poti. V mnogih primerih ti podatki niso vključeni v osnovne mobilne aplikacije za načrtovanje poti, kar pomeni, da kolesarji morda ne bodo seznanjeni z nevarnostmi na poti, dokler ne pridejo do njih (Yang et al., 2021).

Manjša personalizacija uporabniške izkušnje je še ena omejitev. Obstoječi sistemi pogosto nudijo splošne poti za vse uporabnike, medtem ko ne upoštevajo specifičnih potreb kolesarjev, kot so osebne preference glede vrste poti, telesna pripravljenost, dolžina poti ali celo okoljski dejavniki, kot so onesnaženost zraka (Liu et al., 2022).

Vsak od teh sistemov ima svoje prednosti in omejitve. Google Maps pogosto zanemara manj prometne, a varnejše poti, medtem ko Komoot omogoča večjo prilagodljivost pri izbiri poti. Strava je uporabna za analizo preteklih poti, vendar ne ponuja naprednih orodij za napovedovanje ali optimizacijo prihodnjih poti.

Obstoječi sistemi različno upoštevajo dejavnike, kot so prometne razmere, vreme, tip poti in varnost. Na primer, Google Maps uporablja podatke v realnem času za prikaz prometnih razmer (Google, 2023), medtem ko Komoot omogoča izbiro poti glede na površino, kot so asfalt, makadam ali gozdne poti (Komoot, 2023). Strava se osredotoča predvsem na športne kolesarje, kar pomeni, da manj upošteva vsakodnevne potrebe mestnih kolesarjev (Strava, 2023).

Primeri dobre prakse

V mestih, kot so København, Amsterdam, Singapur, Barcelona in London, so že uvedli sisteme, ki uporabljajo umetno inteligenco za izboljšanje kolesarske infrastrukture in optimizacijo mobilnosti.

Na primer, v Københavnu so uvedli pametne semaforje, ki s pomočjo UI prilagajajo časovne intervale glede na gostoto kolesarskega prometa. Amsterdam uporablja napredne sisteme za zbiranje podatkov o prometu, kar omogoča boljše načrtovanje kolesarskih poti in izboljšanje varnosti. Singapur pa je uvedel pametne kolesarske pasove, ki prilagajajo prometne signale v realnem času, kar povečuje pretočnost kolesarskih poti. Barcelona analizira podatke o kolesarskem prometu in vremenskih razmerah za optimizacijo kolesarskih poti, medtem ko London uporablja pametne semaforje za boljše usklajevanje prometa in večjo varnost kolesarjev.

V Københavnu so pametni semaforji, ki uporabljajo UI za prilagajanje časovnih intervalov glede na gostoto kolesarskega prometa, postali ključni del mestne strategije za izboljšanje kolesarske infrastrukture. S pomočjo umetne inteligence se semaforji prilagajajo realnim razmeram na cesti, kar omogoča večjo pretočnost prometa in zmanjšanje čakanja na semaforjih za kolesarje (Copenhagen Solutions Lab, 2020). Sistem uporablja podatke v realnem času, ki jih pridobivajo senzorji za spremljanje gostote kolesarjev, ter algoritme, ki napovedujejo najbolj optimalne časovne intervale za prehod. Ta prilagodljiv pristop povečuje varnost, saj omogoča boljše usklajevanje kolesarskega prometa s preostalim prometom, hkrati pa zmanjšuje emisije CO₂, ker zmanjša potrebo po nepotrebnem čakanju na semaforjih (City of Copenhagen, 2020).

Podobno se v Amsterdamu uporablja napreden sistem za zbiranje podatkov o prometu, ki omogoča natančnejše načrtovanje kolesarskih poti in izboljšanje varnosti kolesarjev. Sistem vključuje uporabo senzorjev, kamer in podatkov o vremenskih razmerah za spremljanje prometa in detekcijo morebitnih nevarnosti, kot so zastoji, ovire na poti ali nezgode. Podatki se nato obdelujejo s pomočjo umetne inteligence, ki omogoča analizo vzorcev v prometu, prepoznavanje trendov in napovedovanje morebitnih težav. Ta pristop omogoča izboljšanje načrtovanja in optimizacijo kolesarskih poti ter večjo varnost, saj kolesarji dobijo bolj natančna obvestila o prometnih razmerah in morebitnih nevarnostih (Amsterdam Smart City, 2022). Kljub temu pa sistem v Amsterdamu upošteva tudi trajnostne vidike, saj

omogoča boljše usklajevanje različnih oblik mobilnosti, kar vodi k bolj učinkovitemu prometu. Uporaba umetne inteligence v tem kontekstu zagotavlja, da so kolesarske poti natančneje prilagojene potrebam kolesarjev in drugih udeležencev v prometu, kar povečuje uporabniško izkušnjo in varnost.

Singapur je znan po svoji napredni infrastrukturi in uporabi tehnologij za izboljšanje mobilnosti. Mesto je uvedlo pametne kolesarske pasove, ki vključujejo senzorje za spremljanje gostote prometa in prilagajanje semaforških ciklov v realnem času. Sistem uporablja UI za analizo podatkov o prometu, vremenskih razmerah in drugih dejavnikih, da optimizira kolesarske poti in zagotovi varnejše okolje za kolesarje. Ta pristop omogoča dinamično prilagajanje prometnih signalov, kar zmanjšuje zastoje in povečuje pretočnost kolesarskih poti (City of Singapore, 2024).

Barcelona je uvedla napreden sistem za zbiranje in analizo podatkov o kolesarskem prometu. S pomočjo UI analizira podatke iz različnih virov, vključno s senzorji na kolesarskih poteh, mobilnimi aplikacijami in podatki o vremenskih razmerah. Ta analiza omogoča mestnim oblastem, da prepoznajo najbolj obremenjena območja, prilagodijo kolesarske poti in izboljšajo infrastrukturo, kar povečuje varnost in udobje kolesarjev. Poleg tega se UI uporablja za napovedovanje prometnih vzorcev, kar omogoča proaktivno prilagajanje kolesarskih poti in zmanjšanje zastojev (Bibri & Krogstie, 2020; Chiscano & Darcy, 2022).

London je uvedel pametne semaforje, ki uporabljajo UI za prilagajanje semaforških ciklov glede na gostoto prometa, vključno s kolesarskim prometom. Sistem analizira podatke v realnem času, da optimizira pretok prometa in zmanjša čakalne dobe za kolesarje. Poleg tega se UI uporablja za analizo podatkov o nesrečah in nevarnih območjih, kar omogoča izboljšanje varnosti kolesarjev z usmerjanjem prometa in prilagajanjem infrastrukture (City of London, 2024).

Sistemi, ki uporabljajo umetno inteligenco (UI) za optimizacijo kolesarskih poti in infrastrukture, so že v polnem razmahu v mestih, kot so København, Amsterdam, Singapur, Barcelona in London.

Ti primeri jasno kažejo, kako umetna inteligenca ne le optimizira kolesarske poti, temveč pomembno prispeva tudi k ustvarjanju trajnostnih mestnih mobilnostnih rešitev, večji varnosti in boljši uporabniški izkušnji za kolesarje. Takšni sistemi omogočajo, da so mesta bolj prilagodljiva in odzivna na potrebe kolesarjev, kar posledično spodbuja večjo uporabo koles kot trajnostnega načina prevoza.

Umetna inteligenca omogoča prilagodljivost in odzivnost prometnih sistemov na spreminjajoče se razmere, kar je ključno za zagotavljanje boljše uporabniške izkušnje kolesarjev. Uporaba umetne inteligence omogoča kolesarjem, da so vedno obveščeni o trenutnih prometnih razmerah, morebitnih ovirah na poti ter prejema priporočila za varnejše alternative. Ta sistem ne le da povečuje varnost, ampak tudi spodbuja večjo uporabo koles kot trajnostnega načina prevoza, saj zmanjša potrebo po uporabi motornih vozil in pripomore k zmanjšanju emisij. S tem se izboljša kakovost zraka in zmanjša prometni zastoj v urbanih območjih, kar posledično vodi v bolj zdrava in trajnostna mesta.

Aplikacije, ki uporabljajo umetno inteligenco za optimizacijo kolesarskih poti

Aplikacije, kot so CycleAI, BikeSmart, Google Maps, Komoot in Strava, ponujajo napredne rešitve za optimizacijo kolesarskih poti, ki temeljijo na umetni inteligenci. Te aplikacije omogočajo kolesarjem boljšo uporabniško izkušnjo, večjo varnost in večjo učinkovitost pri izbiri poti.

CycleAI je aplikacija, ki uporablja umetno inteligenco za analizo različnih dejavnikov, kot so prometni podatki, vremenske razmere in dogodki v realnem času. Na podlagi teh informacij CycleAI predlaga najhitrejše, najvarnejše in najprimernejše poti za kolesarje. Z uporabo naprednih algoritmov strojnega učenja aplikacija natančno napoveduje prometne zastoje, spremembe v vremenskih razmerah in druge pomembne spremenljivke, da bi kolesarjem omogočila optimalne odločitve glede poti. To zagotavlja kolesarjem, da se izognejo nevarnostim in povečajo svojo učinkovitost med vožnjo (CycleAI, 2023).

BikeSmart uporablja napredne senzorje za zaznavanje ovir na poti, kot so poškodovan asfalt, slaba vremenska napoved ali nevarne razmere. Ko aplikacija zazna nevarnost, takoj pošlje opozorilo kolesarju, kar mu omogoči, da se pravočasno odzove in prilagodi svojo pot. Poleg tega BikeSmart omogoča zbiranje podatkov o prometu in analizo teh podatkov za nadaljnjo optimizacijo kolesarskih poti. Aplikacija pripomore k večji varnosti in boljši izkušnji, še posebej na bolj prometnih območjih (BikeSmart, 2024).

Google Maps ponuja rešitve za kolesarje s pomočjo umetne inteligence, ki omogoča prilagodljive poti glede na trenutne prometne razmere, vremensko napoved in druge dejavnike, kot so dela na cesti ali ovire na poti. Google Maps analizira podatke v realnem času, da ponudi najboljšo možno pot, ki upošteva tako prometne zastoje kot druge spremenljive dejavnike. S svojo široko uporabnostjo in integracijo s številnimi napravami omogoča kolesarjem hitro in enostavno izbiro najprimernejše poti (Google Maps, 2024).

Komoot je aplikacija, ki omogoča kolesarjem, da izberejo poti na podlagi njihovih specifičnih potreb, kot so tip poti (asfalt, makadam ali gozdne poti), dolžina poti in težavnost. Komoot uporablja napredno analitiko za prilagoditev poti glede na okoljske in prometne razmere ter uporabniške preference. Poleg tega omogoča prilagajanje poti na podlagi vremenske napovedi in sprememb v prometu, kar pomeni, da aplikacija sodeluje z drugimi podatkovnimi viri za optimizacijo poti (Komoot, 2024).

Strava je platforma za spremljanje kolesarskih aktivnosti, ki ponuja tudi analizo preteklih poti in primerjavo uspešnosti med uporabniki. Z uporabo umetne inteligence Strava omogoča kolesarjem, da analizirajo svoje treninge, se primerjajo z drugimi in iščejo najboljše poti za svoje aktivnosti. Strava ne ponuja naprednih funkcij za napovedovanje poti v realnem času, vendar je izjemno uporabna za analizo preteklih podatkov o aktivnostih, kar omogoča optimizacijo prihodnjih odločitev (Strava, 2024).

Te aplikacije skupaj omogočajo varnejšo, učinkovitejšo in trajnostno mobilnost. Kolesarji so obveščeni o trenutnih prometnih razmerah, morebitnih ovirah na poti in priporočilih za varnejše alternative. Uporaba teh aplikacij pripomore k večji uporabi koles kot trajnostnega načina prevoza, kar zmanjšuje emisije, izboljšuje kakovost zraka in zmanjšuje prometne zastoje v urbanih območjih.

Zaključek

V raziskavi sem se osredotočil na uporabo umetne inteligence pri načrtovanju in optimizaciji kolesarskih poti, z namenom izboljšanja trajnostne mobilnosti, varnosti in uporabniške izkušnje kolesarjev na kolesarskih poteh.

Ugotovil sem, da UI omogoča prilagodljivost in dinamično optimizacijo kolesarskih poti v realnem času, kar pripomore k večji varnosti kolesarjev in učinkovitosti mestne mobilnosti. Pomemben vidik umetne inteligence pri tem je vključitev naprednih metod strojnega učenja, kot so globoko učenje in prediktivna analitika, ki omogočajo natančno prilagoditev poti glede na spremenljive dejavnike, kot so promet, vreme in teren. Kljub temu pa trenutni sistemi še vedno naletijo na določene omejitve, ki se nanašajo predvsem na pomanjkanje dinamičnih prilagoditev in nezadostno personalizacijo uporabniške izkušnje.

Analiziral sem primere velikih in naprednih mest s področja uporabe UI v prometu: København, Amsterdam, Barcelona, Singapur in London, ki že uporabljajo napredne tehnologije za zbiranje podatkov in optimizacijo kolesarskih poti, vendar ugotavljam, da ti sistemi še vedno niso popolnoma prilagodljivi na hitro spreminjajoče se razmere. V nekaterih primerih sistemi, ki temeljijo na statičnih algoritmih, kot so Dijkstra in A*, še vedno prevladujejo, kar zmanjšuje njihovo učinkovitost v dinamičnih razmerah, kot so nenadne vremenske spremembe. Poleg tega trenutni sistemi pogosto ne ponujajo dovolj podrobnih informacij o varnosti poti za nekatere odseke, kar lahko zmanjša njihovo uporabnost, še posebej za kolesarje, ki iščejo najvarnejše poti.

Na podlagi teh ugotovitev sem zaključil, da umetna inteligenca igra ključno vlogo pri razvoju naprednih sistemov za optimizacijo kolesarskih poti, vendar njen polni potencial lahko izkoristimo šele z večjo integracijo naprednih tehnologij, kot so strojno učenje, globoko učenje in napredna analiza podatkov. Pri tem je pomembno, da se algoritmi za optimizacijo poti prilagodijo specifičnim potrebam uporabnikov, kar omogoča bolj personalizirane in fleksibilne rešitve.

Sistemom za optimizacijo kolesarskih poti bi bilo smiselno dodati večjo dinamičnost in zmožnost še hitrejšega realnega prilagajanja na temelju sprememb v prometu, vremenu ali drugih nenadnih spremenljivih dejavnikih. Povečanje uporabe naprednih metod strojnega učenja lahko pomaga pri tem, saj omogoča hitrejšo in natančnejšo prilagoditve poti. Prav tako je priporočljivo, da se še naprej razvijajo tehnologije za zbiranje podatkov, kot so senzorji, mobilne aplikacije in geografski informacijski sistemi (GIS), ki omogočajo boljšo analizo in napovedovanje potreb uporabnikov.

Za nadaljnje raziskave bi bilo smiselno izvajati empirične študije, ki vključujejo testiranje različnih algoritmov v realnem okolju, da bi natančneje ocenili njihov vpliv na učinkovitost in varnost kolesarskih poti. Hkrati bi bilo koristno raziskati integracijo različnih metod strojnega učenja in njihovih sodelovanj v realnem času, kar bi lahko pripomoglo k izboljšanju uporabniške izkušnje in povečanju trajnosti mestne mobilnosti. Na ta način bi lahko razvili še bolj učinkovite in prilagodljive rešitve, ki bi kolesarjenje naredile še varnejše in bolj udobno za uporabnike po vsem svetu.

Lahko trdim, da umetna inteligenca predstavlja pomemben korak v prihodnosti mobilnosti, vendar bo njen polni potencial mogoče izkoristiti šele ob večji integraciji naprednih tehnologij, ki bodo omogočile natančnejše, hitrejšo in bolj prilagodljive sisteme za optimizacijo kolesarskih poti. S tem bo mogoče doseči še bolj trajnostne, varne in učinkovite sisteme kolesarske mobilnosti v mestih.

Viri:

1. Amsterdam Smart City. (2022). Data-Driven Mobility: A Smarter City for Cyclists. Pridobljeno s: <https://www.amsterdamsmartcity.com>
2. BikeSmart. (2024). Safety on Two Wheels: The Role of Smart Sensors for Cyclists. Pridobljeno s: <https://www.bikesmart.com>
3. Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2020). The emerging data-driven smart city and its innovative applied solutions for sustainability: The cases of London and Barcelona. *Energy Informatics*, 3(1), 1–42. doi:10.1186/s42162-020-00108-6
4. Chien, S., Ding, Y., & Wei, C. (2020). A real-time bicycle path monitoring system based on GIS and sensor networks. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 116, 102681.
5. Chiscano, M. C., & Darcy, S. (2022). An accessible and inclusive public transportation management response to COVID-19 through a co-creation process with people with disability. The case of Metro Barcelona. *Research in Transportation Business and Management*, 24(C), 1–12. doi:10.1016/j.rtbm.2022.100880
6. City of Copenhagen. (2020). Smart Traffic Solutions for Sustainable Mobility. Pridobljeno s: <https://www.copenhagen.dk>
7. City of London. (2024). Smart Traffic Management Systems
8. City of Singapore. (2024). Smart Mobility Initiatives.
9. CycleAI. (2023). AI-Powered Cycling: Optimizing Routes for Safety and Efficiency. Pridobljeno s: <https://www.cycleai.com>
10. Copenhagen Solutions Lab. (2020). Intelligent Traffic Management in Copenhagen: The Role of Smart Traffic Lights. Pridobljeno s: <https://www.solutionslab.dk>
11. Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1(1), 269–271.
12. Gehl, J. (2013). *Cities for People*. Island Press.
13. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
14. Google. (2023). Google Maps. Pridobljeno s: <https://www.google.com/maps>
15. Google Maps. (2024). Smart Navigation for Cyclists: Real-Time Adjustments for Optimal Routes. Pridobljeno s: <https://maps.google.com>
16. Gutiérrez, J., & Calabrese, F. (2021). Urban cycling network design and optimization using geospatial data and artificial intelligence techniques. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 145, 236-250.
17. Hart, P. E., Nilsson, N. J., & Raphael, B. (1968). A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 4(2), 100–107.
18. Komoot. (2023). Komoot. Pridobljeno s: <https://www.komoot.com>
19. Komoot. (2024). Smart Navigation for Cyclists: How AI Enhances Your Ride. Pridobljeno s: <https://www.komoot.com>
20. Pereira, F., Silva, A., & Rodrigues, D. (2021). Smart city solutions for urban mobility: A case study of smart cycling routes. *Sustainability*, 13(7), 3752.
21. Russell, S., & Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (3rd ed.). Prentice Hall.
22. Saeed, T. U., Burris, M. W., Kim, D., & Farzaneh, R. (2021). Investigating the potential of AI-based solutions for bike-sharing systems. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 148, 141–159.
23. Siriwardena, M., & Senevirathna, A. (2019). GIS-based cycling route optimization and analysis. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 8(2), 115-126.
24. Strava. (2023). Strava. Pridobljeno s: <https://www.strava.com>
25. Strava. (2024). Cycling Performance and Navigation Tools: A Look at Strava's Features. Pridobljeno s: <https://www.strava.com>
26. Zhang, S. (2020). Geographic Information Systems (GIS) and the future of urban mobility. *Journal of Urban Technology*, 27(4), 3-20.

IGOR SKUKAN študent 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: umetna inteligenca v varnostnih sistemih za vozila je zelo pomembna, saj teži k zmanjševanju prometnih nesreč. Kljub temu, da se trend uporabe umetne inteligence povečuje, se v avtomobilski industriji temu prilagajajo in poskušajo najti načine za ugoditev tako voznikom, kot ostalim udeležencem prometa. Za voznike, uporabnike vozil z umetno inteligenco je pomembno le, da se zavedajo, da umetna inteligenca nikoli ne bo nadomestila človeških sposobnosti.

Ključne besede: umetna inteligenca, varnostni sistemi, prometne nesreče, vozila.

VLOGA UMETNE INTELIGENCE PRI IZBOLJŠANJU VARNOSTNIH SISTEMOV V VOZILIH

Uvod

Varnostni sistemi v sodobnih vozilih so se v zadnjih desetletjih bistveno razvili, pri čemer ima umetna inteligenca (UI) ključno vlogo. Uvedba naprednih tehnologij temelji na sposobnosti UI, da obdeluje velike količine podatkov v realnem času, kar omogoča izboljšanje prepoznavanja nevarnosti, hitrejše odzivanje na prometne situacije in zmanjšanje števila prometnih nesreč.

Eden izmed glavnih prispevkov UI je razvoj sistemov za pomoč vozniku (ADAS, angl. Advanced Driver Assistance Systems). Ti vključujejo funkcije, kot so samodejno zaviranje v sili, pomoč pri ohranjanju voznega pasu in prilagodljivi tempomat. Algoritmi strojnega učenja omogočajo prepoznavanje in interpretacijo kompleksnih prometnih situacij, kot so nenadne spremembe voznih razmer ali prisotnost ranljivih udeležencev v prometu, kot so pešci in kolesarji (Avtomobilizem, b. d.).

Poleg tega se UI uporablja pri analizi vedenja voznika. Na primer, sistemi za prepoznavanje utrujenosti spremljajo gibe oči, obraza in položaj telesa ter voznika opozarjajo, kadar je zaznana nevarnost zaspanosti. Z naprednimi senzorji in kamerami UI tudi omogoča neprekinjen nadzor nad okolico vozila, kar zmanjšuje možnost nesreč zaradi mrtvih kotov.

Pomemben preboj v avtomobilski industriji je razvoj avtonomnih vozil, ki temeljijo na umetni inteligenci. Ti sistemi uporabljajo tehnologije, kot so računalniški vid, nevralne mreže in algoritme za odločanje, za popolnoma avtonomno upravljanje vozila. Z integracijo teh sistemov se pričakuje drastično zmanjšanje človeških napak, ki so glavni vzrok prometnih nesreč (Gregorčič, 2017).

Statistični podatki kažejo, da lahko uporaba naprednih varnostnih sistemov zmanjša število prometnih nesreč, pri čemer avtonomna vozila obetajo še večjo varnost v prihodnosti. Kljub temu pa so potrebne dodatne raziskave za odpravo tehnoloških omejitev, kot so zanesljivost delovanja v izjemnih vremenskih razmerah in etična vprašanja pri odločanju v kompleksnih situacijah.

Z integracijo umetne inteligence v varnostne sisteme vozil se ne izboljšuje le prometna varnost, temveč se zmanjšujejo tudi stroški, povezani z nesrečami, ter povečuje zaupanje uporabnikov v prihodnost avtonomne mobilnosti. Vloga UI tako ostaja ključna pri razvoju bolj varnega in zanesljivega prometnega sistema (Napredni asistenčni sistemi, b. d.).

Pri raziskovanju vloge UI pri izboljšanju varnostnih sistemov v vozilih me zanima, ali UI pripomore k preprečevanju prometnih nesreč ali je to le trženjski pristop in inovativnost proizvajalcev vozil?

Teoretično ozadje

Umetna inteligenca

Umetna inteligenca (AI) je interdisciplinarna znanost, ki se osredotoča na razvoj programov in sistemov za izvajanje nalog, ki običajno zahtevajo človeške intelektualne sposobnosti. Sem spadajo naloge, kot so prepoznavanje govora, učenje, načrtovanje, razumevanje naravnega jezika, poznavanje in interpretacija okolja ter reševanje problemov. (McCarthy, 2004).

Umetna inteligenca (UI) omogoča strojem, da »razmišljajo« podobno kot ljudje, ki se samostojno uporabljajo ter izboljšajo svoje sposobnosti brez potrebe po neposrednem človeškem posegu. Njene teoretične temelje je že leta 1950 postavil Alan Turing v svojem članku, kjer je predstavil Turingov test za ocenjevanje inteligentnega vodenja strojev (Turing, 1950).

Umetno inteligenco tvorijo številni dejavniki, ki prispevajo k njenemu brezhibnemu delovanju. Analiza sestavnih delov, kot so učenje, utemeljevanje in odločanje, reševanje problemov ter zaznavanje, omogoča boljšo predstavo o tem, kako UI deluje in kako lahko koristi podjetjem in posameznikom (Zavadskaya, 2017).

Med letoma 1960 in 1990 je UI doživela obdobje močnega zanimanja, ki je sledilo tako obdobju stagnacije. Prelomnica za ponovni vzpon UI je nastopila z razvojem naprednih algoritmov, kot so nevronske mreže, tehnološkim napredkom v računalniški zmogljivosti in širjenjem praktičnih aplikacij. Danes se umetna inteligenca nenehno razvija z ambicijo ustvariti sisteme, ki bodo obvladovali širok spekter nalog, še bolj integrirali tehnologijo v vsakodnevno življenje in ljudem olajšali delo ter povečali njihovo učinkovitost.

Umetno inteligenco se bi lahko uporabljalo v zdravstvu na namen razvoja zdravil in napovedovanje bolezni, v poslovanju za analizo podatkov in avtomatizacijo procesov ter v industriji za upravljanje z roboti in optimizacijo proizvodnih procesov.

Umetno inteligenco bi lahko razdelili v sedem podskupin kot je to naredil psiholog Howard Gardner (1999):

- jezikovna inteligenca,
- logično-matematična inteligenca,
- glasbena inteligenca,
- telesno-gibalna inteligenca,
- prostorsko-vizualna inteligenca,
- interpersonalna inteligenca in
- intrapersonalna inteligenca.

Varnostni sistemi v vozilih

Varnostni sistemi v vozilih so tehnologije in rešitve, ki zmanjšujejo tveganje za nesreče, varujejo potnike ter zmanjšujejo posledice trkov. Ti sistemi vključujejo:

- Pasivne varnostne sisteme, kot so varnostni pasovi, zračne blazine in ojačana konstrukcija vozila.
- Aktivne varnostne sisteme, ki preprečujejo nesreče, kot so ABS (sistem proti blokiranju koles), ESP (elektronski program stabilnosti), sistemi za pomoč pri zaviranju in opozarjanje pred trkom (Ocenjevanje asistenčnih sistemov, 2020).
- Napredni sistem za pomoč voznikom (ADAS)
- Sistemi za zaznavanje voznika

Raziskava

Primeri vloge umetne inteligence pri izboljšanju varnostnih sistemov v vozilih

- Samovozeča vozila: Napredni UI-algoritmi obdelujejo podatke iz radarjev, lidarjev, kamer in senzorjev za natančno prepoznavanje okolice ter preprečevanje trkov.
- Primer: Tesla uporablja nevronske mreže za analizo prometa in prilagoditev vožnje v realnem času. Sistemi za preprečevanje utrujenosti voznika: UI prepozna znake zaspanosti (npr. pogostejše zapiranje oči) in opozori voznika.
- Primer: Mercedes-Benz "Attention Assist".
- Avtonomni zasilni sistemi: Sistemi za samodejno zaviranje in manevriranje za preprečitev nesreč.
- Primer: Volvo City Safety uporablja UI za zaznavanje pešcev, kolesarjev in vozil.
- Varnostna analiza v realnem času: UI spremlja vedenje drugih voznikov in ocenjuje tveganja za nesreče (Umetna inteligenca, 2023).

Pomanjkljivosti varnostnih sistemov v povezavi z umetno inteligenco

- Nezanesljivost pri analizi podatkov: Sistemi, ki temeljijo na umetni inteligenci (UI), kot so kamere in senzorji za prepoznavanje okolice, lahko odpovedo v slabih vremenskih razmerah (npr. megla, močan dež) ali zaradi nepravilnega vzdrževanja opreme.
- Lažni alarmi: Sistemi za opozarjanje pred trkom lahko sprožijo napačne alarme, kar vodi do nezaupanja uporabnikov in zmanjšane učinkovitosti.

- Kibernetska varnost: UI-sistemi so ranljivi za kibernetske napade, ki lahko prevzamejo nadzor nad varnostnimi funkcijami vozila (Umetna inteligenca, 2023).
- Zasnova in odločitve AI: Sistemi so lahko pristranski zaradi nepopolnih ali omejenih podatkov med usposabljanjem, kar vpliva na njihove reakcije v nepredvidenih situacijah.
- Prevelika odvisnost od tehnologije: Vozniki se lahko preveč zanašajo na varnostne sisteme in zmanjšajo svojo pozornost na vožnjo, kar povečuje tveganje za nesreče (Ocenjevanje asistenčnih sistemov, 2020).

Tabela 1: Analiza prometnih nesreč z uporabo UI in brez uporabe UI

	BREZ UPORABE UI	Z UPORABO UI
Zaznavanje nevarnosti	Reakcija voznika temelji na vizualnem in slušnem zaznavanju.	Algoritmi UI analizirajo podatke iz senzorjev in zaznajo nevarnosti hitreje kot človek.
Preprečevanje trkov	Sistem zaviranja je odvisen od reakcijskega časa voznika.	Samodejno zaviranje ob zaznavi ovire (npr. pešca, vozila).
Napake voznika	Pogoste napake zaradi utrujenosti, nepozornosti ali napačne ocene situacije.	Sistemi za prepoznavanje utrujenosti ali distrakcije opozorijo voznika.
Odziv na nepredvidene dogodke	Omejeno na zmožnosti voznika in osnovnih varnostnih sistemov.	Avtonomni sistemi prilagodijo vožnjo v realnem času glede na situacijo.
Statistika nesreč	Višja stopnja nesreč zaradi počasnih reakcij ali človeških napak.	Zmanjšanje nesreč za do 20 – 40 % v vozilih z naprednimi UI-sistemi.
Primeri uporabe	ABS, zračne blazine.	Avtonomno zaviranje, prepoznavanje okolice, samo vozeča vozila.

(Digitalni kompas do leta 2030: evropska pot v digitalno desetletje, 2021).

(Korporativna varnost, 2023).

Analiza prometnih nesreč z uporabo umetne inteligence omogoča obdelavo velikih količin podatkov, napovedovanje tveganj v realnem času ter visoko natančnost s pomočjo algoritma strojnega učenja in globokega učenja, medtem ko tradicionalna analiza brez umetne inteligence temelji na statističnih metodah in ročnih pregledih, ki so enostavni za uporabo, a manj prilagodljivi in manj učinkoviti.

Sklep in odgovor na raziskovalno vprašanje

Menim, da je vloga umetne inteligence pri izboljšanju varnostnih sistemov v vozilih ključnega področja raziskovanja, saj je njen vpliv na preprečevanje in zmanjševanje prometnih nesreč izjemno pomemben. Z vključevanjem umetne inteligence v varnostne sisteme vozil ne izboljšujemo zgolj njihove varnosti, temveč tudi udobje vožnje, kar ima pozitiven učinek na psihično stanje voznika. Bolj sproščeni in samozavestni vozniki se lažje osredotočijo na vožnjo, kar prispeva k mirnejšemu in boljšemu prehodu na cesto. To pomeni, da UI ne vpliva zgolj na tehnične vidike varnosti, ampak posredno tudi na človeški dejavnik, ki je pogosto odločen pri razvoju umetne inteligence v najnovejših avtonomnih in samovoznih vozilih se zdi ključna pomena, da te sisteme še dodatno nadgradimo in prilagodimo. Nepredvidljive vremenske razmere, kot tako močan dež, sneg ali megla, ter različne vrste infrastrukture in kakovosti cestišč pogosto povzročajo težave pri poznavanju okolja. Ti izzivi lahko vplivajo na pravilnost in pravočasnost odzivov vozil, kar povzroči tveganje za hude in posledične nesreče. Zato je potrebno posebno pozornost nameniti izboljšavam senzorjev, algoritmov za prepoznavanje okolja in možnosti teh sistemov.

Kljub tem izzivom raziskave in praktične izkušnje potrjujejo, da je vloga umetne inteligence ključna pri razvoju varnejšega in zanesljivejšega prometnega sistema. Njena osrednja naloga je preprečevanje nesreč in drastično zmanjšanje njihovega števila, kar se že odraža v uporabi naprednih sistemov za pomoč voznikom (ADAS) v sodobnih vozilih. Ti sistemi, ki vključujejo funkcije, kot so izključno zaviranje v sili, prilagodljivi tempomat in pomoč pri ohranjanju voznega pasu, pomembno izboljšajo varnost na cestah. Po pisanju članka in opravljeni raziskavi ugotavlja, da je vloga UI ključna pri razvoju bolj varnega in zanesljivega prometnega sistema, saj teži k ključni stvari, to je preprečitev in drastično zmanjšanje prometnih nesreč. Kljub dobrim razvojem UI, pa se moramo ljudje in vozniki zavedati, da UI ni nadomestilo in nikoli ne bo nadomestilo človeške inteligence.

Zaključek

Umetna inteligenca predstavlja ključni element pri razvoju sodobnih varnostnih sistemov v vozilih, saj omogoča boljše zaznavanje, analizo in ukrepanje v prometu. Kljub nekaterim pomanjkljivostim, kot so nezanesljivost v ekstremnih razmerah in ranljivost za kibernetiske grožnje, je njen doprinos k zmanjšanju prometnih nesreč in izboljšanju varnosti potnikov nesporen. V prihodnosti bo razvoj varnostnih sistemov v vozilih še bolj temeljil na integraciji umetne inteligence in povečani zanesljivosti teh tehnologij.

Viri in literatura:

1. Kako delujejo sodobni varnostni sistemi v avtomobilih. (b. d.). Avtomobilizem. <https://kukul.si/kako-delujejo-sodobni-varnostni-sistemi-v-avtomobilih/>
2. McCarthy, J. (2004). What is Artificial Intelligence? Stanford: Stanford University.
3. Gardner H. (1999). INTELLIGENCE REFRAMED. Multiple intelligences from the 21st Century.
4. Zavadskaya, A. (2017). Artificial Intelligence in Finance: Forecasting Stock Market Returns Using Artificial Intelligence. Helsinki: Hanken School of Economics.
5. Gregorčič, J. (2017). Umetna inteligenca: kako gleda, misli in sam vozi audi A8?. S.AVTOMOTO. <https://siol.net/avtomoto/tehnika/umetna-inteligenca-kako-gleda-misli-in-sam-vozi-audi-a8-video-446001>.
6. Napredni asistenčni sistemi – NAS. (b. d.). AMZS. <https://www.amzs.si/varnost/projekti-in-kampanje/napredni-asistencni-sistemi-nas>.
7. Umetna inteligenca. (b. d.). Wikipedia. https://sl.wikipedia.org/wiki/Umetna_inteligenca.
8. Kaj je umetna inteligenca in kako se uporablja v praksi?. (2020). Evropski parlament. <https://www.europarl.europa.eu/topics/sl/article/20200827STO85804/kaj-je-umetna-inteligenca-in-kako-se-uporablja-v-praksi>.
9. Varnost: Euro NCAP. (2020). AMZS. Ocenjevanje asistenčnih sistemov. <https://www.amzs.si/motorevija/mobilnost/promet/2020-11-05-varnost-euro-ncap-ocenjevanje-asistencnih-sistemov>
10. Umetna inteligenca. (2023). Porsche Slovenija. <https://www.poslo.si/aktualno/novice/umetna-inteligenca-v-avtomobilski-industriji>
11. Digitalni kompas do leta 2030: evropska pot v digitalno desetletje. (2021). Evropska komisija. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL-EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0118>
12. Korporativna varnost. (2023). Inštitut za korporativne varnostne študije. Tradicionalna 14. mednarodna konferenca »Dnevi korporativne varnosti 2023«. <https://www.ics-institut.si/assets/uploads/revija/31-%C5%A1tevilka/31-stevilka-revije-Korporativna-varnost.pdf>.

KATJA STIPLOVŠEK / študentka 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: Umetna inteligenca (UI) revolucionarno spreminja logistiko, saj omogoča natančnejše napovedovanje povpraševanja. S pomočjo analiz velikih količin podatkov, prepoznavanja vzorcev ter prediktivne analitike UI izboljšuje učinkovitost zalog in storitev, poleg vseh prednosti, ki jih prinaša, pa se podjetja soočajo tudi omejitvami in izzivi pri implementaciji UI.

Ključne besede: umetna inteligenca, povpraševanje v logistiki, logistika, napovedovanje povpraševanja, omejitve in izzivi.

KAKO UMETNA INTELIGENCA POMAGA PRI NAPOVEDOVANJU POVPRAŠEVANJA V LOGISTIKI

Uvod

Umetna inteligenca (UI) ima ključno vlogo pri izboljševanju različnih procesov v današnjem poslovnem okolju, ki je polno izzivov in priložnosti. Logistika je eno izmed najpomembnejših področij, kjer UI prinaša pomembne koristi. Napovedovanje povpraševanja je ključnega pomena za učinkovito upravljanje zalog, optimizacijo skladišč in pravočasno dostavo blaga. Umetna inteligenca omogoča natančnejše in hitrejše napovedovanje povpraševanja, kar prinaša številne prednosti za podjetja. Umetna inteligenca lahko pomaga pri napovedovanju povpraševanja na več različnih načinov, nas pa zanima, s kakšnimi izzivi in omejitvami pri implementaciji UI v logistiki srečujejo in soočajo v podjetjih in kakšne so prednosti uporabe UI pri napovedovanju povpraševanja v logistiki?

Umetna inteligenca

»Umetna inteligenca (UI) je področje računalniške znanosti, ki se ukvarja s tem, kako lahko računalniki posnemajo človeško inteligenco. Gre za tehnologijo, ki omogoča računalnikom, da se učijo, razmišljajo in sprejemajo odločitve na podoben način kot ljudje. UI temelji na algoritmi in modelih, ki omogočajo računalnikom, da analizirajo podatke, prepoznajo vzorce, se učijo iz izkušenj ter izvajajo naloge, ki običajno zahtevajo človeško inteligenco. To lahko vključuje prepoznavanje slik, razumevanje naravnega jezika, samodejno prevajanje, napovedovanje rezultatov, optimizacijo procesov in še veliko več.« (Ivanuša – Bezjak; Kosec; Kolenc, 2024)

Evropski parlament definira UI: »Umetna inteligenca je sposobnost stroja, da posnema človeške sposobnosti, kot sta logično razmišljanje, učenje, načrtovanje in ustvarjalnost.«

Začetek umetne inteligence sega v 20. stoletje, ko so se razvile prve tehnike avtomatizacije in povezovanje naprav in sistemov. V 90. letih prejšnjega stoletja pa se je zgodil pomemben mejnik - internet, ki je začel vzpostaviti komunikacijo med različnimi napravami.

V naslednjih desetletjih so napredek na področju računalniške moči, podatkovnih skladišč in algoritmov omogočili razvoj naprednejših oblik umetne inteligence. Z uvedbo strojnega učenja in nevronske mreže so UI sistemi postali sposobni analizirati velike količine podatkov, prepoznavati vzorce in se samostojno učiti. S tem so se odprle nove možnosti za avtomatizacijo in optimizacijo procesov v različnih panogah, vključno z zdravstvom, financami, proizvodnjo in logistiko.

Danes umetna inteligenca vključuje številne napredne tehnologije, kot so globoko učenje, obdelava naravnega jezika, računalniški vid in robotika. Te tehnologije omogočajo, da UI sistemi izvajajo naloge, ki so bile prej rezervirane za ljudi, in prinašajo inovacije v številne vidike našega vsakdanjega življenja. V prihodnosti lahko pričakujemo, da bo umetna inteligenca še naprej napredovala in postajala vse bolj integrirana v naše družbe, pri čemer bo igrala ključno vlogo pri reševanju globalnih izzivov in izboljšanju kakovosti življenja.

Izzivi in omejitve pri implementaciji UI

Integracija umetne inteligence v upravljanje dobavne verige napoveduje revolucijo v operativni učinkovitosti, natančnosti napovedovanja in splošni prilagodljivosti. Pri vsakem uvajanju novosti pa se pojavljajo izzivi in premisleki, ki so lahko večplastni, od tehničnih do organizacijskih in etičnih do strateških.

1. TEHNIČNI IZZIVI

Eden temeljnih izzivov je kakovost in integracija podatkov, in ker UI temelji na bazah podatkov, je pomembno, da so le-ti dovolj obsežni in visokokakovostni. V številnih dobavnih verigah so podatki razpršeni, nenatančni ali slabe kakovosti, zaradi česar algoritmi umetne inteligence težko ustvarijo natančne vpogled. Zaradi integracije različnih podatkovnih virov v dobavni verigi pa so potrebne tudi precejšnje naložbe v podatkovno infrastrukturo in upravljanje okvirov za zagotovitev točnih, pravočasnih in dostopnih podatkov.

Marsikatero podjetje pa ima nemalo pomislekov glede stroškov in donosnosti naložbe. Začetna naložba je lahko velika in ne zajema samo tehnologije, ampak tudi povezane spremembe v infrastrukturi, procesih in razvoju spretnosti. Potrebna je ocena potencialne donosnosti pri čemer morajo upoštevati neposredne finančne dobičke in posredne koristi, kot sta večja prilagodljivost in zadovoljstvo strank. To zahteva strateški pristop za dajanje prednosti pobudam umetne inteligence, ki so v skladu s poslovnimi cilji in ponujajo jasne predloge vrednosti.

Velike izzive predstavlja tudi tehnična kompleksnost in razširljivost v globalni dobavni verigi. Poleg naprednih tehničnih zmogljivosti implementacija UI zahteva tudi strateško vizijo prilagodljivosti UI na hitro spreminjajoče tehnološko okolje.

Tabela 2 Tehnični izzivi pri integraciji UI

Izziv	Opis
Kakovost in količina podatkov	Zahteva velike količine čistih, visokokakovostnih podatkov za natančne modele AI.
Kompleksnost modelov AI	Vključuje razvoj, vzdrževanje in integracijo kompleksnih modelov AI z obstoječimi sistemi.
Prilagodljivost	Zahteva znatne računalniške vire in robustno infrastrukturo za razširljive operacije umetne inteligence.

2. ORGANIZACIJSKI IZZIVI

Organizacijski izzivi so večplastni in zahtevajo celovit pristop podjetja pri sprejemanju UI v njihovo poslovno okolje. Vlagati je potrebno v izobraževanje in usposabljanje kadra, upravljanje sprememb, ki identificirajo potencialne ovire in določajo jasne cilje ter strategije vključevanja UI, pridobivanje virov za vlaganje v potrebno infrastrukturo ter zagotavljanje podpore vodstva za uspešno implementacijo UI. Z ustreznim pristopom lahko podjetja premostijo izzive in izkoristijo prednosti, ki jih umetna inteligenca nudi.

Digitalizacija in umetna inteligenca bistveno spreminjata naravo dela in zahteve na delovnih mestih. Učinkovito upravljanje sprememb je ključnega pomena za reševanje vprašanj, ki se nanašajo na pomembnost zaposlenih ob avtomatizaciji ali občutka preobremenjenosti zaradi potreb po pridobivanju novih veščin in znanja povezanega z avtomatizacijo in umetno inteligenco. Ključna je jasna komunikacija, primerni programi izobraževanja in usposabljanja, ter prikaz vrednosti UI vsem deležnikom.

Pomembno je razumeti, da usposabljanje in razvoj zaposlenih ne zajema le sedanjih potreb podjetja, ampak mora biti usmerjeno v prihodnost. Z vse hitrejšim razvojem tehnologije in spremembami na trgu se morajo podjetja neprestano prilagajati in se pripravljati na prihodnost. To vključuje strateško »gradnjo« delovne sile prihodnosti, ki bo sposobna obvladovati nove tehnologije, izkoristiti nove poslovne priložnosti in se prilagoditi spremembam na trgu (Ipavec, 2023).

Ključnega pomena je tudi privabljanje in ohranjanje talentov s strokovnim znanjem na področju načrtovanja, izvajanja in upravljanja sistemov UI, če želijo podjetja s tehnologijo pridobiti konkurenčno prednost.

Tabela 3 Organizacijski odpor do integracije umetne inteligence

Faktor	Opis
Strah pred izgubo službe	Zaskrbljenost glede avtomatizacije in varnosti zaposlitve ter potreba po novih veščinah in usposabljanju.
Pomanjkanje razumevanja	Nezadostno ozaveščanje in izobraževanje o prednostih AI in slaba komunikacija o pobudah AI.
Kulturni odpor	Izzivi pri obvladovanju kulturnih sprememb in pomanjkanje podpore vodstva za integracijo umetne inteligence.

3. EKOLOŠKI IN ETIČNI IZZIVI

Z ekološkega vidika je izziv velika energetska poraba, saj so UI algoritmi energetsko zahtevni, kar lahko poveča stroške porabe električne energije.

Pri integraciji umetne inteligence pa se odpirajo tudi pomembna etična vprašanja, kot so vprašanja pristranskosti in pravičnosti, preglednosti in odgovornosti ter zasebnosti in nadzora.

Pri večjih količinah podatkov, ki so potrebni za delovanje tehnologij UI, obstaja velika možnost, da so ti podatki ogroženi. Za zasebnost strank in varnost podatkov morajo podjetja zagotoviti visoko stopnjo varnosti. Podjetja lahko zagotovijo zasebnost in varnost podatkov s tehničnimi rešitvami, kot so šifriranje, nadzor dostopa in anonimizacijo podatkov, z doslednim upoštevanje Splošne uredbe o varstvu podatkov (GDPR), z etičnim pristopom, ki vključuje preglednost, zaupnost in odgovornost ter nenehnim izboljševanjem, testiranjem in izobraževanjem na področju shranjevanja in uporabe podatkov, ki jih umetna inteligenca uporablja za uspešno delovanje njihovega podjetja.

Tabela 4 Etični pomisleki pri integraciji umetne inteligence

Skrb	Opis
Predsodnost in pravičnost	Zagotavljanje, da sistemi umetne inteligence ne ohranjajo ali poslabšujejo pristranskosti in sprejemajo pravične odločitve.
Preglednost in odgovornost	Zagotavljanje preglednosti postopkov odločanja o umetni inteligenci in določanje odgovornosti za odločitve o umetni inteligenci.
Zasebnost in nadzor	Obravnavanje vprašanj glede zasebnosti podatkov in etičnih vprašanj, povezanih z nadzorom z umetno inteligenco.

Prednosti uporabe umetne inteligence pri napovedovanju povpraševanja v logistiki

Avtomatizacija procesov je ena glavnih prednosti umetne inteligence v logistiki. UI pomaga prepoznati neučinkovitosti v dobavni verigi, kar podjetjem omogoča optimizacijo poslovanja in znižanje stroškov. Z UI lahko podjetja pridobivajo potencialne stranke, jih lažje segmentirajo in kupcem prilagodijo cene, poleg tega pa omogoča vpoglede v vedenje, navade in želje strank.

»Zmogljivost umetne inteligence olajšuje tudi napovedovanje povpraševanja. Neusklajenost zalog dobrin in povpraševanja po določenih izdelkih, lahko zelo hitro povzroči podjetjem finančne izgube. Mrežno načrtovanje in načrtovanje povpraševanja zahvaljujoč umetni inteligenci postajata učinkovitejša, kar boljše poslovanje prinaša tudi trgovcem. Že v tem trenutku, zlasti pa v prihodnosti industrijo logistike in dobavnih verig, umetna inteligenca optimizira na načine, ki jih do danes še nismo poznali. Z integracijo umetne inteligence lahko logistika in operacije dobavnih verig postanejo hitrejša, učinkovitejša in stroškovno ugodnejša.« (Sirk)

Pomembne prednosti, ki jih UI prinaša v logistiko in dobavne verige so:

- Izboljšave avtomatizacije procesov, kar pomeni, da UI pomaga avtomatizirati procese in zmanjša potrebo po ročnem posredovanju, hitreje in natančneje obdeluje in analizira večjo količino podatkov, kar optimizira proces in zmanjšuje stroške.
- Izboljšave storitev za stranke, ki zagotavljajo krajši odzivni čas in natančnejše informacije, s katerimi lahko podjetje skrajša čakalno dobo in zagotovi boljšo splošno izkušnjo strank.
- Poveča učinkovitost in natančnost logističnih in dobavnih procesov z večjo količino podatkov in pospeši proces odločanja. Z naprednimi vpogledi pa lahko predvidi tudi morebitne težave v dobavni verigi in pomaga ublažiti pričakovana tveganja.
- Izboljšave kakovosti podatkov, ki jih UI zbira in analizira ter zmanjša tveganje za napake in spregledane podatke.
- Izboljšave avtonomne tehnologije, ki se lahko uporablja za napajanje avtonomnih vozil, kar omogoča učinkovitejšo dostavo blaga ter izboljšano upravljanje zalog in optimizacijo procesa.

Ugotovitve

Iz raziskave lahko ugotovimo, da ima umetna inteligenca poleg vseh prednosti, ki jih prinaša, tudi marsikatero slabost ali izziv pri implementaciji v poslovni proces. Za uspešno implementacijo UI v poslovno okolje je potreben strateški pristop na tehnični, organizacijski, etični, pravni in ekološki ravni, saj bi lahko na ta način izkoristili vse prednosti, ki jih prinaša umetna inteligenca. Pomembno je tesno sodelovanje med poslovnimi enotami, vlaganje v izobraževanje in usposabljanje kadra, ter izvedba strogih varnostnih in etičnih smernic.

Uporaba umetne inteligence pri napovedovanju povpraševanja v logistiki pri trgovinski dejavnosti prinaša številne prednosti, kot so večja natančnost, hitrost, prilagodljivost in učinkovitost. S tem trgovci izboljšajo svoje poslovne rezultate in zadovoljstvo strank.

Zaključek

Umetna inteligenca (UI) postaja nepogrešljiv sestavni del sodobne logistike, saj omogoča natančnejše napovedovanje povpraševanja in optimizacijo oskrbovalnih verig, vendar ni brez izzivov in omejitev. S pomočjo naprednih algoritmov in analize velikih količin podatkov UI

zagotavlja boljše razumevanje tržnih trendov, sezonskih nihanj in vedenja potrošnikov. To omogoča podjetjem, da se proaktivno odzovejo na spremembe in prilagodijo svoje strategije, kar povečuje njihovo konkurenčnost na trgu.

Ena izmed ključnih prednosti uporabe umetne inteligence pri napovedovanju povpraševanja je izboljšana natančnost napovedi. Tradicionalne metode napovedovanja, ki temeljijo na preteklih podatkih in osnovnih statističnih modelih, pogosto ne morejo zajeti kompleksnih vzorcev in trendov, ki vplivajo na povpraševanje. Umetna inteligenca lahko hitreje in natančneje analizira večje količine podatkov, vendar pa lahko naletimo na določene omejitve, kot je pomanjkanje ali čistost podatkov, potrebno pa je tudi varnost in etičnost obdelave podatkov.

Poleg tega umetna inteligenca omogoča napovedovanje povpraševanja v realnem času, kar je še posebej pomembno v dinamičnem poslovnem okolju. Podjetja lahko sproti prilagajajo svoje strategije na podlagi aktualnih podatkov in se hitro odzivajo na nenadne spremembe v povpraševanju. To zmanjšuje tveganje za prekomerne zaloge ali pomanjkanje blaga ter izboljšuje zadovoljstvo strank.

Optimizacija skladiščenja je še eno pomembno področje, kjer umetna inteligenca izkazuje svoje prednosti. Natančne napovedi povpraševanja omogočajo boljše načrtovanje skladiščnih kapacitet in zmanjšanje stroškov skladiščenja. S pomočjo UI lahko podjetja učinkoviteje upravljajo z viri in zmanjšajo nepotrebne zaloge, kar vodi do večje operativne učinkovitosti in donosnosti, zato je pomembno, da podjetja vlagajo v izobraževanje in usposobljenost svojih zaposlenih ter integracijo nove in obstoječe infrastrukture in sistemov.

V prihodnosti bo vloga umetne inteligence v logistiki še naprej rasla, saj se tehnologija nenehno izboljšuje in prinaša nove možnosti. Podjetja, ki bodo vlagala v razvoj in implementacijo UI rešitev, bodo imela konkurenčno prednost na trgu. Prilagodljivost, natančnost in proaktivnost, ki jih omogoča umetna inteligenca, bodo ključnega pomena za uspešno navigacijo skozi izzive sodobnega poslovnega okolja.

V zaključku lahko rečemo, da umetna inteligenca kljub mnogim oviram in izzivom, prinaša številne prednosti pri napovedovanju povpraševanja v logistiki. Od natančnejših napovedi in optimizacije zalog do boljše personalizacije ponudb in zmanjšanja stroškov skladiščenja, UI omogoča podjetjem, da izboljšajo svojo učinkovitost, povečajo zadovoljstvo strank in ostanejo konkurenčna na trgu. Vlaganje v umetno inteligenco je ključni korak k zagotavljanju trajnostnega uspeha v hitro spreminjajočem se poslovnem okolju.

Viri, literatura in opombe:

1. Florkin J. (2024). Prednosti umetne inteligence: preobrazbe, izzivi in priložnosti. Dostopno na: <https://julienflorkin.com/sl/tehnologija/Umetna-inteligenca/ai-koristi/#challenges-and-ethical-considerations>
2. Florkin J. (2024). Umetna inteligenca v logistiki: 9 neverjetnih poglavij o umetni inteligenci preoblikuje industrije. Dostopno na: <https://julienflorkin.com/sl/Operacije/logistika/ai-v-logistiki/>
3. Florkin J. (2024). Najboljši vodnik za integracijo umetne inteligence: prednosti, izzivi in prihodnji trendi. Dostopno na: <https://julienflorkin.com/sl/tehnologija/Umetna-inteligenca/ai-integracija/#challenges-and-risks-of-ai-integration>
4. Florkin J. (2024). Umetna inteligenca v upravljanju dobavne verige: 8 revolucionarnih poglavij o učinkovitosti in natančnosti. Dostopno na: <https://julienflorkin.com/sl/Operacije/dobavne-verige/ai-pri-upravljanju-dobavne-verige-scm/#challenges-and-considerations-of-ai-in-supply-chain-management>
5. Ivanuš – Bezjak, M., Kosec, Z., Kolenc, T. 2024. *Spreminjajoči se svet dela*. Založba KOTA 92 d.o.o., Ljubljana
6. Logistika Magazin. Oktober 2024. *Kako umetna inteligenca prispeva k optimizaciji oskrbovalne verige?* Dostopno na: <https://www.etransport.si/storage/doc/202410/logistika-magazin-9-2024.pdf>
7. Martinjak Z. (2024). *Uvedba umetne inteligence v industrijske panoge*. Univerza v Mariboru
8. Nežič, J. (2024). *Umetna inteligenca v logistiki*. Univerza v Ljubljani
9. Savič, N. (2021). *Umetna inteligenca v logistiki*. Univerza v Ljubljani
10. T.L. Sirk d.o.o.. 2023. *Prednosti in slabosti uporabe umetne inteligence (AI) v logistiki*. Dostopno na: <https://www.tls.si/sl/AVIO.php?ID=2406>
11. TIMOCOM. 2020. Umetna inteligenca in avtomatizacija velikim in malim podjetjem zagotavlja konkurenčne prednosti. Dostopno na: <https://www.timocom.si/blog/freight-tech-umetna-inteligenca-avtomatizacija-v-logistiki-414338>
12. TIMOCOM. 2020. *Umetna inteligenca v logistiki | Vizija in resničnost*. Dostopno na: <https://www.timocom.si/blog/tehnologije-prihodnosti-logistika-umetna-inteligenca-414392>

MIROSLAV ŠAULA študent 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: V članku sem poskušal predstaviti vlogo umetne inteligence (UI) pri odkrivanju transportnih poti oz. tihotapljenja prepovedanih drog v pomorskem prometu. UI omogoča učinkovitejši nadzor z analizo velikih količin podatkov in prepoznavanjem sumljivih vzorcev, kar povečuje uspešnost odkrivanja nezakonitih dejavnosti. Tehnologija omogoča boljše prepoznavanje novih metod tihotapljenja, vendar odpira tudi etična vprašanja glede varnosti podatkov. Razvoj UI obeta večjo učinkovitost v boju proti nezakoniti trgovini s prepovedanimi drogami.

Ključne besede: umetna inteligenca, pomorski promet, tihotapljenje drog, nadzor.

VLOGA UMETNE INTELIGENCE PRI ODKRIVANJU TRANSPORTNIH POTI PREPOVEDANIH DROG V POMORSKEM PROMETU

Uvod

Trgovina s prepovedanimi drogami predstavlja enega največjih globalnih problemov, ki ogroža varnost, zdravje in stabilnost številnih držav ter njihovih prebivalcev (UNODC, World Drug Report, 2023). Ta ilegalna dejavnost se vse pogosteje povezuje z organiziranimi kriminalnimi skupinami, ki preprosto izkoriščajo ranljivosti v različnih sektorjih gospodarstva, vključno s pomorskim prometom.

Pomorski promet je ključen za globalno gospodarstvo, saj omogoča prevoz ogromnih količin tovora med državami, vendar je hkrati tudi ena izmed najbolj uporabljenih poti za tihotapljenje prepovedanih drog (Europol, European Serious and Organised Crime Threat Assessment, 2022). S tem postaja boj proti tej nelegalni trgovini izjemno zapleten, saj kriminalne združbe vedno bolj sofisticirano skrivajo droge med zakonitim tovorom.

Nadzor nad pomorskim prometom se pogosto izkaže za zelo težkega, saj je število ladij, pristanišč in pošiljk izjemno veliko, kar pomeni, da je tradicionalni fizični nadzor ali pasivno spremljanje pogosto neučinkovito. Tihotapci so iznajdljivi in se nenehno prilagajajo novim varnostnim ukrepom. V tej situaciji so sodobne tehnologije, kot je umetna inteligenca (UI), postale ključne za povečanje učinkovitosti nadzora (IMO, International Maritime Organization – Security and Safety of Shipping, 2021). Z uporabo naprednih analitičnih orodij, ki obdelujejo velike količine podatkov, lahko identificiramo sumljive dejavnosti, hitreje prepoznamo nevarnosti in s tem izboljšamo nadzor nad tovrstnimi dejavnostmi. V članku se bom posvetil vprašanju, kako lahko sodobne tehnologije, kot je umetna inteligenca, izboljšajo učinkovitost nadzora nad pomorskim prometom in zmanjšajo trgovino s prepovedanimi drogami.

Uporaba umetne inteligence pri odkrivanju tihotapljenja drog v pomorskem prometu

Izzivi pri odkrivanju nezakonitih drog v pomorskem prometu

Pomorski prevoz predstavlja številne izzive pri boju proti nezakoniti trgovini z drogami. Ena izmed ključnih težav je ogromna količina tovora, ki se vsakodnevno prevaža po svetovnih morjih. Z več kot 100.000 ladjami in številnimi pristanišči po vsem svetu, kjer prehaja množica pošiljk, je včasih skoraj nemogoče izvajati celovit in učinkovit nadzor nad vsem tem tovorom. Tihotapci pogosto skrivajo prepovedane droge v zakonitem tovoru, kot so tekstil, elektronika, avtomobili ali živila. Ker so te pošiljke običajno povsem legalne, sta prepoznavanje nezakonitih dejavnosti in odkrivanje drog izjemno težavni nalogi (EMCDDA, 2024).

Poleg tega pomorski prevoz vključuje številne povezave, od ladij in pristanišč, do mednarodnih prevozov, sprememb lastništva, napak v dokumentaciji in celo šifrirane informacije. Kriminalne skupine izkoriščajo te kompleksnosti, saj tradicionalne metode, kot so fizični pregledi ali tehnični pregledi, ne morejo dovolj učinkovito zaznati skritih drog. K temu je treba dodati še dejstvo, da številne države in pristanišča izvajajo različne varnostne ukrepe, kar oteži usklajevanje med organi pregona in nadzora ter upočasnjuje učinkovitost ukrepov proti tihotapljenju drog (IMO, 2006).

Vloga UI pri odkrivanju transportnih poti prepovedanih drog

UI ima lahko ključno vlogo pri odkrivanju in obvladovanju tveganj, povezanih s prevozom prepovedanih drog v pomorskem prometu. UI omogoča učinkovitejši in hitrejši nadzor velikih količin podatkov, ki se zbirajo iz različnih virov, kot so informacije o ladjah, pristaniščih, carinski dokumentaciji, preteklih pošiljkah, prevozniki in logističnih procesih. Z naprednimi analitičnimi orodji, kot so strojno učenje,

prepoznavanje vzorcev in analitika podatkov, je mogoče hitro prepoznati nenavadne ali sumljive vzorce, ki lahko nakazujejo na nezakonite dejavnosti (Europol, 2024; UNODC, 2024).

UI je zelo uspešna pri prepoznavanju anomalij v obnašanju ladij. Algoritmi lahko zaznajo nenavadne spremembe v časovnih okvirih dostave, nenavadne poti plovbe ali nepravilnosti v količinah prepeljanega tovora. Takšni sistemi omogočajo, da se sumljive pošiljke prioritarno obravnavajo in preverjajo, kar znatno povečuje učinkovitost nadzora ter zmanjšuje potrebo po nepotrebnem pregledu vseh pošiljk.

Poleg tega UI omogoča prepoznavanje novih trendov v trgovini z drogami ter novih tehnik in metod, ki jih uporabljajo tihotapci. To vključuje prepoznavanje inovativnih pristopov za skrivanje drog in zapletenih metod prevoza. Na dolgi rok pa bo UI omogočila večjo koordinacijo med različnimi državami in pristanišči, saj bo združila podatke različnih agencij ter omogočila hitro in natančno analizo v realnem času (INTERPOL, 2024).

Načini uporabe UI pri odkrivanju prevoza prepovedanih drog

Pri nadzoru pomorskega prometa se UI že uporablja, in sicer z analizo podatkov in napovedovanjem tveganj, z uporabo prepoznavanja slik za spremljanje tovora, s sledenjem ladjam in analiziranjem gibanja, z integracijo različnih virov podatkov in nadzornih sistemov, s samodejnim zaznavanjem nenavadnih vzorcev in s podporo pri odločanju v realnem času. Povezujejo se podatki o lastnikih ladij, plovbnih poteh, pristaniščih, časovnih okvirih dostave, preteklih pošiljkah. UI sistemi, ki obdelujejo te podatke, lahko hitro prepoznajo nenavadne vzorce, kot so nevsakdanje poti plovbe, nepravilnosti gibanja ladij ali nenavadne spremembe v količinah prepeljanega tovora (Port of Rotterdam, 2024).

Analiza podatkov in napovedovanje tveganj

UI lahko obdeluje velike količine podatkov, kot so ladijski transportni sezname, zgodovina ladij, podatki o tovoru in druge ključne informacije, ter omogoči prepoznavanje vzorcev, ki bi lahko nakazovali na nezakonite dejavnosti, kot so prevoz prepovedanih drog. Z uporabo naprednih algoritmov strojnega učenja se sistem usposobi za prepoznavanje minimalnih odstopanj v podatkih, ki jih običajno ni mogoče zaznati z ročno analizo. Sposobnost UI za analizo in učenje iz preteklih podatkov omogoča natančno prepoznavanje nenavadnih vzorcev v transportnih poteh, vrstah tovorov in zemljepisnih regijah, kar je lahko ključno za prepoznavanje potencialnih zlorab. Na primer, UI lahko analizira zgodovinske podatke o ladjah, njihovih lastnikih in preteklih prevozih ter zazna nenavadne premike, kot so ponavljajoče se poti, ki so običajno povezane z nezakonitimi dejavnostmi. To vključuje nenavadno pogosto pristajanje ladij v pristaniščih, ki so znana po visoki stopnji trgovine z nezakonitimi drogami, ali uporabo ladij, ki so bile v preteklosti povezane z drugimi sumljivimi aktivnostmi.

Poleg tega lahko UI prepozna nepravilnosti v carinskih napovedih, kot so netočni opisi tovora, napačno označevanje količin ali nepričakovane spremembe v carinskih dokumentih, ki so pogosto znak poskusov za prikrivanje prepovedanih snovi. Nenavadna odstopanja v teh informacijah lahko nakazujejo, da je tovor morda zlorabljen za prevoz prepovedanih drog. UI tako postane ključni pripomoček pri odkrivanju in preprečevanju tovrstnih dejavnosti, saj hitro analizira in primerja obsežne podatke ter pomaga napovedati tveganje za zlorabo določenih ladij ali poti (Security Sales & Integration, 2024).

Uporaba prepoznavanja slik za spremljanje tovora

UI, predvsem sistemi za prepoznavanje slik, kot so algoritmi za obdelavo slik in računalniški vid, predstavljajo pomemben napredek pri pregledu tovora v pristaniščih, saj omogočajo hitro in natančno odkrivanje sumljivih ali skritih predmetov. Ti sistemi so sposobni analizirati slike in videoposnetke, pridobljene z naprednimi senzorji in kamerami, ki se uporabljajo pri pregledu ladij in tovornjakov, ter zaznati nenavadne strukture ali predmete, ki jih je težko odkriti s tradicionalnimi metodami.

Z naprednimi tehnologijami, kot so 3D skeniranje, termalne kamere in rentgenski pregledi, UI lahko zazna skrite predmete ali pakete v tovornem prostoru ladje, ki bi sicer lahko ostali neopaženi. Na primer, lahko prepozna nepravilnosti v obliki ali gostoti tovora, kar nakazuje na prisotnost skritih snovi. Algoritmi računalniškega vida so usposobljeni za analizo teh slik v realnem času, kar omogoča hitro zaznavanje nenavadnih vzorcev ali nepravilnosti.

Poleg tega UI omogoča avtomatizirane sisteme, ki lahko prepoznajo tudi spremembe v običajnih vzorcih tovora. Na primer, če se v običajno standardnih pošiljkah pojavijo nenavadne oblike, velikosti ali neznane označbe, lahko takšen sistem sproži opozorilo za dodatni pregled. Ta vrsta tehnologije omogoča hitrejša in bolj natančna pregleda, saj zmanjša potrebo po dolgotrajnih ročnih pregledih in izboljša produktivnost ter zmanjšuje možnost človeških napak pri odkrivanju nezakonitih snovi (Europol, 2024).

Sledenje ladjam in analiziranje gibanja

Z uporabo naprednih algoritmov za obdelavo podatkov iz sledenja ladij, kot je sistem za avtomatsko identifikacijo ladij (AIS – Automatic Identification System), lahko UI omogoči natančno spremljanje gibanja ladij v realnem času. AIS omogoča zbiranje ključnih informacij, kot so pozicija ladje, hitrost, smer plovbe in druge podatke, ki jih ladje oddajajo med plovbo. Z analizo teh podatkov lahko UI hitro prepozna nenavadne vzorce. Z naprednimi algoritmi strojnega učenja in analizo podatkov lahko sistem zazna, če se ladja nenavadno dolgo zadržuje v odprtem morju brez očitnih razlogov, kot so vremenske razmere ali tehnične težave. Takšno vedenje lahko nakazuje na sumljive dejavnosti, saj ladje, ki niso vključene v običajne poti ali razporeditev pristanišč, pogosto izkoristijo odprto morje. Podobno lahko UI prepozna nenavadne spremembe v smeri plovbe ladje, kot so nenadni zasuki ali spremembe smeri brez očitnih razlogov. Te nenavadne spremembe so lahko znak, da se ladja izogiba običajnim pomorskim območjem, da bi prikrila svoje dejavnosti.

Z uporabo teh podatkov in analize lahko pristojni organi sprožijo dodatne preglede in nadzor nad ladjami, ki kažejo nenavadno vedenje. Algoritmi UI lahko tudi ocenijo tveganje na podlagi preteklih vzorcev dejavnosti določenih ladij ali pristanišč, povezanih z nezakonitimi dejavnostmi. Poleg tega lahko sistem za sledenje ladjam združi podatke iz različnih virov, kot so informacije o lastnikih ladij, njihovi pretekli poti, zgodovina pošilk in drugi podatki, ki pomagajo pri razumevanju dejavnosti ladij. To omogoča še bolj celovit pogled na morebitne nenavadne vzorce, kar pristojnim organom omogoča hitro in učinkovito ukrepanje (INTERPOL, 2024).

Integracija različnih virov podatkov in nadzornih sistemov

UI omogoča integracijo različnih virov podatkov, kar vključuje carinske in logistične podatke, podatke o preteklih kriminalnih dejavnostih, obveščevalne podatke ter podatke o prevoznikih. Ta širok spekter podatkov omogoča oblikovanje celovitega in natančnega pregleda o posameznih pošiljkah, ladjah ali prevoznikih, kar posledično pripomore k prepoznavanju skritih povezav med različnimi incidenti. Na ta način je mogoče zaznati morebitne poskuse prevoza prepovedanih drog ali drugih nezakonitih dejavnosti, ki sicer ne bi bile očitne. Poleg tega UI omogoča tudi integracijo različnih nadzornih sistemov, kot so satelitski in radarski podatki, ki zagotavljajo dodatno plast informacij. Z združevanjem teh različnih virov podatkov lahko pristojni pridobijo boljše predstavo o gibanju in dejavnostih prevoznikov ter morebitnih nevarnostih.

Napredni analitični algoritmi, ki temeljijo na UI, omogočajo iskanje skritih vzorcev in povezav, ki bi jih bilo težko opaziti brez teh orodij. To vodi k boljшему obvladovanju tveganj, hitrejši obravnavi primerov ter večji učinkovitosti nadzora (UNICRI, 2024).

Samodejno zaznavanje nenavadnih vzorcev

UI lahko na podlagi naprednih tehnik strojnega učenja prepozna nenavadne vzorce in nepravilnosti v velikih količinah podatkov, ki jih ljudje morda ne bi uspeli zaznati ali obravnavati v realnem času. Strojno učenje omogoča algoritmom, da se učijo iz preteklih podatkov in na podlagi teh izkušenj zaznavajo minimalna odstopanja, ki so lahko ključna za odkrivanje potencialnih tveganj. Na primer, določene transportne poti, ki se pogosto uporabljajo za pošiljanje blaga, so lahko povezane z večjim tveganjem za prevoz prepovedanih drog, kar se lahko odkrije, ko algoritmi prepoznajo vzorce, ki se ponavljajo čez čas.

Poleg tega algoritmi lahko zaznajo tudi manjše nepravilnosti, ki bi jih človek lahko spregledal, a so kljub temu pomembne. To lahko vključuje nepravilnosti v transportnih dokumentih, kot so neskladnosti v podatkih o pošiljki, nepravilna deklaracija blaga, napake pri navedenem izvoru ali destinaciji ali pa nenavadne spremembe v prevoznih poteh, kot so nepričakovane spremembe destinacij ali preusmeritve poti, ki niso v skladu z običajnimi logističnimi praksami.

UI omogoča, da se nenavadni vzorci identificirajo zelo hitro, kar omogoča pravočasno obravnavo in preprečitev nezakonitih dejavnosti. Algoritmi, ki temeljijo na strojni inteligenci, se nenehno prilagajajo in izboljšujejo, kar pomeni, da postanejo vedno bolj natančni pri zaznavanju potencialnih nevarnosti, saj se učijo iz novih primerov. To vodi v večjo učinkovitost nadzora in zagotavljanje večje varnosti pri spremljanju prevozov, še posebej v globalnem okolju, kjer obseg podatkov in kompleksnost prevoznih poti naraščata (EU, 2024).

Podpora pri odločanju v realnem času

Sistem, ki temelji na UI omogoča delovanje v realnem času, kar pomeni, da pristaniškim organom, carinskim službam in drugim nadzornim organom omogoča nemoteno spremljanje in hitro odzivanje na morebitne sumljive dejavnosti. Ker se podatki v tem sistemu obdelujejo takoj ko so zbrani, lahko ustrezni organi nemudoma zaznajo nenavadne vzorce ali nepravilnosti, kot so nenavadne spremembe v transportnih poteh, nepravilnosti v dokumentaciji ali natančne napovedi tveganja glede na pretekle aktivnosti.

Ko sistem zazna sumljive aktivnosti, omogoči obveščanje pristojnih organov skoraj v realnem času, kar pomeni, da lahko ti hitro ukrepajo.

Hitrejša obravnava omogoča večjo učinkovitost pri odkrivanju nezakonitih dejavnosti in zmanjšanje časa, v katerem lahko kriminalne aktivnosti napredujejo ali se skrijejo pred tradicionalnimi metodami nadzora. Pristojni organi lahko s tem hitreje izvajajo potrebne preverbe, kot so fizični pregledi pošiljk, pregled dokumentacije ali spremljanje nadaljnjih transportnih poti, kar vodi v zmanjšanje tveganja za uspešen prevoz prepovedanih drog in drugih nezakonitih snovi.

Poleg tega uporaba sistema v realnem času pripomore tudi k zmanjšanju človeških napak in povečuje natančnost odločanja, saj algoritmi UI stalno analizirajo in pregledujejo podatke na podlagi večjih količin informacij in naprednih analitičnih orodij. To izboljša splošno učinkovitost sistema in omogoča boljše usklajevanje in sodelovanje med različnimi organi, kot so carina, pristaniške oblasti in policija. S takšnim pristopom lahko globalni nadzorni mehanizmi postanejo bolj usklajeni in sposobni učinkoviteje preprečevati prevoz prepovedanih drog ter druge oblike kriminalnih dejavnosti (EU, 2024).

Etika in varnost pri uporabi UI

Čeprav UI prinaša velike koristi, pa njen razvoj in uporaba v boju proti trgovini s prepovedanimi drogami odpira tudi številne etična in varnostna vprašanja. Eno ključnih vprašanj je varstvo podatkov, saj obdelava občutljivih informacij zahteva stroge varnostne ukrepe. Podatki, ki vključujejo osebne informacije, informacije o tovoru in gospodarskih dejavnostih, morajo biti zaščiteni pred vdori in zlorabo, saj lahko njihova neupravičena uporaba ogrozi varnost posameznikov ali podjetij (UNICRI, 2024).

Poleg tega je pomembno, da so odločitve, ki jih sprejme UI, pregledne in odgovorne. Medtem ko lahko UI pomaga pri prepoznavanju nelegalnih dejavnosti, mora biti pri odločanju prisoten človeški nadzor, ki zagotavlja etično uporabo UI. Pomembno je, da ne pride do napačnih odločitev, ki bi lahko povzročile neupravičene obtožbe. Prav tako je pomembno zaupanje uporabnikov v sistem UI (Europol, 2024).

Prihodnost razvoja UI pri odkrivanju prevoza prepovedanih drog v pomorskem prometu

Razvoj UI v boju proti trgovini s prepovedanimi drogami v pomorskem prometu je šele na začetku, a že kaže velik potencial za prihodnost. Napredek na področju globokega učenja, prepoznavanja obrazov, naravnega jezika in obdelave velikih količin podatkov bo še naprej izboljševal sposobnost UI sistemov, da zaznajo in napovedujejo sumljive dejavnosti. Poleg tega bo razvoj bolj sofisticiranih sistemov za analizo vedenja ladij in tovara omogočil boljše prepoznavanje novih metod tihotapljenja, ki jih uporabljajo kriminalne združbe (Port of Rotterdam, 2024).

Prihodnost UI v pomorskem prometu vključuje tudi boljšo integracijo različnih tehnologij. Združevanje satelitskih, radarskih in drugih senzorjev z naprednimi UI algoritmi bo omogočilo popolnoma avtomatizirane sisteme za obvladovanje pomorskega nadzora. Kljub temu pa bo ključno, da se ta tehnologija razvija ob spoštovanju etičnih smernic in da se zagotovi ustrezno usklajevanje med državami in mednarodnimi organizacijami za boljšo zaščito pred globalnimi grožnjami (Europol, 2024).

Zaključek

UI se kaže kot ključno orodje v boju proti nezakoniti trgovini s prepovedanimi drogami v pomorskem prometu. Njena sposobnost analize velikih količin podatkov, prepoznavanja vzorcev in napovedovanja tveganj, omogoča učinkovitejši nadzor in hitrejšo odkrivanje sumljivih pošiljk. Vendar pa uporaba UI pri nadzoru pomorskega prometa odpira tudi številna etična vprašanja, kot so zaščita podatkov, pravice posameznikov ter potreba po človeškem nadzoru. V tem kontekstu je pomembno razumeti, kako tehnološke inovacije, kot je UI, vplivajo na obvladovanje globalnih varnostnih izzivov in kako morajo biti vgrajeni ustrezni varnostni in etični okviri, da bi bile koristi UI v boju proti trgovini z drogami trajnostne in odgovorne.

Odgovor na zastavljeno raziskovalno vprašanje glede vloge UI pri odkrivanju transportnih poti prepovedanih drog v pomorskem prometu je jasen. UI namreč omogoča pomembne izboljšave pri učinkovitosti nadzora nad pomorskim prometom. S pomočjo UI lahko pristaniške oblasti, carinske službe in druge varnostne agencije obdelajo velike količine podatkov, pridobljenih iz različnih virov, kot so satelitski podatki, transportne informacije, radarski sistemi in zgodovina preteklih pošiljk, s katerimi lahko hitro zaznajo odstopanja, ki nakazujejo na sumljive dejavnosti. Napredne tehnologije, kot so strojno učenje in prepoznavanje vzorcev, omogočajo, da se na podlagi teh podatkov napovejo tveganja in hitro identificirajo ladje, ki se ukvarjajo z nezakonitim prevozom drog.

Vendar pa moramo v skladu s teoretičnimi okvirji, ki obravnavajo varnostne tehnologije in etiko umetne inteligence, zagotoviti, da bo uporaba teh naprednih sistemov v skladu z načeli pravičnosti, odgovornosti in transparentnosti. Vloga človeškega nadzora ostaja ključna,

saj je pomembno, da se prepoznajo in odpravljajo napake, ki jih lahko povzroči prekomerno zanašanje na avtomatizirane sisteme. Zato je pomembno, da se UI uporablja kot orodje za podporo odločitvam, ne pa kot nadomestilo za človeški nadzor.

Poleg tega so v procesu razvoja in implementacije UI pri nadzoru pomorskega prometa nujno potrebna mednarodna prizadevanja za usklajevanje politik in standardov, s čimer bi zagotovili globalno učinkovitost in usklajenost v boju proti nezakoniti trgovini s prepovedanimi drogami. To vključuje sodelovanje med različnimi državami, mednarodnimi organizacijami in zasebnimi sektorji, ki so odgovorni za zagotavljanje varnosti v pomorskem prometu.

Teoretično gledano, UI v pomorskem prometu predstavlja primer, kako lahko napredna tehnologija prispeva k reševanju globalnih izzivov, kot je trgovina s prepovedanimi drogami, vendar le, če se uporablja odgovorno. V prihodnosti bomo verjetno pričali nadaljnjemu razvoju teh sistemov, ki bodo še bolj integrirani v globalne varnostne mreže in bodo omogočili bolj proaktivno preprečevanje nezakonitih dejavnosti.

Uporaba UI pri odkrivanju transportnih poti prepovedanih drog v pomorskem prometu, ne le da povečuje učinkovitost nadzora in boja proti nezakonitim dejavnostim, temveč odpira tudi nove izzive na področju etike, varnosti in mednarodnega sodelovanja. Ključ do uspeha bo v tem, kako se bodo te tehnologije razvijale in uporabljale v skladu s pravnimi, etičnimi in varnostnimi okviri, ki zagotavljajo zaščito ljudi in zagotavljajo odgovorno uporabo naprednih orodij za doseg bolj varne in stabilne prihodnosti.

Viri:

1. **Europol** – Poročilo o UI in policijskem delu. <https://www.europol.europa.eu/publication-events/main-reports/ai-and-policing>
2. **Europol** – Poročila o pomorskem prevozu drog in uporabniških primerih, kjer se uporablja umetna inteligenca za odkrivanje tihotapljenja. <https://www.europol.europa.eu/search?q=martime%20drug%20smuggling&sort=relevance>
3. **Interpol** – UI <https://www.interpol.int/How-we-work/Innovation/Artificial-Intelligence-Toolkit>
4. **International Maritime Organization (IMO)**, Resolucija MSC 228(82) (2006). [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSResolutions/MS.228\(82\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSResolutions/MS.228(82).pdf)
5. **European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA)** https://www.euda.europa.eu/publications/european-drug-report/2024_en
6. **United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC)** – Poročila in raziskave o globalnih trendih v trgovini s prepovedanimi drogami, vključno s pomorskim prevozom. [UNODC Reports](https://www.unodc.org/en/publications-and-publications/publication/2024/01/unodc-report-on-the-global-trends-in-the-illicit-drug-trade-2024)
7. **EU** https://home-affairs.ec.europa.eu/news/eu-funded-projects-contribute-counter-migrant-smuggling-ai-2024-12-18_en
8. **UNICRI** <https://unicri.it/sites/default/files/2024-11/Public-Perceptions-Police-Use-Artificial-Intelligence.pdf>
9. **Security sales & Integration** <https://www.securitysales.com/business/sales/maritime-security-2024-things-technology-integrators-consider/>
10. **Port of Rotterdam** <https://www.portofrotterdam.com/en/port-future/innovation/artificial-intelligence-port>

ANDREJA LETNAR / študentka 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: članek govori o uporabi umetne inteligence kot zelo velikem potencialu pri razvoju ter pomoči pri zmanjšanju letalskih nesreč. Umetna inteligenca (UI) igra ključno vlogo v letalstvu, saj omogoča obdelavo velikih količin podatkov in napovedovanje tveganj. UI se uporablja v različnih področjih letalstva, kot so optimizacija letalskih operacij, vzdrževanje, upravljanje zračnega prometa, zmanjšanje emisij, varnost letališč, kibernetska varnost in izboljšanje potniške izkušnje. Velike letalske družbe, kot sta Boeing in Airbus, ter NASA že uporabljajo UI za optimizacijo in analizo podatkov.

Ključne besede: umetna inteligenca, letalske nesreče, zaščita, letalski promet, letalstvo,

UPORABA UMETNE INTELIGENCE PRI SPREMLJANJU LETALSKIH NESREČ

Uvod

Umetna inteligenca ima v letalstvu zelo velik potencial pri njenem razvoju in uporabi, saj bi izboljšala varnost, optimizirala reševanje nesreč in morebiti preprečevala prihodnje incidente. Glede na to, da v letalskem sektorju vladajo še posebno strogi varnostni standardi in nadzorni mehanizmi, je pomembno pravilno delovanje. Komisija je izvedla oceno Direktive o odgovornosti za proizvode z napako, ki izkazuje, da je še vedno primerno orodje, zato načelo objektivne odgovornosti ostaja nedotaknjeno. Zaradi vedno zmogljivejših sistemov umetne inteligence in njihovih sposobnosti avtonomnega odločanja, pa je treba razmišljati naprej, kjer si moramo zastaviti vprašanje kako lahko umetna inteligenca vpliva na spremljanje letalskih nesreč, vendar se moramo zavedati, da je umetno inteligenco ustvaril človek, ki izhaja iz etičnih načel in spoštovanja temeljnih pravic.

Umetna inteligenca

Umetna inteligenca (UI) je področje računalništva, ki se ukvarja z razvojem algoritmov in sistemov, ki opravljajo naloge, ki običajno zahtevajo človeško znanje. Njen cilj je, da bi strojem omogočili razumevanje, učenje, izvajanje nalog, ki jih po navadi izvaja človek.

Poznamo več oblik umetne inteligence:

- ozko specializirana UI: se osredotoča na specifično nalogo;
- splošna UI: opravlja lahko vse naloge, ki jih opravlja človek;
- super inteligenca: je še v hipotetičnih fazah, saj je njen namen preseči vse človeške sposobnosti v vseh intelektualnih pogledih.

Umetno inteligenco lahko uporabljamo v finančah za odkrivanje prevar in analizo tveganj, v zdravstvu, kjer lahko razvijamo zdravila in diagnosticiramo bolezni, v prometu za upravljanje prometa, lahko pa tudi za zabavo kot sta ustvarjanje vsebin in priporočilni sistemi (Netflix, Spotify).

Njen razvoj je začel Alan Turning s svojim testom, po katerem je umetna inteligenca vsak računalnik, ki opravi "Turningov test". Test poteka v obliki igre, ki vključuje tri udeležence: človeka, računalnik in sodnika (v človeški podobi), ki se lahko medsebojno sporazumevajo le v pisni obliki. Sodnik zastavlja vprašanja človeku in računalniku. Ko ne more dejansko razlikovati med njunimi odgovori, je test opravljen. Umetno inteligenco je mogoče opredeliti kot znanstveno disciplino, ki vključuje več pristopov in tehnik, kot so strojno učenje (med najnaprednejše sodita globoko (DeepMind) in spodbujevalno učenje) ter strojno sklepanje, ki vključuje načrtovanje, časovno razporejanje, predstavitev znanja in sklepanje, iskanje ter optimizacijo (Smith, 2021; Burri, 2018).

Letalstvo in umetna inteligenca

Letalstvo je področje, ki se ukvarja z načrtovanjem, razvojem in delovanjem zrakoplovov in z njimi povezanimi dejavnostmi. Letalstvo sestavljajo:

- zrakoplovi: letala, helikopterji, jadralna letala, droni, vesoljska plovila;
- letalski sistemi: navigacijski in komunikacijski sistemi;
- letalska infrastruktura: letališča in kontrola zračnega prometa;
- letalska industrija: proizvodnja zrakoplovov (Airbus, Boeing) in letalski prevozniki (Lufthansa, Turkish Airlines, Fly Dubai).

Letalstvo se je začelo razvijati z bratoma Montgolfier, ki sta leta 1783 razvila prvi balon na vroči zrak. Še pred njima pa je Leonardo da Vinci risal zgodnje zasnove letečih strojev, navdih za to pa naj bi bile ptice. Prvo pogonsko letalo sta leta 1903 razvila brata Wright. Letalstvo je svoj največji razvoj doživelo med prvo in drugo svetovno vojno z razvojem motorjev in aerodinamike.

Letalstvo ima svojo pomembnost predvsem v povezovanju sveta, gospodarstvu, raziskovanju in najpomembnejše v reševanju življenj. Ena od največjih prednosti umetne inteligence je zmožnost obdelave velikih količin podatkov in učenja iz njih. Take sposobnosti se lahko uporabljajo za odkrivanje vzorcev, oblikovanje napovedi in predvidevanje tveganj ter lahko koristijo različnim področjem letalstva kot so:

- letalske operacije: UI lahko posadki pomaga tako, da svetuje o rutinskih nalogah za povečanje operativne učinkovitosti leta. Napove lahko morebitno turbulenco in zaledenitev;
- vzdrževanje: napovedno vzdrževanje lahko pomaga optimizirati časovne razporede vzdrževanja in predvidevati preostalo življenjsko dobo drugih sestavnih in rezervnih delov;
- okolje: UI lahko optimizira pot letenja letala in s tem pomaga zmanjšati emisije ogljika med letalskimi operacijami;
- upravljanje zračnega prometa: UI bi lahko z analizo podatkov o vremenskih vzorcih, konfiguracijah sektorjev, zgostitvah zračnega prometa in drugih dejavnih pomagala optimizirati letalske poti, skrajšala čas letenja ter zmanjšala porabo goriva in stroške.

Zaradi take optimizacije bi sistem upravljanja zračnega prometa postal učinkovitejši, manj bi bilo zamud in povečala bi se zmogljivost letalskega prometa;

- letališča: UI lahko pomaga pri odkrivanju ostankov tujih predmetov na vzletno-pristajalni stezi in nezakonite brezpilotne zrakoplove (npr. droni);
- kibernetska varnost: lahko pomaga ustvarjati učinkovitejše in zanesljivejše sisteme za preprečevanje kibernetskih napadov;
- upravljanje varnostnih tveganj: UI okrepi zbiranje podatkov o varnosti (npr. izboljšanje sposobnosti prepoznavanja šibkih točk);
- izboljšanje potniške izkušnje s samodejnim preverjanjem dokumentov s prepoznavanjem obrazov, kar pospeši postopke prijave na letališčih.

Umetna inteligenca se zelo veliko uporablja v letalstvu. Boeing in Airbus jo uporabljata za optimizacijo letal in analizo podatkov o vzdrževanju. NASA raziskuje uporabo UI pri upravljanju vesoljskih plovil in pri avtonomnih letih.

Letalstvo in umetna inteligenca skupaj ustvarjata prihodnost, kjer bo letenje varnejše, učinkovitejše in bolj dostopno, hkrati pa prinašata nove tehnološke in etične izzive.

Letalski nesreči Boeingovih letal max 8

Konec oktobra 2018 je v Indoneziji strmoglavilo letalo ameriške družbe Boeing 737 max., nato se je nesreča istega modela letala ponovila nekaj mesecev kasneje, marca 2019 v Etiopiji. Nesreči sta skupno terjali življenja 346 ljudi. Po drugi nesreči so regulatorni organi po svetu, med drugim v Evropi, Kanadi in na Kitajskem, nato pa tudi v ZDA, tem letalom prepovedali leteti (Delo, 2019).

Poročilo indonezijske preiskovalne skupine je razkrilo, da je nesrečo letala v Indoneziji povzročila okvara senzorja, ki je napačno zaznal gibanje letala in posledično sprožil napačen odziv avtomatskega sistema MCAS (sistem za izboljšanje manevrskih lastnosti), kar je povzročilo strmogavljenje.

Za razumevanje problematike nesrečnih dogodkov so pomembne širše družbene in ekonomske okoliščine. Cene pogonskih goriv so vztrajno naraščale. Podjetje Airbus je zato razvilo letalo z novim tipom motorja, imenovanega A320 neo. Novi motorji so bili po volumnu precej večji od dotedanjih in s 15-odstotno nižjo porabo goriva kot podobna letala konkurentov. Boeing je sledil konkurenci. Začel je izdelovati učinkovitejše motorje in jih vgrajevati v tip letala 737 max. 8. Motorji so zaradi svoje velikosti močno spremenili aerodinamične lastnosti letal. V Boeingu so se te pomanjkljivosti zavedali, zato so dodatno razvili MCAS, ki po svojih značilnostih predstavlja sistem umetne inteligence.

MCAS na podlagi podatkov senzorja o toku zraka uravnava napadni kot letala. Kot izhaja iz dosedanjih ugotovitev, je senzor sistema napačno zaznal tok zraka. Podatke o toku zraka je posredoval osrednji enoti (računalniku), ki jih je obdelala, sprejela odločitev ter sprožila reakcijo tako, da je kljun letala usmerila navzdol. Ker so bili vhodni podatki napačni (sporočali so, da letalo izgublja hitrost), jih je osrednja enota sicer pravilno obdelala in sprejela pravilno, a pogubno odločitev (usmeritev letala navzdol), da bi letalo pridobilo na hitrosti. Piloti so v primeru druge nesreče poskušali preusmeriti letalo navzgor, kar jim je enkrat tudi uspelo, vendar se je zatem MCAS ponovno aktiviral in izvedel že opisani manever, kateremu pa posadka ni bila kos in nesreče ni mogla preprečiti.

Iz analize dejanskih okoliščin predstavljenega primera izhaja, da je do letalskih nesreč prišlo zaradi napake v delovanju sistema umetne inteligence. Kot najočitnejša napaka v delovanju sistema in kot glavni krivec za nesreči se izkazuje okvara senzorja. V želji, da bi družba Boeing dohitela konkurenco, je z razvojem novega tipa letala zelo hitela. Ni si vzela časa, da bi letalo konstrukcijsko prilagodila večjim dimenzijam novih motorjev, temveč je to pomanjkljivost želela odpraviti z dodanim MCAS.

Sistem je deloval na podlagi zgolj enega senzorja, ki se je nahajal na nosu letala, čeprav sta bila na letalo nameščena dva. Ni dovolj podatkov, ki bi potrdili, ali je v tem primeru šlo za konstrukcijsko napako, ampak upravičeno se zastavlja vprašanje, ali je delovanje tako pomembnega sistema na podlagi podatkov, posredovanih iz le ene senzorske enote, dovolj učinkovito in varno.

Piloti so opozarjali na napake v delovanju sistema, ki pa jih v Boeingu niso jemali dovolj resno ali so jih prehitro odpravili (BBC, 2019b). Napake kot npr. samodejno vključevanje MCAS sistema, ko za to niso obstajali razlogi, in posledično oteženo vodenje letala, so se pojavljale tudi kasneje, pri uporabi letala

Uporaba umetne inteligence pri spremljanju letalskih nesreč

Umetna inteligenca ima pomembno vlogo v spremljanju letalskih nesreč, saj to lahko počne v različnih fazah in to zelo natančno.

1.faza: zaznavanje nesreč v realnem času, saj lahko UI spremlja podatke z letalskih sistemov (hitrost, položaj, višina letala) in prepozna nepravilnosti. Algoritmi tudi analizirajo satelitske posnetke in zaznajo znake nesreč.

2.faza: hitra analiza po nesreči, kjer UI hitro in učinkovito analizira in obdela podatke črnih skrinjic in prepozna dogodke pred nesrečo. Analizira tudi zvoke in pogovore v kabini, ki so pomembni za nadaljnjo raziskavo.

3. faza: napovedovanje in preprečevanje nesreč z analiziranjem zgodovinskih podatkov preteklih letalskih nesreč in opozarja ne potencialna tveganja pri trenutnih letalskih operacijah.

4.faza: podpora pri določanju reševalnih ekip, kjer UI analizira podatke o letu, vremenskih razmerah in geografske značilnosti mesta nesreče.

5.faza: izboljšanje varnosti na podlagi ugotovitev, kjer UI avtomatizira pripravo poročil na podlagi analiz nesreč, kar pospeši proces preiskovanja.

V prihodnosti naj bi se umetna inteligenca integrirala v vse vrste letalstva. Letalski sektor naj bi postal bolj povezan, odziven in okolju prijazen, potnikom pa naj bi ponujal še bolj prilagojene in učinkovite storitve.

SWOT analiza

Umetna inteligenca ima v povezavi s spremljanjem letalskih nesreč tudi nekaj izzivov, ki so zapisani v spodnji tabeli.

Tabela 1: SWOT Analiza

PREDNOSTI	SLABOSTI	IZZIVI	NEVARNOSTI
Podpora reševalnim enotam z napovedovanjem lokacije nesreče in usmerjanja reševalnih ekip.	Razvoj in implementacija umetne inteligence zahteva veliko stroškov, ki si jih nekatere letalske združbe ne morejo privoščiti.	Algoritmi morajo biti zanesljivi, saj napačne analize podatkov vodijo v napačno ukrepanje in posredovanje.	Nepravilna analiza podatkov vodi v napačne zaključke, ki lahko škodijo ugotovitvam.
Hitra in natančna analiza podatkov iz črnih skrinjic in senzorjev.	Umetna inteligenca ne zazna vseh dejavnikov, ki so privedli do letalske nesreče.	Odpirajo se tudi vprašanja o odgovornosti, zaupanju in etičnih načelih.	Napačne ugotovitve lahko povzročijo pravne zaplete, predvsem v nesrečah, kjer je umrlo veliko ljudi.
Hitro lociranje razbitin v težko dostopnih območjih (gorovja, oceani).	Umetna inteligenca je odvisna od podatkov, saj manjkajoči in napačni podatki izkrivijo rezultate.	Letalske nesreče imajo pogosto kompleksne vzroke za nesrečo, ki pa jih UI težko analizira.	Umetna inteligenca s svojimi sistemi je lahko tarča kibernetških napadov, kar povzroči motnje v analizi podatkov.
Proaktivno preprečevanje z analiziranjem podatkov, ki opozorijo na težave pred nesrečo.		Za njeno uporabo moramo prilagoditi in posodobiti pravila in standarde.	

Ugotovitve

Umetna inteligenca prinaša izboljšave pri spremljanju letalskih nesreč, predvsem z avtomatizacijo, hitrim dostopom do informacij in boljšo analizo podatkov. Njena uporaba ne pospešuje samo preiskave, ampak tudi aktivno zmanjšuje tveganje za prihodnje nesreče. Čeprav so izzivi, kot so kibernetska varnost in etična vprašanja, še vedno prisotni, se z razvojem tehnologij pričakuje, da bo UI postala ključni element v letalski varnosti in preiskovanju nesreč. Umetna inteligenca vpliva na spremljanje prometnih nesreč predvsem s pospešitvijo preiskav letalskih nesreč, povečanjem natančnosti pri ugotavljanju vzrokov za nesrečo in podporo reševalnim ekipam.

Zaključek

Moja ugotovitev je da, umetna inteligenca ima v letalski industriji ključnega pomena pri preprečevanju človeških napak in hitro odkriva vzroke ter lokacije letalskih nesreč. S svojo sposobnostjo hitre analize obsežnih podatkov in prepoznavanja vzorcev, omogoča natančnejše preiskovanje vzrokov nesreč, kar povečuje učinkovitost preiskav. Poleg tega omogoča boljšo napoved tveganj, proaktivnemu preprečevanju incidentov in optimizaciji vzdrževanja letal. Vključitev umetne inteligence v spremljanje letalskih nesreč prinaša pomembne spremembe, saj omogoča hitrejšo in natančnejšo odkrivanje nepravilnosti, s čimer se povečuje splošna varnost v letalski industriji. Zanesljivost sistemov, kibernetska varnost ter prilagoditev regulatornih zahtev so le nekateri izmed ključnih izzivov, ki bodo oblikovali prihodnost te tehnologije. Za uspešno implementacijo je nujno potrebno premišljeno usmerjanje razvoja in zagotovitev ustrezne infrastrukture, ki bo zagotavljala varnost in zaupanje v tehnične rešitve. Prihodnost umetne inteligence v spremljanju letalskih nesreč je obetavna, saj ima potencial, da revolucionira varnost in učinkovitost letalstva. S pravilno uporabo lahko umetna inteligenca zmanjša število nesreč, izboljša zaščito človeških življenj in pripomore k bolj zanesljivemu letalskemu prevozu. Da pa bo ta tehnologija lahko dosegla svoj polni potencial, bo potrebno odgovorno upravljanje, interdisciplinarno sodelovanje in zaupanje v tehnološke rešitve.

Viri, literatura:

1. *Umetna inteligenca in letalstvo* | EASA
2. Delo (2019) Leto dni po strmoglavljenju v Indoneziji Boeing 737 max ostaja na tleh, <https://www.delo.si/gospodarstvo/novice/leto-dni-po-strmoglavljenju-v-indoneziji-boeing737-max-ostaja-na-tleh-243840.html> (29. 11. 2019).
3. BBC (2019a) Boeing expects 737 Max to fly again by New Year, <https://www.bbc.com/news/business-50151573> (29. 11. 2019).
4. BBC (2019b) Boeing staff texted about 737 Max issue in 2016, <https://www.bbc.com/news/business50101766> (29. 11. 2018).
5. Burri T. (2018) The EU is right to refuse legal personality for Artificial Intelligence, Euroactiv, <https://www.euractiv.com/section/digital/opinion/the-eu-is-right-to-refuse-legal-personality-for-artificial-intelligence/> (13. 12. 2019).
6. Smith, J. (2021). Artificial Intelligence in Aviation Safety: A Review. *Journal of Aerospace Research*.
7. Brown, A. et al. (2020). The Role of Machine Learning in Aviation Accident Investigation. *Aviation Technology Review*.

ANJA BREZOVAR študentka 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: umetna inteligenca in skladiščenje v logistiki sta zelo pomembna. Kljub temu da se skladišča delijo na klasična in moderna, se umetna inteligenca temu prilagaja in poskuša najti načine za obe vrsti skladišč. Čeprav umetna inteligenca izboljšuje življenje ljudi, se moramo zavedati, da ni nadomestilo za človeško inteligenco.

Ključne besede: umetna inteligenca, skladiščenje, zaloge, stroški.

UPORABA UMETNE INTELIGENCE PRI OPRIMIZACIJI ZALOG IN SKLADIŠČENJE

Uvod

Skladiščenje in umetna inteligenca sta zelo povezana, saj lahko UI optimizira skladiščne procese in skladiščne operacije. Umetna inteligenca lahko napoveduje povpraševanje, saj analizira zgodovinske podatke iz prejšnjih naročil in usklajuje trenutne trende ter s svojimi algoritmi zmanjšuje pomanjkanje ali presežek zalog.

Upravljanje skladiščnih procesov kot so nakladanje, razkladanje, komisioniranje lahko umetna inteligenca usklajuje s pomočjo robotov ali delavcev in s tem zmanjša čakanje in čas dostave. Nekateri članki kot je npr. članek sourednice medija Disenz Neje Berger že navajajo probleme umetne inteligence, ki jo povzroča ljudem v sodobni družbi (Poredoš, 2023). Poleg tega drugi viri tudi dodajajo, da delavce skrbi njihova prihodnost zaposlitve zaradi umetne inteligence. Odvetnik mag. Mitja Podpečan je za TFL Glasnik dejal, da bi lahko umetna inteligenca zamenjala človeka v sodnih dvoranah (Podpečan, 2019). Uporaba umetne inteligence je precej široka, saj se jo lahko uporablja v transportni logistiki, procesiranju naročil in seveda v upravljanju zalog in naročil (Simić, 2024).

Vemo, da so logistična podjetja v porastu ter da primanjkuje delavcev za delo v skladiščanju in na splošno v celotni logistiki, zato je dejstvo to da bo umetna inteligenca vse bolj popularnejša z njo pa seveda tudi roboti gnani s pomočjo UI.

Zato bom v nadaljevanju predstavila umetno inteligenco, skladiščenje ter prednosti in slabosti uporabe umetne inteligence. Zavedati se moramo, da umetna inteligenca vpliva na vse, zato sem se odločila, da to raziščem in zapišem. Pri tem pa si pomagam in opredelim raziskovalno vprašanje, ki se glasi: **Kako lahko umetna inteligenca vpliva na človeka, na proces skladiščanja in optimizacije zalog?**

Teoretično ozadje obravnavanega problema

Umetna inteligenca

Umetna inteligenca (AI) je interdisciplinarno področje znanosti, ki se ukvarja z ustvarjanjem programov in sistemov, ki izvajajo naloge, ki običajno zahtevajo človeško inteligenco. To so lahko naloge, kot so prepoznavanje govora, učenje, načrtovanje, razumevanje naravnega jezika, zaznavanje in razumevanje okolice ter reševanje problemov. (McCarthy, 2004).

Z drugimi besedami, UI je koncept, ki omogoča strojem, da "razmišljajo" podobno človeku, da se učijo in izboljšujejo svoje sposobnosti sami, brez potrebe po človeškem posegu.

Umetna inteligenca se je razvijala skoti desetletja, teoretične osnove pa je leta 1950 podal že Alan Turing v svojem članku in test, kako oceniti, ali stroj lahko izkazuje inteligentno vedenje (Turing, 1950). Med leti 1960 in 1990 je umetna inteligenca doživela visoko zanimanje in porast ter padec zanimanja. Nato pa je doživela velik vzpon z razvojem algoritmov kot so nevronske mreže, preboj v računalništvu in razvoj praktičnih aplikacij. Umetna inteligenca se še naprej razvija, saj želi ustvariti sisteme, ki obvladajo širok spekter nalog, ki bi se lahko še bolj integrirale v vsakdanje življenje in ljudem olajšale delo.

Umetno inteligenco se bi lahko uporabljalo v zdravstvu na namen razvoja zdravil in napovedovanje bolezni, v poslovanju za analizo podatkov in avtomatizacijo procesov ter v industriji za upravljanje z roboti in optimizacijo proizvodnih procesov.

Umetno inteligenco bi lahko razdelili v sedem podskupin kot je to naredil psiholog Howard Gardner (Gardner, 1999):

- jezikovna inteligenca,
- logično-matematična inteligenca,
- glasbena inteligenca,
- telesno-gibalna inteligenca,
- prostorsko-vizualna inteligenca,
- interpersonalna inteligenca in
- intrapersonalna inteligenca.

Umetno inteligenco tvorijo številni dejavniki, ki prispevajo k njenemu brezhibnemu delovanju. Analiza sestavnih delov, kot so učenje, utemeljevanje in odločanje, reševanje problemov ter zaznavanje, omogoča boljšo predstavo o tem, kako UI deluje in kako lahko koristi podjetjem in posameznikom (Zavadskaya, 2017).

Skladiščenje

Skladiščenje je proces, ki vključuje sprejemanje, shranjevanje in urejanje blaga ali izdelkov v skladišču. Strokovnjak Robert Hughes je dejal, da je skladiščenje skupek nekih dejavnosti, ki so povezane s sprejemanjem in pripravo blaga za ponovno odpremo (Hughes, 2009).

Skladiščenje ni tako zelo modern koncept, saj se je začel razvijati v 18. in 19. stoletju v času industrijske revolucije v Evropi. Po tem času pa je skladiščenje začelo postajati bolj in bolj pomembno v vseh industrijskih in transportnih panogah.

Glavni nalogi skladiščenja sta vzdrževanje tovora in rokovanje ter pretovarjanje tovora. Vzdrževanje pomeni, da zagotavljamo optimalne stroške, da je tovar v pravi obliki, količini in kvaliteti ter da je skladiščenje okolju varna panoga. To pomeni da nadzorujemo temperaturo v skladiščih, porabljamo čim manj električne energije (delamo čim več z naravno svetlobo), svoje zaposlene pa tudi izobražujemo (Ogorelc, 1996).

Drugi dve nalogi skladiščenja pa sta varovanje blaga in transportna funkcija. Poznamo tudi več vrst skladišč in jih ločimo glede na:

- namen in funkcijo (proizvodna, distribucijska, carinska, javna skladišča);
- način pakiranja in transport (skladišča za razsuto, nepakirano blago in blago v embalaži);
- čas obratovanja skladišča (stalna in začasna skladišča);
- način gradnje (pokrita in odkrita skladišča);
- vrsto blaga (univerzalna in specialna skladišča);
- notranjo opremo (klasična in regalna skladišča);
- status blaga (carinsko skladišče in skladišče za domače blago).

Organizacija mora poskrbeti, da skladiščenje poteka nemoteno in s čim manjšimi stroški. Večina podjetij uporablja računalniški sistem skladiščenja, čeprav je postopek skladiščenja v vseh skladiščih enak.

Raziskava

Delitev skladiščenja

Skladiščenje kot samo lahko razdelimo v dve vrsti: to sta klasično in moderno skladiščenje med katerima je kar nekaj razlik. Vendar tako klasična kot moderna skladišča se vseeno delijo na:

- navadna skladišča v katerih skladiščimo suhe izdelke;
- hladilnice, kjer ločimo hladilnice za sadje in zelenjavo ter meso in mesne izdelke ter
- prostore za globoko zamrzovanje, kjer morajo biti živila pravilno embalirana zaradi zelo nizkih temperatur do -18 stopinj Celzija.

Klasična skladišča so nekoč veljala za tradicionalni način shranjevanja blaga, razdeljevanja in upravljanja, kjer so delavci večinoma ročno vnašali v računalniške sisteme ali na list papirja. To so bila standardna skladišča, preden so se razvile sodobne tehnologije.

Moderna skladišča pa predstavljajo uporabo naprednih tehnologij, avtomatizacijo sistemov in robotizacijo in uporabo digitalnih orodij za upravljanje z zalogami in obdelavo naročil. Taka skladišča se osredotočajo predvsem na hitrost dela in prihranek stroškov.

Razlike med obema vrstama skladišč so zapisane v spodnji tabeli 1.

Tabela 5: Razlika med klasičnim in modernim skladiščem

	KLASIČNO SKLADIŠČE	MODERNO SKLADIŠČE
Tehnologija	Ročni sistemi upravljanja skladišč s Excel tabelami in papirjem.	Skladiščni procesi so avtomatizirani z različnimi sistemi kot to WMS, RFID,...
Učinkovitost	Manjša učinkovitost in večja možnost za pojavljanje napak.	Zaradi avtomatizacije je zelo malo napak in majhne možnosti za njih.
Stroški	Nižji začetni stroški, vendar višji operativni stroški.	Visoki začetni stroški, vendar strmimo k dolgoročnim prihrankom.
Varovanje okolja	Manj poudarka na varovanju okolja.	Poudarek je na energetski učinkovitosti ter na ločevanju in zmanjševanju odpadkov.
Sledenje zalog	Zaloge štejemo ročno.	Zalogam sledimo z avtomatiziranimi procesi in skenerji.
Prilagodljivost	Je omejena zaradi ročnih vnosov v sisteme.	Dinamična in se hitro prilagodi kupcem in zdajšnjim trendom.

Klasično skladišče je zelo tradicionalno, saj je zelo veliko ročnega dela, težko tudi sledimo zalogam ter težje upravljamo tudi vse ostale skladiščne procese. Prednosti klasičnega skladišča so:

- da imamo nizke začetne stroške, vendar se ti povečajo, če želimo klasično skladišče po nekem času preurediti v moderno skladišče;
- preprosta implementacija kar pomeni, da lahko klasično skladišče postavimo kjerkoli želimo brez uradnih papirjev in na katerikoli infrastrukturi.

Poleg prednosti ima vsaka stvar tudi slabosti. Slabosti v klasičnem skladiščenju so predvsem povezani s slabo uporabo avtomatizacije, saj lahko pride do večje možnosti napak zaradi ročnih vnosov. Poleg tega se težko prilagodimo novim trendom, saj moramo praktično vse spremeniti in preoblikovati. Prostori pa tudi niso optimalno izkoriščeni.

Za moderno skladišče je pa predvsem značilna avtomatizacija ter uporaba tehnologije in maksimalna uporaba iz izraba prostora. Poleg vsega skrbi tudi za okolje, saj uporablja energetske rešitve kot so osvetlitev z LED žarnicami, ima nadzor nad porabo vode in električne energije. Z natančnim sledenjem blaga in natančnimi procesi zmanjšuje tudi odpadke ter zmanjšuje toplogredne pline. Prednosti modernega skladiščenja:

- visoka natančnost: zaradi uporabe avtomatizacije pride do zelo majhnih možnosti za napake;
- fleksibilnost: hitro se prilagodijo zahtevam kupcev in trendom;
- varnost: uporaba avtomatizacije in sistemov omogoča boljšo varnost in nadzor na blagom in manjšo možnost fizičnih poškodb delavcev.

Visoki začetni stroški zaradi investicij v tehnologijo, kompleksnost zaradi potrebe po rednem vzdrževanju sistemov in njenih nadgradenj ter odvisnost od tehnologije pa veljajo za slabosti modernega skladiščenja. Motnje v sistemu lahko povzročijo izpad v posodabljanju podatkov v sistemu, kar lahko vodi v začasne zastoje in posledično povečanje stroškov.

Moderna skladišča so predvsem primerna a podjetja ali organizacije, ki imajo velik obseg poslovanja in hiter tempo obdelave naročil. To velja predvsem za industrijo (prehrambena industrija, farmacevtska industrija), ki zahteva posebne pogoje skladiščenja in optimizacije zalog (Logožar, 2004).

Izzivi skladiščenja

Skladiščenje in optimizacija zalog sta ključni v celotni logistiki in dobavni verigi, vendar se soočata tudi z različnimi izzivi. Ti izzivi so odvisni od tega s katero panogo se ukvarjajo, kakšna je vrsta blaga, kakšna je tehnološka oprema in seveda kakšne so zahteve podjetja. Najbolj pogosti klasični izzivi so:

- izzivi s prostorom, saj po večini skladiščih primanjkuje prostora ali pa se ga neučinkovito izkoristi;
- tehnološki izzivi, saj v skladiščih primanjkuje avtomatizacije in podatke vnašajo ročno, kar je tudi zelo zamudno, zato se tukaj pojavijo tudi časovni izzivi;

- okoljski izzivi, saj nekateri izdelki kot so prehrabeni in farmacevtski izdelki potrebujejo nadzorovane pogoje skladišča z ustrezno temperaturo in vlažnostjo.

Nekatera podjetja se poleg klasičnih izzivov zapisanih zgoraj soočajo tudi s spodaj naštetimi izzivi:

- Ozka grla v sprejemanju in oddajanju naročil. Tukaj se soočamo z izzivi usklajevanja med sprejemnimi in skladiščnimi ekipami. Včasih zaradi različnih razlogov pride do zamude pri obdelavi naročil, razlog za to pa je nesodelovanje. Skladiščni prostori so le na 68% zmogljivosti, kar dokazuje, da niso dobro izkoriščeni. Rešitev za dan problem je WMS programski sistem, ki usklajuje sprejem, delo in odpremo blaga.
- Pomanjkanje delovne sile in visok promet. Pomanjkanje delovne sile je problem oz. izziv skoraj vsakega podjetja. Podjetja tudi težko zadržijo visoko kvalificirani kader, zato so primorani poseči po avtomatizaciji in uporabi avtonomnih mobilnih robotov (AMR).
- Povratna logistika. Ravnanje z vrnjenim blagom je izziv, s katerim se običajno ne ukvarjamo zelo veliko. To zahteva dodatne korake obdelave, prepakiranje in obnavljanje zalog. Tudi pri tem izzivu lahko uporabimo WMS programski sistem in lažje rešimo izzive s povratno logistiko (Hopstack Team, 2024).

Čeprav je umetna inteligenca dobra stvar in prinaša številne prednosti v skladiščenju se z njo odpirajo tudi novi izzivi, ki so predvsem povezani z upravljanjem in uporabo tehnologije (Slaček, Cvikel, b. d.)

Poleg visokih začetnih stroškov implementacije umetne inteligence v podjetje in skladišče, se soočamo tudi z zapletenostjo sistemov. Dosedanji sistemi za upravljanje optimizacije zalog kot so RFID, ERP in WMS morda niso združljivi s tehnologijo umetne inteligence. Podjetja tudi nimajo dovolj znanja na področju uporabe novih sistemov, saj so algoritmi zelo zapleteni in jih težko razumemo in razberemo. Za manjša podjetja je morda boljše, da umetne inteligence ne uporabljajo, saj se UI najbolj obnese takrat, ko ima večji količino podatkov, ki so dovolj obsežni in kakovosti. Marsikatero manjše podjetje tega nima, zato lahko to privede do težav. Podatki morajo biti točni, saj lahko v nasprotnem primeru umetna inteligenca izračuna napačne rezultate.

Te izzive se počasi tudi odpravlja, saj se podjetja postopno uvajajo in seznanjajo z uporabo umetne inteligence in izboljšujejo podatkovne baze. Podjetja svoje zaposlene seznanjajo in jih učijo ter nudijo izobraževanja na temo uporabe UI.

Na drugi strani pa imamo skladišča, ki ne odobravajo uporabe umetne inteligence ter se soočajo z izzivi ročnih vnosov in zastarelih procesov.

Zaradi neuporabe UI so podjetja lahko nenatančna, saj se pri ročnih vnosih večkrat zgodi, da se zmotimo in napačno napišemo. Zato imamo potem težave s sledenju zalog in njenem skladiščenju. Ročni vnosi vodijo tudi v težave z upravljanjem zalogami, zaradi presežka ali pomanjkanja zalog. Zaradi površnega vnosa, lahko spregledamo tudi datume roka uporabe izdelkov predvsem v skladiščih za prehrano in farmacijo.

Ročni vnosi podatkov v sistem zahtevajo tudi večje število zaposlenih, kar privede so višjih stroškov, delavci pa zaradi utrujenosti delajo napake.

Čeprav skladišča, ki ne uporabljajo najnovejših tehnoloških sistemov, lahko z uvedbo digitalizacije in optimizacije procesov ter rednim usposabljanjem zaposlenih še vedno dosežejo pomembne izboljšave v njihovi učinkovitosti in natančnosti.

Primeri iz prakse

Kot primer iz prakse lahko vključimo različne globalne in lokalne primere. Pod globalnega lahko navedemo Amazon, Walmart in Alibabo, kot lokalnega oz. domačega pa Mercator ali BTC logistični center.

Podjetje Amazon deluje po filozofiji "fulfillment by robots", saj njihov namen je da avtomatizacija ne nadomešča ljudi, ampak samo izboljšuje produktivnost in zmanjšuje napake. Podjetje v ta namen uporablja kombinacijo strojnega učenja, robotike in analize podatkov. Pri tem je vredno izpostaviti Robotski sistem Kiva, kjer roboti samodejno premikajo police z izdelki do zaposlenih, kar zmanjšuje potrebo po daljšem času iskanja izdelkov. Prav tako pa umetna inteligenca tudi prilagodi predloge izdelkov na podlagi tega, kar si kupci želijo, saj izdelava različne algoritme (Quinlivan, 2023).

Podjetje uporablja tudi posebno platformo imenovano Amazon Q Business, ki se uporablja za iskanje informacij, pridobivanje vpogleda in ukrepanje pri delu in jo "poganja" umetna inteligenca. Dostopna je vsem zaposlenim v Amazonu in ljudem hitreje pomaga opraviti svoje delo. Spletna platforma je varna in zasebna in spoštuje obstoječo identiteto, kar pomeni, da v primeru, če posameznik nima dovoljenja za

dostop do nekih vsebin, tudi Amazon Q Business ne more dostopati do njih. Poskuša se odzivati na način, ki je skladen s cilji in nameni podjetja. Podjetje poleg uporabe Amazon Q Business uporablja tudi Amazon QuickSight, ki deluje v oblaku in organizacijam omogoča enostavno analizo podatkov in ustvarjanje interaktivnih ponazoritev. Seveda je tudi ta storitev gnana s strani umetne inteligence (Amazon Q Business, 2025).

Lokalni primer Mercator je eno izmed večjih podjetij v Sloveniji, ki uporablja umetno inteligenco za izboljšanje upravljanja sezonskih zalog (npr. šolske potrebščine ob začetku novega šolskega leta, praznične sladkarije ob praznikih in sveže sadje ter zelenjava). Uporabljajo jo za optimizacijo oskrbovalne verige, kjer učinkovito načrtuje dobavo izdelkov od centralnih skladišč do posameznih trgovin po Sloveniji. Zaloge tudi realno spremlja in jih vodi preko podatkovnih platform. Da lahko zaloge ustrezno napove, spremlja pretekle podatke o prodaji z analizo sezonskih trendov (Finance PR, 2021).

Lokalni primer Spar Slovenija je še bolj tehnološko podprt z umetno inteligenco kot podjetje Mercator, saj so dosegli velik mejnik. Prvi v Sloveniji so posneli celoten oglas z uporabo umetne inteligence. Oba avtorja tako Lidija Rakuša in Aleš Popič iz oddelka marketing navajata, da so se za ta drzen korak odločili zaradi sledenja trendom ter hitrejši in cenejši produkciji. Podjetje ima tudi zelo močno ekipo, saj ves čas spremlja kaj se dogaja na področju informacijskih tehnologij ter razmišljajo, kako bi lahko to uporabili v oglaševanju in še kje drugje. Umetno inteligenco uporabljajo tudi v spletni trgovini Spar Online, saj so povezali bazo podatkov z njihovimi izdelki, tako da lahko kupci kupijo izdelek preko spleta (Paukovič, 2025).

Ugotovitve in SWOT analiza

SWOT ali slovensko SPIN analiza je orodje za strateško načrtovanje, ki pomeni prednosti, slabosti, priložnosti in grožnje. Uporablja se za ocenjevanje notranjih in zunanjih dejavnikov organizacije ali posameznika za prepoznavanje področij za izboljšave in potencialnih izzivov. To metodo je prvi razvil in uvedel Albert Humphrey iz Stanfordskega raziskovalnega inštituta, ustanovljenega v šestdesetih letih prejšnjega stoletja med njeno študijo z namenom identifikacije razlogov za dosledno neuspehom korporativnega načrtovanja. S SWOT analizo lahko podjetje prepozna ključne dejavnike, ki vplivajo na učinkovitost skladišča, in razvije strategije za izboljšanje delovanja (Richards, 2020).

Spodaj prikazana tabela prikazuje kaj lahko vse s SWOT analizo analiziramo ter proučujemo in poskušamo izboljšati.

Tabela 6: SWOT ali SPIN analiza skladišč

PREDNOSTI (STRENGTHS)	SLABOSTI (WEAKNESSES)	PRILUŽNOSTI (OPPORTUNITIES)	GROŽNJE (THREATS)
Sodobna oprema skladišč z avtomatiziranimi procesi.	Visoki stroški vzdrževanja skladišč zaradi porabe energije, infrastrukture.	Uvajanje avtomatizacije kot je uporaba umetne inteligence in robotov.	Naravne nesreče kot so pandemije, ki lahko omejijo skladiščenje in distribucijo.
Velika skladiščna kapaciteta, ki omogoča shranjevanje večjih količin blaga.	Pomanjkanje izobraževanj za zaposlene, zato so manj produktivni, poveča pa se tudi možnost napak.	Povečanje spletene trgovine, kar zahteva tudi bolj učinkovito skladiščenje in procese znotraj skladišča.	Višanje cen goriva in energije, kar privede do dražjega transporta in posledično tudi cena skladiščenja naraste.
Dobra lokacija skladišč, ki morajo biti zgrajena na prometnih vozliščih (bližina avtoceste, železnice).	Odvisnost od drugih poslovnih partnerjev, saj lahko pride do težav z dobavitelji in prevozniki, ki vplivajo na pravočasno dostavo.	Širitev na nove trge s katerimi pridobimo nove stranke, zlasti tam, kjer imajo visok potencial za rast.	Konkurenca, saj druga podjetja, ki nudijo nižje stroške in boljše rešitve prodirajo na trge.

Umetna inteligenca vpliva na skladiščenje, predvsem pa tudi na delavce, saj to za njih pomeni priložnost za razvoj novih znanj, hkrati pa izziv, ki je povezan s preходом na tehnološko podprto delo. Zelo pomembno je, da podjetja vlagajo v izobraževanje svojih zaposlenih, da bi kar se da izkoristili prednosti tehnologije.

Umetna inteligenca vpliva na spremembe v delovnih nalogah delavcev, saj se zmanjša fizično delo kot sta dvigovanje in premikanje, saj to nalogo prevzamejo roboti. Tako se izboljša tudi ergonomija delavcev, zmanjšajo se poškodbe in bolniške odsotnosti delavcev.

Avtomatizacija nadomesti enostavna ročna opravila, zato se število delovnih mest za bolj nekvalificirano delovno silo zmanjša, poveča pa se zaposljivost tehnično usposobljenih strokovnjakov.

Robotski sistemi in avtomatizacija zmanjšata tudi možnost nesreč povezanih s fizičnimi poškodbami (zlomi, zvini), prepoznajo tveganja in zmanjšujejo nevarnosti.

Umetna inteligenca izboljšuje učinkovitost skladiščnih procesov, saj se rutinska opravila avtomatizirajo in s tem se zmanjšajo zamude, poveča pa se produktivnost. Poleg tega se zmanjšujejo tudi stroški, kljub temu, da moramo na začetku vložiti veliko več denarnih sredstev kot bi jih, če bi gradili klasično skladišče brez avtomatizacije procesov. Z njeno uporabo optimiziramo tudi skladiščni prostor, saj umetna inteligenca najde prostor v skladišču za posamezen izdelek, glede na njegovo porabo in hitrost prodaje.

Sklep in odgovor na raziskovalno vprašanje

Na začetku sem si postavila jasno raziskovalno vprašanje, kot odgovor pa lahko zapišem, da umetna inteligenca vpliva na vse tri dele vprašanja, saj bo človek potreboval nova znanja s področja tehnologije in analize podatkov, prav tako pa bo umetna inteligenca in uporaba robotov razbremenila zaposlene pri fizičnem delu. Ljudje bodo lahko zaradi uporabe UI tudi bolj učinkovito sodelovali z ostalimi področji in oddelki v podjetju. Pri tem se lahko soočimo tudi z izzivi usposabljanja, saj uporaba robotskih sistemov prinaša potrebo po usposabljanju. Proces skladiščenja se izboljša, saj se izboljša natančnost pri izbiri izdelkov in njeni prepoznavnosti s pomočjo računalniškega vida. Poleg tega se pa tudi poveča varnost in zagotavlja optimalne pogoje za shranjevanje. Algoritmi tudi dinamično prilagajajo razporeditev izdelkov glede na potrebe.

Pri optimizaciji zalog pa umetna inteligenca zagotavlja večjo preglednost nad zalogami z različnimi tehnologijami kot sta IoT in blockchain. S tem se skrajša čas od naročila do dostave, posledično pa so kupci bolj zadovoljni in veseli.

Zaključek

Čeprav se v članku deskriptivno analizira sekundarne vire lahko ugotovimo da, uporaba umetne inteligence logistiki odpira nova vrata, saj prinaša revolucionarne ideje. Podjetjem prinaša višjo učinkovitost, boljše obvladovanje stroškov ter prostora in bolj natančno dostavo izdelkov. Kljub vsem prednostim, ki jih prinaša, se moramo soočiti tudi z njenimi izzivi na področju izobraževanja zaposlenih, prilagajanja poslovnih procesov in na področju etike in etičnih vprašanj. Na podlagi teoretičnih konceptov, kot so upravljanje oskrbovalne verige, prilagodljivo povpraševanje in procesna optimizacija, lahko sklepamo, da UI bistveno prispeva k izboljšanju vseh faz skladiščnega poslovanja. V skladu s teorijo sistemov UI deluje kot dinamičen podsistem, ki analizira ogromne količine podatkov v realnem času in zagotavlja, da so odločitve o naročanju, skladiščenju in distribuciji usklajene z dejanskimi potrebami trga. Napovedni algoritmi temeljijo na metodah strojnega učenja in podatkovnem modeliranju, kar omogoča zmanjšanje negotovosti ter boljše prilagoditev sezonskim in tržnim spremembam.

Prihodnost skladiščenja je vse bolj povezana z umetno tehnologijo in avtomatizacijo procesov, pomembno pa je, da podjetja vseeno uporabljajo zdravo mero umetne inteligence in vzdržujejo ravnovesje tudi s človeško komponento.

Umetna inteligenca nam omogoča, da postanemo pametnejši, bolj učinkoviti ter tehnološko podprti, vendar se moramo tudi zavedati, da ni nadomestilo za človeško inteligenco, saj se najboljši rezultat doseže takrat, ko človekovo mišljenje in umetna inteligenca sodelujeta.

Viri in literatura:

1. Logožar, K. (2004). Poslovna logistika: elementi in podsistemi. Ljubljana : GV Izobraževanje.
2. McCarthy, J.(2004). What is Artificial Intelligence? Stanford: Stanford University.
3. Ogorelc, A. (1996). Logistika: organiziranje in upravljanje logističnih procesov. Maribor: Ekonomsko-poslovna fakulteta.
4. Zavadskaya, A. (2017). Artificial Intelligence in Finance: Forecasting Stock Market Returns Using Artificial Intelligence. Helsinki: Hanken School of Economics.
5. Slaček, T., & Cvikl, V. P. (b. d.). Uvajanje novih izobraževalnih programov v O Gastronomske in hotelske storitve SKLADIŠČNO POSLOVANJE. <http://munus2.tsc.si>.
6. Gardner H. (1999). INTELLIGENCE REFRAMED. Multiple intelligences fro ste 21 st Century.
7. Turing, A. M. (1950). COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE. In Computing Machinery and Intelligence. Mind (Vol. 49).
8. Mag. Podpečan Mitja, TFL Glasnik, 2019. Umetna inteligenca in sojenje. Ljubljana. Dostopno na: [mag. Mitja Podpečan: Umetna inteligenca in sojenje | TFL Glasnik | Tax-Fin-Lex](#) (povzeto december 2024).
9. Poredoš Miha, Zveza svobodnih sindikatov Slovenije, 2023. Svet strojnega učenja je povezan tako z izkoriščanjem delavstva kot z izkoriščanjem naravnih virov – O umetni inteligenci od U do I z novinarko in raziskovalko Nejo Berger, Ljubljana. Dostopno na: [Svet strojnega učenja je povezan tako z izkoriščanjem delavstva kot z izkoriščanjem naravnih virov – O umetni inteligenci od U do I z novinarko in raziskovalko Nejo Berger - Zveza svobodnih sindikatov Slovenije](#) (povzeto december 2024)
10. Richards G., Grinsted S., 2020. The logistics and supply chain toolkit. 3rd ed. London: Kogan Page.
11. Simić Nina, Podjetna Slovenija, 01. 08. 2024. Top 5 področij uporabe UI v logistiki. Ljubljana. Dostopno na: [Top 5 področij uporabe UI v logistiki - Podjetna Slovenija](#) (povzeto januar 2025)
12. Hughes R. (2009). Things I Didn't know: A Memoir NewYork:. Knopf Doubleday Publishing Group
13. Quinlivan J. (2023). How Amazon deploys collaborative robots in its operations to benefit employees and customers, ZDA. Dostopno na: [How Amazon Robotics is changing logistics](#) (povzeto januar 2025).
14. Finance PR (2021). Kako Mercator izboljšuje logistiko z uporabo novih tehnologij, Ljubljana. Dostopno na: [Kako Mercator uvaja celostno digitalno izkušnjo za zaposlene](#) (povzeto januar 2025).
15. Amazon Q Business: [Pomočnik AI za podjetja - Amazon Q Business - AWS](#) (povzeto januar 2025).
16. Paukovič Lara, Metropolitan (2025). Slovensko podjetje, ki mu je uspel pionirski tehnološki podvig: "Videli smo, da bi umetna inteligenca lahko bila odličen pomočnik!", Ljubljana. Dostopno na: [Slovensko podjetje, ki mu je uspel pionirski tehnološki podvig: "Videli smo, da bi umetna inteligenca lahko bila odličen pomočnik!" - Metro minutke - Metropolitan.si](#) (povzeto januar 2025)
17. Hopstack Team (2024). Top 10 Warehouse Management Challenges & Solutions. [Top 10 Warehouse Management Challenges & Solutions \(Updated 2025\)](#) (povzeto januar 2024).

MIROSLAV ROJKO, študent 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: Podatkovno podprte rešitve za prometno varnost izboljšujejo varnost na cestah z analizo velikih podatkov za prepoznavanje tveganj in uvajanje preventivnih ukrepov. Svetovna stroka poudarja, da tovrstni pristopi zmanjšujejo število prometnih nesreč in reševanje življenj v državah z visokim tveganjem.

Ključne besede: prometna varnost, analitika podatkov, preventivni ukrepi, nesreče, zmanjšanje nesreč.

VPLIV UI NA IZBOLJŠANJE PROMETNE PRETOČNOSTI IN ZMANJŠANJE OBREMENITEV AVTOCESTNEGA OMREŽJA: KAKO LAHKO UMETNA INTELIGENCA OPTIMIZIRA UPRAVLJANJE PROMETA IN ZMANJŠA PROMETNE ZASTOJE NA AVTOCESTNEM OMREŽJU?

Uvod

Promet na avtocestnih omrežjih postaja vse bolj kompleksna težava, saj se število vozil vztrajno povečuje, kar vodi v pogoste zastoje, večjo obremenitev infrastrukture, povečane emisije in izgubo časa. Po podatkih Evropske komisije promet prispeva približno 25 % vseh emisij toplogrednih plinov v EU, pri čemer so zastoji eden od ključnih dejavnikov povečane porabe goriva in onesnaževanja. Tradicionalni pristopi k upravljanju prometa, kot so statične signalizacije in razširitev cestnih zmogljivosti, pogosto niso dovolj učinkoviti ali trajnostni. (European Commission, 2021).

V kontekstu sodobnega upravljanja prometa se umetna inteligenca (UI) vedno bolj uveljavlja kot ključna tehnologija za izboljšanje prometne pretočnosti in zmanjšanje obremenitev cestne infrastrukture. Z uporabo napredne analitike, strojnega učenja in integracije podatkov iz različnih senzorjev lahko UI omogoča prediktivno modeliranje prometa, kar prispeva k učinkovitemu usmerjanju vozil in optimizaciji poti. Takšni pristopi ne samo da zmanjšujejo zastoje, ampak tudi pripomorejo k zmanjšanju porabe goriva in emisij toplogrednih plinov (OECD, 2021).

Pametni prometni sistemi, avtomatizacija vozil in digitalni dvojčki prometne infrastrukture so le nekateri primeri, kako lahko UI preoblikuje način upravljanja prometa. Na primer, raziskave ameriškega ministrstva za promet kažejo, da lahko sistemi za dinamično upravljanje prometa, ki uporabljajo umetno inteligenco, zmanjšajo zastoje za do 20 % (U.S. Department of Transportation, 2020).

V tem prispevku bomo raziskali, kako lahko umetna inteligenca prispeva k boljši pretočnosti prometa, zmanjšanju emisij in izboljšanju prometne varnosti. Prav tako bomo predstavili primere dobrih praks in priložnosti za implementacijo takšnih rešitev v Sloveniji, ki se sooča s povečanjem prometa na ključnih prometnicah, kot so ljubljanska obvoznica in avtoceste, ki povezujejo države severa in juga Evrope (DARS, 2022).

Članek je teoretično podkrepjen s povzemanjem podatkov iz različnih tujih virov. Z metodo kompilacije so povzeti tuji in domači avtorji, njihova stališča in ugotovitve. Prispevek zajema umetno inteligenco, integrirano v napredne sisteme, ki pripomorejo k izboljšanju prometne varnosti in optimizirajo upravljanje prometna ter zmanjšujejo prometne zastoje na avtocestnih omrežjih.

Raziskovalno vprašanje, na katerega želimo odgovoriti: kako lahko umetna inteligenca optimizira upravljanje prometa in zmanjša zastoje na avtocestnem omrežju?

Pametni prometni sistemi

Pametni prometni sistemi (PPS) predstavljajo eno najpomembnejših področij uporabe umetne inteligence v prometu. Gre za integracijo različnih tehnologij, ki temeljijo na zbiranju, analizi in uporabi podatkov za izboljšanje pretočnosti prometa, povečanje varnosti in zmanjšanje vpliva prometa na okolje. Ključne komponente PPS vključujejo uporabo senzorjev, kamer, strojnega učenja in komunikacijskih omrežij za zagotavljanje dinamičnega in prilagodljivega upravljanja prometnih tokov (ITS International, 2021).

Dinamični sistemi za upravljanje prometa uporabljajo podatke v realnem času, pridobljene iz senzorjev na cestah, kamer in vremenskih postaj, za prilagajanje signalizacije in preusmerjanje prometa. Na primer, v Nemčiji pametni semaforji, ki jih vodi umetna inteligenca, zmanjšujejo povprečen čas čakanja na križiščih za 15–30 % (Fraunhofer Institute, 2022).

Tovrstni sistemi omogočajo optimalno uporabo cestne infrastrukture in zmanjšujejo zastoje, zlasti v urbanih središčih in na prometnih vozliščih. Umetna inteligenca omogoča napovedovanje prometnih vzorcev in potencialnih zastojev. Na primer, analiza zgodovinskih podatkov in realnočasovnih dogodkov omogoča opozarjanje voznikov na prometne nesreče, zastoje ali slabe vremenske razmere. Te funkcionalnosti so že vključene v nekatere navigacijske aplikacije, kot je Google Maps, ki uporablja algoritme UI za optimizacijo poti. Pametne avtoceste so opremljene z naprednimi komunikacijskimi omrežji (npr. 5G), ki omogočajo povezljivost med vozili in infrastrukturo. Sistem C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems) omogoča deljenje informacij med vozili, kar zmanjšuje tveganje nesreč in izboljšuje pretočnost prometa. Pilotni projekti v Franciji so pokazali, da lahko takšni sistemi zmanjšajo število prometnih nesreč za do 25 % (European Commission, 2022).

Pametni prometni sistemi vključujejo tudi rešitve za optimizacijo parkirnih prostorov. Na primer, pametni senzorji lahko zaznavajo zasedenost parkirišč in v realnem času obveščajo voznike o prostih mestih, kar zmanjšuje promet v urbanih središčih. Raziskava v Barceloni je pokazala, da so pametni parkirni sistemi zmanjšali promet zaradi iskanja parkirnega mesta za 30 % (Smart City Expo, 2020). Pametni prometni sistemi ne le izboljšujejo pretočnost, temveč tudi zmanjšujejo emisije. Optimizacija prometa in bolj tekoča vožnja zmanjšujeta porabo goriva, kar vodi do manjših emisij toplogrednih plinov. Na primer, študije kažejo, da lahko dinamično upravljanje prometa zmanjša emisije CO₂ za do 10 % (OECD, 2021).

Avtomatizirana vozila in sodelovanje vozil

Avtomatizirana vozila (AV) in sodelovanje med vozili (V2V – vozilo-vozilo, V2I – vozilo-infrastruktura) predstavljata ključna elementa razvoja pametnega prometa, ki obetata večjo varnost, večjo učinkovitost in bolj trajnostno mobilnost. Avtomatizirana vozila, opremljena z naprednimi senzorji, kamerami, radarji in algoritmi umetne inteligence (UI), omogočajo vozilu, da zaznava svojo okolico, analizira potencialne nevarnosti in sprejme ustrezne odločitve brez človeškega posredovanja. Ta tehnologija omogoča boljše napovedovanje gibanja drugih vozil, pešcev, kolesarjev in drugih udeležencev v prometu, kar pripomore k večji varnosti na cestah in zmanjšanju števila prometnih nesreč. Sodelovanje med vozili (V2V) omogoča, da vozila med seboj izmenjujejo podatke o svoji hitrosti, smeri gibanja, stanju na cesti in drugih pomembnih dejavnikih. To omogoča boljše usklajevanje prometa, zmanjšanje možnosti za nalete in učinkovitejše obvladovanje zastojev. Sodelovanje med vozili in infrastrukturo (V2I), kjer se vozila povezujejo z semaforji, prometnimi signali, cestnimi kamerami in drugimi infrastrukturnimi komponentami, omogoča dodatno optimizacijo prometa. Na primer, vozila lahko prejmejo informacije o prometnih razmerah, hitrosti, potrebnem zaviranju ali preusmeritvi, kar pripomore k večji pretočnosti in manjši porabi goriva. Z vsemi temi naprednimi tehnologijami avtomatizirana vozila prispevajo k bolj trajnostni mobilnosti, saj zmanjšujejo izpuste CO₂, zmanjšujejo prometne nesreče in omogočajo boljše rabo prometnih poti, kar je v skladu z globalnimi prizadevanji za zmanjšanje negativnih vplivov prometa na okolje (SAE International, 2022).

Avtomatizirana vozila uporabljajo napredno kombinacijo tehnologij, kot so lidarji, kamere, radarji in algoritmi za strojno učenje, da zaznavajo okolje in sprejemajo odločitve v realnem času. Lidar omogoča natančno zaznavanje razdalj in oblik predmetov okoli vozila, kamere omogočajo prepoznavanje preprek, znakov in signalov, radarji pa zagotavljajo informacije o hitrih gibanjih, kot so drugi udeleženci v prometu. Algoritmi strojnega učenja analizirajo te podatke in omogočajo vozilu, da predvidi in se prilagodi razmeram na cesti. V urbanih okoljih, kjer so prometni pogoji pogosto zapleteni in dinamični, lahko avtomatizirana vozila bistveno zmanjšajo število nesreč. Ker odpravljajo človeške napake, ki so odgovorne za približno 90 % vseh prometnih nesreč, lahko ta vozila zagotavljajo natančnejše in hitrejšje odločitve, kar povečuje varnost in zmanjšuje tveganje za nezgode (National Highway Traffic Safety Administration, 2021).

Poleg varnosti avtonomna vozila omogočajo bolj tekoče gibanje prometa, saj vozijo predvidljivo in optimalno glede na razdalje med vozili in omejitve hitrosti. Tehnologija V2V omogoča avtomatiziranim vozilom komunikacijo med seboj prek brezžičnih omrežij. Ta komunikacija vključuje izmenjavo ključnih podatkov, kot so hitrost, položaj in smer vožnje, kar vozilom omogoča, da se prilagodijo morebitnim nevarnostim ali spremembam v prometu. Na primer, če vozilo pred njim nenadoma zavira, lahko tehnologija V2V posreduje informacijo o tem, še preden voznik opazi zavorne luči. Raziskave so pokazale, da lahko V2V tehnologija zmanjša verižne trke na avtocestah za 80 % (European Commission, 2020).

Sodelovanje med vozili in infrastrukturo vključuje komunikacijo s prometnimi signali, senzorji in centraliziranimi prometnimi sistemi. Na primer, pametni semaforji lahko uskladijo prometne tokove glede na podatke, ki jih prejmejo od bližnjih vozil. Pilotni projekti v Združenih državah Amerike so pokazali, da lahko tehnologija V2I zmanjša povprečni čas potovanja za 25 %, zlasti na križiščih z visokimi prometnimi obremenitvami (U.S. Department of Transportation, 2021).

Platooning je inovativna metoda, ki omogoča avtomatiziranim tovornim vozilom, da vozijo v tesni koloni, pogosto imenovani "platoon", na minimalni varni razdalji med vozili. Ta tehnika temelji na napredni tehnologiji, ki omogoča usklajevanje hitrosti in smeri vozil, pri čemer vodilno vozilo uporablja napredne sisteme za usmerjanje, medtem ko ostala vozila v koloni sledijo njegovim gibom. Vsako vozilo v koloni je opremljeno z senzorji, kamerami, radarskimi napravami in algoritmi za strojno učenje, ki omogočajo natančno zaznavanje okolice in zagotavljanje varnosti na cesti. Ena izmed glavnih prednosti platooning sistema je zmanjšanje zračnega upora, ki nastane pri vožnji več vozil na tesni razdalji. Ko vozila vozijo v takšni formaciji, vodilno vozilo preusmeri zračni upor za vsa sledilna vozila, kar omogoča bolj aerodinamično vožnjo. To pomeni, da vozila porabijo manj goriva, saj se potreba po moči za premagovanje zračnega upora zmanjša. V praksi to vodi do zmanjšanja porabe goriva za 10–15 %, kar posledično pripomore k večji energetski učinkovitosti in manjšim emisijam CO₂. Pilotni projekti, ki so bili izvedeni v Skandinaviji, so pokazali obetavne rezultate. Na primer, v okviru projekta so tovornjaki v platoon formaciji potovali po avtocestah, pri čemer so vsi tovornjaki v koloni sledili vodilnemu vozilu, ki je bilo opremljeno z naprednimi sistemi za obvladovanje prometa. Rezultati so pokazali, da platooning ne le zmanjša porabo goriva, ampak tudi pripomore k večji pretočnosti prometa, saj zmanjšuje potrebo po pogostem zaviranju in pospeševanju med vožnjo. Poleg zmanjšanja emisij in porabe goriva, platooning omogoča tudi večjo varnost na cestah, saj avtomatizirani sistemi zmanjšujejo možnosti za človeške napake in omogočajo boljšo koordinacijo med vozili. Takšni sistemi imajo velik potencial za preoblikovanje transportne industrije in pripomorejo k bolj trajnostni, varni in učinkoviti mobilnosti v prihodnosti (Scania, 2022).

Ena izmed ključnih prednosti avtomatiziranih vozil je njihova sposobnost za usklajevanje gibanja in napovedovanje prihodnjih dogodkov v prometu. To omogoča natančnejše prilagajanje hitrosti in gibanja vozil, kar pripomore k večji energetski učinkovitosti. Na primer, s pomočjo naprednih algoritmov lahko vozila natančno določijo optimalno hitrost za vožnjo v kolonah ali predorih, kar zmanjša potrebo po hitrem pospeševanju in zaviranju ter zmanjšuje porabo goriva. Poleg tega avtomatizirana vozila prispevajo k večji varnosti v prometu. Ker tehnologija zmanjšuje človeške napake, ki so odgovorne za velik del prometnih nesreč, se zmanjšuje število nesreč, kar pripomore k večji varnosti in manjši potrebi po obravnavi nesreč ter posledičnem zastoj v prometu. Študije so ocenile, da bi lahko popolna uvedba avtomatiziranih vozil zmanjšala emisije CO₂ v cestnem prometu za do 20 %, kar predstavlja pomemben korak k doseganju globalnih ciljev zmanjšanja emisij in boju proti podnebnim spremembam. Ob tem pa se pojavijo tudi ekonomske koristi. Z večjo učinkovitostjo prometa, zmanjšanjem nesreč in nižjo porabo goriva bi lahko industrija prevozov dosegla znatne prihranke. To bi zmanjšalo stroške prevoza, zmanjšalo obremenitev infrastrukture in prispevalo k boljši kakovosti življenja v urbanih središčih (OECD, 2021).

Povezano avtomatizirano vozilo se pogosto predstavi kot ključna tehnologija prihodnosti, ki vključuje umetno inteligenco (AI) za samostojno vožnjo, zaznavanje okolja, prepoznavanje predmetov in sprejemanje odločitev. Namesto da bi bila vozila popolnoma samostojna, pa je vse večja potreba po sodelovanju avtomatiziranih vozil v družbenih in kibernetskih okoljih. Sodelovanje med vozili lahko pripomore k reševanju številnih izzivov, vendar prinaša tudi nova vprašanja in težave. Pregled obstoječih raziskav kaže, da so za uspešno delovanje avtomatiziranih vozil ključne zmogljivosti socialne umetne inteligence, ki omogočajo zaznavanje okolja in sodelovanje, pri čemer ni dovolj zgolj osnovna omrežna tehnologija. Povezana avtomatizirana vozila (CAV), ki so del širšega omrežja "interneta vozil", naj bi v prihodnosti revolucionirala promet in spremenila mestno življenje. Razvijajo se tudi druge oblike, kot so samovozeči invalidski vozički in motorna kolesa. Aktivno se raziskujejo kooperativni inteligentni prometni sistemi, ki omogočajo vozilom, da sodelujejo in komunicirajo za izboljšanje varnosti in učinkovitosti. Vozila bodo uporabljala napredne komunikacijske protokole (npr. vozilo-do-vozila in vozilo-do-infrastrukture), da izmenjujejo informacije o stanju vozil, opozorilih in drugih relevantnih podatkih. Za uspešno delovanje v prometu bo ključna sposobnost CAV za socialne interakcije in signalizacijo, kar vključuje razumevanje in predvidevanje namenov drugih vozil ter prilagajanje obnašanja na podlagi tega razumevanja. Pomemben del raziskav je razvoj "socialnih možganov" CAV, ki omogočajo vozilom, da prepoznajo in reagirajo na socialne situacije v prometu, kot so spoštovanje pravil in interakcije z drugimi vozili ter udeleženci v prometu (pešci, kolesarji). Pojem socialnih možganov v CAV temelji na podobnem konceptu pri ljudeh, kjer so pomembni elementi kot so empatija, zaupanje in komunikacija. Ti "socialni možgani" bodo omogočili vozilom, da predvidijo, kaj bodo storili drugi udeleženci v prometu, in se obnašajo v skladu s tem razumevanjem. Takšni sistemi bodo zahtevali integracijo različnih protokolov za sodelovanje v specifičnih prometnih situacijah, kot so križišča, krožišča, prehitevanje in vožnja v konvoju. Vse to bo podprto z jasno opredeljenimi pravili in zakoni, ki zagotavljajo etično in zaupanja vredno interakcijo med CAV in drugimi udeleženci v prometu. Namen raziskave je predlagati širši koncept socialne umetne inteligence za CAV, ki bi omogočal takšno sodelovanje in omogočil varno ter učinkovito delovanje v prometnem okolju. (Loke, S.W. 2019).

Predvidljivo vzdrževanje cestne infrastrukture

Prediktivno vzdrževanje cestne infrastrukture je sodoben pristop, ki uporablja umetno inteligenco (UI) za izboljšanje učinkovitosti in trajnosti upravljanja cest. S pomočjo napredne analitike in algoritmov strojnega učenja lahko sistemi za prediktivno vzdrževanje zaznajo zgodnje znake poškodb cest in infrastrukture ter napovedujejo, kdaj bo potrebno izvesti vzdrževalne ukrepe. To zmanjšuje tveganje nenadnih zapor cest, povečuje varnost in zmanjšuje stroške dolgoročnega vzdrževanja. Ključni element prediktivnega vzdrževanja je

zbiranje kakovostnih podatkov. Ti se pridobivajo prek različnih tehnologij, kot so IoT (internet stvari) senzorji, nameščeni na ceste in mostove, ki merijo vibracije, temperaturo, vlago in obremenitve; satelitski in dronski posnetki, ki omogočajo pregled širšega območja in identifikacijo poškodb, kot so razpoke, posedanje ali deformacije; ter mobilni senzorji na vozilih, ki med vožnjo zbirajo podatke o kakovosti cestne površine, kot so vibracije ali trenje. Po zbiranju podatkov sistemi UI analizirajo informacije in zaznajo vzorce, ki kažejo na morebitne težave. Algoritmi strojnega učenja lahko prepoznajo razpoke na cestah ali spremembe v stabilnosti mostov, še preden postanejo opazne z običajnimi metodami in orodji. Na podlagi teh podatkov lahko UI oceni, kdaj je potrebno preventivno vzdrževanje, kar zmanjšuje tveganje okvar. Ena od ključnih prednosti UI v vzdrževanju infrastrukture je njena sposobnost napovedovanja prihodnjih poškodb. Na primer, algoritmi lahko prepoznajo, da kombinacija večje obremenitve in vremenskih razmer pospešuje obrabo asfaltnih površin. Sistem nato predlaga optimalen čas za ponovno asfaltiranje ali zapolnitev razpok, preden se te razvijejo v resnejše težave. Digitalni dvojčki, ki jih poganja UI, predstavljajo virtualne modele cestne infrastrukture. Ti modeli omogočajo simulacijo različnih scenarijev, kot so povečane obremenitve, ekstremne vremenske razmere ali potresi. Na podlagi simulacij lahko upravljavci cest vnaprej določijo najprimernejše ukrepe za zmanjšanje tveganja za poškodbe (Loke, S.W.2019).

Prediktivno vzdrževanje prinaša pomembne okoljske in ekonomske koristi. Manjša uporaba materialov – ker se poškodbe obravnavajo v zgodnji fazi, je potrebnih manj materialov za popravilo; manjša poraba goriva zaradi boljše kakovosti cest – ceste z dobro vzdrževano površino prispevajo k zmanjšanju porabe goriva vozil, ter zmanjšanje stroškov popravil. Preventivni ukrepi so do 50 % cenejši od obsežnih popravil poškodovanih cest. V prihodnosti bodo rešitve temeljile na širši uporabi digitalnih dvojčkov, boljši integraciji podatkov in mednarodnem sodelovanju pri razvoju standardov za vzdrževanje cestne infrastrukture (OECD, 2021).

Uporaba digitalnih dvojčkov v cestni infrastrukturi

Digitalni dvojčki so virtualni modeli fizičnih objektov, ki omogočajo simulacijo in analizo njihovega delovanja v realnem času. V kontekstu cestne infrastrukture digitalni dvojčki združujejo podatke iz senzorjev, 3D-modelov, zgodovinskih podatkov in algoritmov za umetno inteligenco (UI), kar omogoča učinkovitejše načrtovanje, vzdrževanje in upravljanje prometnih omrežij. Ta tehnologija se vse bolj uporablja po svetu zaradi svojih obsežnih koristi za trajnostno in varno infrastrukturo (European Commission, 2022).

Digitalni dvojčki delujejo tako, da v realnem času povezujejo fizični objekt z njegovim digitalnim ekvivalentom. Ključni elementi tega sistema vključujejo senzorje in IoT-naprave, ki zbirajo podatke o trenutnem stanju cest, mostov in predorov, pri čemer ti podatki zajemajo vibracije, temperaturo, obremenitve in premike. Nato platforme za analizo podatkov, kjer algoritmi umetne inteligence in strojnega učenja obdelujejo zbrane informacije ter napovedujejo morebitne spremembe ali težave. Končno, vizualizacija modela omogoča upravljavcem pregled nad trenutno situacijo in možnost izvajanja simulacij (Smart Cities Dive, 2023). Digitalni dvojčki omogočajo natančnejše načrtovanje cestne infrastrukture že v fazi projektiranja. Z uporabo 3D-modelov in simulacij lahko inženirji predvidijo, kako bo infrastruktura delovala v različnih scenarijih, kot so povečana obremenitev, ekstremne vremenske razmere ali potresi (FraunhoferInstitute,2023).

Na primer, tehnologija je omogočila optimizacijo zasnove predora v Alpah, kar je zmanjšalo stroške gradnje za 15 % in časovni okvir za 10 %. S povezovanjem senzorjev z digitalnimi modeli omogočajo digitalni dvojčki stalno spremljanje stanja cest in mostov. To omogoča napovedovanje poškodb, kot so razpoke v betonu ali korozija, še preden postanejo kritične. Na primer, uporaba digitalnih dvojčkov na mostovih v Nemčiji je zmanjšala stroške popravil za 25 %, saj so poškodbe obravnavali v zgodnji fazi. Ena najpomembnejših prednosti digitalnih dvojčkov je možnost simulacije različnih scenarijev, kot so učinek vremenskih sprememb na asfaltni površini, scenariji z izrednimi obremenitvami, kot so tovorni konvoji ali evakuacije med naravnimi nesrečami in razumevanje, kako prometni tokovi vplivajo na obrabo infrastrukture (European Commission, 2022).

Digitalni dvojčki omogočajo optimizacijo uporabe materialov med gradnjo in vzdrževanjem, kar zmanjšuje ogljični odtis cestne infrastrukture. Poleg tega izboljšana pretočnost prometa, ki jo omogoča pametno upravljanje s pomočjo dvojčkov, zmanjšuje porabo goriva in emisije vozil (OECD, 2021).

Na Nizozemskem so digitalni dvojčki postali ključno orodje za spremljanje in optimizacijo stanja mostov, ki so podvrženi visokim obremenitvam zaradi tovornega prometa. Digitalni dvojček je digitalna replika fizičnega objekta, ki združuje podatke v realnem času iz senzorjev z naprednimi analitičnimi orodji. V primeru mostov se senzorski sistemi, vgrajeni v mostove, spremljajo deformacije, vibracije in druge strukturne spremembe, ki se lahko pojavijo zaradi težkih tovorov ali drugih dejavnikov. Ti podatki se nato prenašajo v digitalni dvojček, ki omogoča inženirjem, da v realnem času spremljajo stanje mostu in napovedujejo njegov odziv na povečane obremenitve. Z uporabo digitalnih dvojčkov je mogoče natančno simulirati, kako se bo most odzval na obremenitve, kar omogoča optimizacijo vzdrževanja in preprečuje nepotrebno zapiranje mostov zaradi pregledov. V preteklosti so mostovi pogosto zaprti za preglede, tudi če ni bilo nujno potrebnih popravkov. Zdaj pa omogoča tehnologija digitalnih dvojčkov, da se mostovi preverjajo in analizirajo brez motenj za promet,

hkrati pa se zagotavlja njihova varnost in integriteta. Ta pristop ne le izboljšuje učinkovitost vzdrževanja, ampak tudi zmanjšuje stroške in vpliv na prometno pretočnost (Netherlands Ministry of Infrastructure, 2022).

Britanski projekt pametnih avtocest je eden izmed naprednih primerov uporabe digitalnih dvojčkov za optimizacijo prometnih tokov in izboljšanje varnosti na cestah. Digitalni dvojčki so digitalni modeli, ki omogočajo simulacijo in analizo realnih prometnih razmer v času, kar pripomore k boljši napovedi in obvladovanju prometa. V okviru tega projekta se podatki v realnem času iz različnih senzorjev in naprav, kot so kamere, radarji in semaforji, uporabljajo za ustvarjanje virtualne replike celotne avtoceste. S pomočjo teh digitalnih dvojčkov je mogoče simulirati različne scenarije in napovedati odzive na spremembe v prometu, kot so povečanje števila vozil, nenadne nesreče ali obnavljanje cestnih površin. To omogoča natančno usklajevanje prometnih signalov, usmerjanje vozil in zmanjšanje tveganja za zastoje. Uporaba naprednih algoritmov in strojnega učenja omogoča optimizacijo prometnih tokov, tako da se zmanjša potreba po nenadnem zaviranju ali nenadzorovanem povečanju hitrosti, kar pripomore k večji pretočnosti in manjši verjetnosti za nesreče. V tem projektu so že dosegli zmanjšanje zastojev za približno 15 %, kar pomeni, da se čas potovanja na avtocestah skrajša, kar pripomore k večji učinkovitosti prometa. Poleg tega so rezultati pokazali tudi izboljšanje varnosti, saj so napredne analize omogočile hitro prepoznavanje potencialnih nevarnosti in hitro ukrepanje. Ta pristop k upravljanju prometa ne le povečuje pretočnost, ampak tudi zmanjšuje emisije in izboljšuje kakovost življenja prebivalcev, saj zmanjša onesnaženje in stres, povezan s dolgimi čakanji v zastojih (UK Highways Agency, 2021).

V Singapurju so digitalni dvojčki postali ključna komponenta za izboljšanje mestne mobilnosti in načrtovanje trajnostne infrastrukture. Celotno urbano območje je modelirano v digitalni obliki, kar omogoča simulacijo in analizo različnih vidikov mestnega življenja, vključno s prometom, uporabo javnega prevoza, kolesarskimi potmi in drugimi infrastrukturnimi elementi. Ti digitalni modeli združujejo podatke iz različnih virov, kot so senzorji, kamere, GPS naprave in informacije o prometnih tokovih, da ustvarijo podroben vpogled v realne razmere v mestu. Z uporabo teh digitalnih dvojčkov so pristojni organi sposobni simulirati in optimizirati prometne tokove, da bi zmanjšali zastoje in povečali pretočnost cest. Na primer, analize omogočajo prilagajanje semaforских sistemov v realnem času, optimizacijo poti za javni prevoz in izboljšanje usklajevanja med različnimi oblikami prevoza. Poleg tega se digitalni dvojčki uporabljajo za načrtovanje in razvoj trajnostne infrastrukture, kot so širitev kolesarskih poti, izboljšanje dostopa do javnega prevoza in zmanjšanje emisij v mestih. Ta pristop pomaga Singapurju doseči cilje trajnostnega razvoja in zmanjšanja ogljičnega odtisa. Omogoča boljše načrtovanje mest, saj omogoča napovedovanje potrebščin v prihodnosti, kar zagotavlja, da so investicije v infrastrukturo učinkovite in primerne za rastoče urbano okolje. (Smart Cities Dive, 2023).

Kljub številnim prednostim digitalnih dvojčkov se pri njihovi implementaciji pojavljajo tudi nekateri izzivi. Ena od glavnih težav so visoki začetni stroški, saj vključujejo potrebo po napredni tehnologiji in obsežni infrastrukturi, kar zahteva precejšnje naložbe v senzorje, računalniško opremo in razvoj programske opreme. Poleg tega se postavlja zahteva po visoki natančnosti podatkov in robustni povezljivosti senzorjev, saj napake v podatkih lahko vplivajo na delovanje modelov in zmanjšajo učinkovitost sistema. Dodatni izziv predstavlja tudi pomanjkanje standardizacije, kar otežuje interoperabilnost med različnimi sistemi in s tem širšo uporabo digitalnih dvojčkov v različnih industrijah. Vendar pa se v prihodnosti pričakuje, da bodo digitalni dvojčki postali ključni element upravljanja cestne infrastrukture, saj bodo omogočili boljšo integracijo z avtonomnimi vozili, s čimer bo mogoče optimizirati prometne tokove in povečati varnost na cestah. Poleg tega bodo prispevali k optimizaciji trajnostnih rešitev, saj bodo omogočali boljše upravljanje virov, kot so energija in voda. Na ta način bodo digitalni dvojčki pripomogli k večji učinkovitosti in trajnostnemu razvoju cestne infrastrukture v prihodnosti. Izboljšanje varnosti na cestah z uporabo umetne inteligence in sodobnih tehnologij Varnost na cestah je ključni izziv prometnega sistema, saj letno po svetu zahteva približno 1,3 milijona življenj, pri čemer večino nesreč povzroča človeška napaka. Umetna inteligenca (UI), digitalne tehnologije in sodobna infrastruktura ponujajo inovativne rešitve za zmanjšanje števila prometnih nesreč ter povečanje varnosti za voznike, potnike in pešce. Ti napredki omogočajo boljšo predikcijo tveganj, hitrejši odziv na incidente in učinkovitejše načrtovanje varne prometne mreže (World Health Organisation, 2021).

Pametni prometni sistemi za izboljšanje varnosti

Pametni prometni sistemi (ITS) združujejo podatke v realnem času, analitiko in avtomatizacijo, da bi zmanjšali tveganje nesreč ter izboljšali varnost v prometu. Ključni elementi teh sistemov vključujejo pametne semaforje, ki prilagajajo čas prehoda glede na gostoto prometa in prisotnost pešcev, s čimer se zmanjša verjetnost trkov na križiščih. Poleg tega sistemi za obveščanje v realnem času, ki uporabljajo kamere in senzorje, omogočajo voznikom, da se pravočasno opozorijo na nevarnosti, kot so ovire, spolzke ceste ali zastoji, kar jim omogoči hitrejšo in bolj učinkovito reakcijo (Federal Highway Administration, 2021).

Sodobna vozila vključujejo številne napredne varnostne tehnologije, ki uporabljajo umetno inteligenco (UI) za zaščito voznikov in drugih udeležencev v prometu. Med najpomembnejšimi so sistemi za pomoč voznikom, znani kot ADAS, ki vključujejo samodejno zaviranje v sili, kjer sistemi s pomočjo kamer in radarjev zaznajo ovire in samodejno zavirajo, če voznik ne reagira pravočasno (National Highway Traffic Safety Administration, 2021).

Poleg tega sistemi za opozarjanje na zapuščanje voznega pasu zaznavajo nenamerno prehajanje med pasovi in voznika opozorijo na potencialne nevarnosti, medtem ko sistem za mrtvi kot uporablja senzorje za zaznavanje vozil v mrtvem kotu, kar preprečuje nevarne spremembe voznega pasu in povečuje varnost na cestah. Avtomatizirana vozila uporabljajo senzorje, liderje, radarje in algoritme za strojno učenje za analizo prometa in okolice. Z zmanjšanjem človeških napak, kot so utrujenost ali nepazljivost, so sposobna znatno zmanjšati tveganje za nesreče (SAE International, 2022).

Ranljivi udeleženci v prometu, kot so pešci, kolesarji in motoristi, so pogosto izpostavljeni večjemu tveganju zaradi svoje ranljivosti v primerjavi z motoriziranimi vozili. Ena od rešitev za zmanjšanje tveganj so pametni prehodi za pešce, ki uporabljajo senzorje za zaznavanje pešcev in aktivirajo opozorilne signale za voznike, s čimer povečajo vidnost pešcev in zmanjšajo možnost trkov (Smart Cities Dive, 2023).

Poleg tega lahko nosljive naprave z umetno inteligenco pomagajo kolesarjem in pešcem, saj te naprave opozarjajo na bližajoča se vozila ali druge nevarnosti v okolici, s čimer omogočajo pravočasne reakcije in večjo varnost na cestah. Pametne čelade za motoriste vključujejo senzorje in povezljivost, ki omogočajo opozarjanje na bližajoče se nevarnosti, kot so vozila v mrtvem kotu ali nenadni premiki v prometu. Te čelade prav tako zagotavljajo dodatno zaščito v primeru trkov, saj omogočajo boljšo zaščito motoristov in povečujejo njihovo varnost na cesti. Sistemi za analizo prometnih nesreč uporabljajo velike količine podatkov za prepoznavanje nevarnih točk in vzorcev nesreč. Eden od vzorcev so toplotne mape nesreč, kjer UI analizira podatke o nesrečah ter identificira nevarne odseke cest in križišč, kjer so potrebni izboljšani varnostni ukrepi. Naslednji vzorec je napovedovanje tveganj, kjer algoritmi za strojno učenje obdelujejo podatke o vremenu, prometni gostoti in voznih navadah, da predvidijo lokacije z večjim tveganjem za nesreče (World Bank, 2022).

Tehnologija je ključna pri izboljšanju učinkovitosti reševanja po nesrečah, kar pripomore k hitrejšim in bolj usklajenim ukrepom reševalnih služb. Sistemi, kot so senzorji na avtocestah, samodejno zaznajo nesreče in pošljejo podatke reševalnim službam, kar močno skrajša odzivni čas in omogoča hitrejšo posredovanje pomoči. Poleg tega AI-asistenti v vozilih omogočajo avtomatsko klicanje pomoči ter posredovanje podatkov o lokaciji in stanju vozila, kar še dodatno povečuje učinkovitost reševanja po nesrečah in zmanjšuje čas med nesrečo in reševanjem (European Commission, 2022).

Vendar pa pri implementaciji teh naprednih tehnologij obstajajo tudi številni izzivi. Ključni izzivi vključujejo visoke stroške uvajanja teh tehnologij, težave z interoperabilnostjo različnih sistemov ter vprašanja zasebnosti podatkov, saj se med prenosom občutljivih informacij lahko pojavi nevarnost njihove zlorabe. Poleg tega je potrebna širša integracija umetne inteligence z avtonomnimi vozili ter večja uporaba senzorjev na cestah, kar bo omogočilo natančnejše spremljanje in boljše odločanje v realnem času. Razvoj globalnih standardov za prometno varnost je prav tako ključen, saj bo omogočil enotno implementacijo in uporabo tehnologij na svetovni ravni. Čeprav so primere dobrih praks pri uporabi umetne inteligence in drugih naprednih tehnologij za izboljšanje cestnega prometa v mnogih državah in regijah že uspešno implementirali, pri prenosu teh praks v druge regije ostajajo nekateri izzivi. Visoki začetni stroški implementacije, pomanjkanje usposobljenega kadra za upravljanje pametnih sistemov ter potreba po prilagoditvi specifičnim lokalnim prometnim in infrastrukturnim pogojem so le nekateri izmed teh izzivov. Kljub temu primeri dobrih praks iz različnih delov sveta dokazujejo, da lahko uporaba umetne inteligence in naprednih tehnologij pripomore k izboljšanju prometne varnosti, zmanjšanju zastojev ter spodbudi trajnostne rešitve. Takšne inovacije bodo v prihodnosti ključne za razvoj prilagodljive, predvidljive in varne prometne mreže (European Commission, 2021).

Zaključek

Umetna inteligenca in povezane tehnologije so več kot le orodja – so temeljni gradniki preoblikovanega prometnega sistema, ki stremi k varnejši, učinkovitejši in trajnostni prihodnosti. Globalna prizadevanja za širitev teh rešitev bodo ključnega pomena pri soočanju z izzivi urbanizacije, podnebnih sprememb in vse večje mobilnosti prebivalstva. S pravim pristopom lahko umetna inteligenca postane ključni dejavnik pri doseganju vizije varnejšega in trajnostnega prometa za vse. Uvajanje umetne inteligence (UI) in povezanih tehnologij v prometne sisteme prinaša revolucionarne spremembe v varnosti, učinkovitosti in trajnosti cestnega prometa. Tehnologije, kot so pametni prometni sistemi, avtomatizirana vozila, predvidljivo vzdrževanje infrastrukture, digitalni dvojčki in napredne varnostne rešitve, omogočajo reševanje nekaterih najzahtevnejših izzivov sodobnega prometa. Primeri dobrih praks iz različnih delov sveta potrjujejo učinkovitost teh inovacij in predstavljajo navdih za njihovo širšo implementacijo. Sistemi, ki uporabljajo UI, so ključnega pomena pri izboljšanju prometne varnosti. Tehnologije, kot so sistemi ADAS, avtomatizirana vozila in pametni prehodi za pešce, znatno zmanjšujejo tveganje za človeške napake, ki so glavni vzrok prometnih nesreč. Na primer, Švedska z Vision Zero dokazuje, kako lahko strateška integracija UI v promet reši življenja. Podobno Singapur z uporabo pametnih semaforjev in elektronskega cestninskega sistema ne le zmanjšuje zastoje, temveč tudi izboljšuje varnost na cestah (Singapore Land Transport Authority, 2022).

Pametni prometni sistemi prinašajo številne prednosti, saj združujejo podatke v realnem času, analitiko in avtomatizacijo za optimizacijo prometa, zmanjšanje zastojev ter izboljšanje varnosti na cestah. S pomočjo teh sistemov se lahko prilagodi signalizacija, analizira gostota

prometa, opozarja na morebitne nevarnosti in zmanjšajo tveganja za nesreče. Integracija pametnih semaforjev, sistemov za obveščanje in zaznavanje kršitev pripomore k večji pretočnosti in večji varnosti v mestnem in medkrajevnem prometu. Poleg tega omogočajo izboljšano obvladovanje prometnih tokov, kar pripomore k večji učinkovitosti in trajnostnemu razvoju (European Commission, 2022).

Avtomatizirana vozila so ključnega pomena za prihodnost prometa, saj omogočajo zmanjšanje napak, povezanih z človeškim dejavnikom, kar pomembno prispeva k večji varnosti na cestah. Avtonomna vozila imajo sposobnost zaznavanja okolice in sprejemanja odločitev v realnem času, kar pripomore k večji natančnosti pri vožnji, zmanjšanju nesreč ter izboljšanju pretočnosti prometa. Obenem zmanjšujejo potrebo po parkirnih prostorih in omogočajo učinkovitejše upravljanje prometa v urbanih območjih, kar pripomore k večji trajnosti in manjšemu onesnaževanju (National Highway Traffic Safety Administration, 2021).

Predikativno vzdrževanje cestne infrastrukture omogoča pravočasno odkrivanje težav in napak na cestah, kar preprečuje večje poškodbe in drage popravke v prihodnosti. S pomočjo naprednih senzorjev in analitičnih orodij se lahko spremlja stanje cest in drugih infrastrukturnih objektov, kar pripomore k večji varnosti in zmanjšanju nesreč, povezanih z neustreznim stanjem cestišč. To omogoča tudi optimizacijo proračunskih sredstev, saj se lahko sredstva porazdelijo tam, kjer so najbolj potrebna, kar povečuje dolgoročno učinkovitost in vzdržnost cestne infrastrukture (European Commission, 2022).

Uporaba digitalnih dvojčkov v prometu in infrastrukturnih sistemih omogoča natančno modeliranje realnih objektov, kar pripomore k optimizaciji obratovanja, vzdrževanja in izboljšanju varnosti. S pomočjo digitalnih dvojčkov je mogoče simulirati različne scenarije in napovedati prihodnje dogodke ter potrebo po vzdrževanju, kar omogoča boljše načrtovanje in zmanjšanje nepredvidenih izdatkov. Poleg tega digitalni dvojčki omogočajo tesno integracijo z drugimi pametnimi sistemi, kar povečuje učinkovitost in trajnostnost upravljanja s prometno infrastrukturo (Federal Highway Administration, 2021).

Sistemi za izboljšanje varnosti v prometu, kot so napredni sistemi za pomoč voznikom (ADAS), pametni prehodi za pešce in sistemi za zaznavanje nesreč, bistveno prispevajo k zmanjšanju števila prometnih nesreč in povečanju varnosti vseh udeležencev v prometu. Z uporabo senzorjev, kamer in umetne inteligence ti sistemi natančno spremljajo prometne razmere in takoj opozarjajo na morebitne nevarnosti, kar omogoča pravočasne reakcije voznikov ter preprečuje nesreče. Poleg tega ti sistemi podpirajo visoko raven avtomatizacije in sinhronizacije med različnimi komponentami prometnega sistema, kar pripomore k večji varnosti in učinkovitosti celotnega prometa (OECD, 2021).

V prihodnosti lahko pričakujemo, da bodo pametni prometni sistemi postali še bolj integrirani in učinkoviti, kar bo omogočilo optimizacijo prometa na globalnem nivoju. Povečana uporaba umetne inteligence in naprednih algoritmov bo omogočila še natančnejše napovedovanje prometnih tokov, prilagajanje semaforških sistemov v realnem času ter učinkovito obvladovanje nesreč in drugih nepričakovanih dogodkov. S povečanjem števila pametnih naprav in senzorjev na cestah ter integracijo z avtonomnimi vozili se bo povečala varnost, pretočnost in trajnost prometa. Pametni prometni sistemi bodo tudi ključni za učinkovito vključitev novih prometnih načinov, kot so deljeni prevozi in električna vozila, ter za izboljšanje okoljske učinkovitosti (European Commission, 2022).

Avtomatizirana vozila bodo v prihodnosti postala še bolj samostojna in zanesljiva. Povečanje zanesljivosti avtonomnih vozil, njihova boljša interakcija z drugimi vozili in prometno infrastrukturo ter izboljšanje tehnologij za zaznavanje okolice bodo prispevali k zmanjšanju števila nesreč, povečanju varnosti na cestah in optimizaciji prometa. Avtomatizirana vozila bodo omogočila večjo pretočnost prometa in zmanjšanje potrebščin, kot so parkirni prostori, kar bo imelo pozitivne vplive na urbanistično načrtovanje in zmanjšanje onesnaževanja. Predikativno vzdrževanje cestne infrastrukture bo postalo ključnega pomena za dolgoročno vzdržnost prometne infrastrukture. S pomočjo naprednih senzorjev, umetne inteligence in analitike podatkov bo mogoče pravočasno zaznati in preprečiti poškodbe cest ter drugih infrastrukturnih objektov, kar bo zmanjšalo stroške vzdrževanja in povečalo varnost. Predikativni sistemi bodo omogočili boljše napovedovanje potrebščin po obnovitvi cest ter optimizacijo proračunskih sredstev za tovrstne projekte (Federal Highway Administration, 2021).

Uporaba digitalnih dvojčkov bo v prihodnosti omogočila še večjo natančnost in realističnost simulacij, kar bo omogočilo boljše načrtovanje, upravljanje in vzdrževanje cestne infrastrukture. Digitalni dvojčki bodo omogočili real-time spremljanje in simulacije različnih scenarijev, kot so nesreče, poplave ali povečana obremenitev cest, kar bo omogočilo učinkovitejše odzivanje in preprečevanje nesreč. Integracija teh tehnologij z drugimi pametnimi sistemi bo pripomogla k bolj predvidljivemu in prilagodljivemu upravljanju prometa. Sistemi za izboljšanje varnosti v prometu bodo v prihodnosti še bolj napredovali in vključili napredne funkcionalnosti, kot so bolj sofisticirani sistemi za pomoč voznikom, inteligentni prehodi za pešce in bolj natančno zaznavanje nevarnosti. Uporaba umetne inteligence in naprednih analitičnih orodij bo omogočila boljše interakcijo med različnimi varnostnimi sistemi in vozili, kar bo povečalo učinkovitost pri preprečevanju nesreč in zaščiti ranljivih udeležencev v prometu, kot so pešci, kolesarji in motoristi. Z razvojem avtonomnih vozil bodo ti sistemi postali še bolj sinhronizirani, kar bo pripomoglo k večji varnosti na cestah in zmanjšanju nesreč (OECD, 2021).

Umetna inteligenca (UI) ima velik potencial za optimizacijo upravljanja prometa in zmanjšanje prometnih zastojev na avtocestnem omrežju. Z naprednimi algoritmi in analizo podatkov v realnem času UI omogoča prepoznavanje trenutnih prometnih tokov in napovedovanje težav, s čimer omogoča prilagajanje prometnih sistemov, da se optimizira pretok vozil. Z uporabo pametnih semaforjev in senzorjev se lahko promet dinamično usmerja glede na trenutne razmere, kar pripomore k zmanjšanju zastojev in izboljšanju pretočnosti na cestah. Poleg tega UI omogoča napovedovanje prometnih dogodkov, kot so zastoji ali nesreče, na podlagi preteklih podatkov. To omogoča pravočasno ukrepanje, kot so preusmeritve prometa ali prilagoditve hitrosti, kar zmanjša verjetnost nastanka zastojev in poveča učinkovitost uporabe cestnega omrežja. Avtomatizirani nadzorni sistemi, podprti z UI, omogočajo hitrejši odziv na prometne incidente, kot so nesreče ali zapore cest. Zmanjšanje človeških napak in večja natančnost pri obvladovanju prometa omogočata hitro odpravljanje težav in preprečevanje dolgoročnih zastojev. Integracija avtonomnih vozil, ki komunicirajo med seboj in z infrastrukturo, bo dodatno izboljšala pretočnost prometa. Avtonomna vozila lahko samostojno usklajujejo hitrost in usmerjanje, kar zmanjša potrebo po nenadnih spremembah voznih pasov ali zaviranju, ki pogosto povzročajo zastoje. Skupaj vse te tehnologije omogočajo boljše obvladovanje prometa, večjo varnost na cestah ter zmanjšanje onesnaževal in preobremenitev infrastrukture. Umetna inteligenca bo tako ključnega pomena za prihodnost prometa, saj bo omogočila učinkovitejše, trajnostne in varnejše upravljanje cestnega omrežja. V raziskavi so bile uporabljene različne metode, ki so omogočile celovit pristop k analizi vpliva umetne inteligence na optimizacijo prometa in zmanjšanje zastojev. Ena ključnih metod je bila analiza primerov dobre prakse, kjer so bile preučene obstoječe implementacije umetne inteligence v različnih prometnih sistemih po svetu. S tem so bili pridobljeni dragoceni vpogledi v uspešnost uporabe pametnih prometnih sistemov in AI-podprtih tehnologij pri obvladovanju prometa.

Viri in literatura:

1. Australian Road Safety Foundation. (2022). Innovations in Pedestrian Safety. Dostopno na: <https://arsf.com.au>
2. DARS (2022). Prometne obremenitve na slovenskih avtocestah. Dostopno na: <https://www.dars.si>
3. European Commission. (2020). V2V and V2I Technologies for Safer Roads. Available at: https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/vehicle-to-vehicle-and-vehicle-to-infrastructure_en
4. U.S. Department of Transportation. (2020). Cooperative Driving Automation: Reducing Traffic Congestion. Available at: <https://www.highways.dot.gov/research/cooperative-driving-automation-reducing-traffic-congestion>
5. European Commission. (2021). Transport. Available at: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport_en
6. European Commission. (2022). Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS): Improving road safety and traffic flow. Available at: https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/c-its_en
7. European Commission. (2022). C-ITS Deployment in Europe. Dostopno na: <https://transport.ec.europa.eu>
8. European Commission. (2022). Digital Twins for Infrastructure: A European Perspective. Dostopno na: <https://transport.ec.europa.eu>
9. Federal Highway Administration. (2021). Drones in Post-Disaster Road Inspections. Dostopno na: <https://www.fhwa.dot.gov>
10. Federal Highway Administration. (2021). Drones for Real-Time Traffic Monitoring. Dostopno na: <https://www.fhwa.dot.gov>
11. Fraunhofer Institute. (2022). Smart traffic light technology controlled using Artificial Intelligence. Dostopno na: <https://www.thesmartcityjournal.com>
12. Fraunhofer Institute. (2023). Digital Twin Technology in Road Construction and Maintenance. Dostopno na: <https://www.fraunhofer.de>
13. Fraunhofer Institute. (2023). Predictive Analytics for Infrastructure Maintenance. Dostopno na: <https://www.fraunhofer.de>
14. Fraunhofer Institute. (2023). Predictive Analytics for Traffic Safety. Dostopno na: <https://www.fraunhofer.de>
15. ITS International. (2021). Intelligent Transport Systems Overview. Dostopno na: <https://www.itsinternational.com>
16. National Highway Traffic Safety Administration. (2021). Advanced Driver Assistance Systems. Dostopno na: <https://www.nhtsa.gov>
17. National Highway Traffic Safety Administration. (2021). Critical Reasons for Crashes Investigated in the National Motor Vehicle Crash Causation Survey. Available at: <https://www.nhtsa.gov>
18. Netherlands Ministry of Infrastructure. (2022). Digital Twin Applications in Dutch Bridge Maintenance. Dostopno na: <https://www.rijksoverheid.nl>
19. OECD. (2021). Digital Tools for Sustainable Infrastructure Management. Dostopno na: <https://www.oecd.org>
20. OECD. (2021). Future-Ready Infrastructure: The Role of Digital Twins. Dostopno na: <https://www.oecd.org>
21. Rijkswaterstaat. (2022). Smart Highways in the Netherlands. Dostopno na: <https://www.rijkswaterstaat.nl>
22. SAE International. (2022). Autonomous Vehicles and Safety Improvements. Dostopno na: <https://www.sae.org>
23. SAE International. (2022). The Future of Autonomous Vehicles and Intelligent Transport Systems. Available at: <https://www.sae.org>
24. Scania. (2022). Platooning in Practice: Reducing Fuel Consumption with Autonomous Trucks. Available at: <https://www.scania.com/>
25. Singapore Land Transport Authority. (2022). Smart Traffic Solutions in Singapore. Dostopno na: <https://www.lta.gov.sg>
26. Smart Cities Dive. (2023). The Role of Digital Twins in Smart Infrastructure. Dostopno na: <https://www.smartcitiesdive.com>
27. Smart Cities Dive. (2023). Technology for Protecting Vulnerable Road Users. Dostopno na: <https://www.smartcitiesdive.com>
28. Smart City Expo. (2020). Barcelona's Smart Parking System Success Story. Available at: <https://www.smartcityexpo.com>
29. Swedish Transport Administration. (2021). Vision Zero: Lessons from Sweden. Dostopno na: <https://transportstyrelsen.se>
30. U.S. Department of Transportation. (2021). Connected Vehicles: Reducing Travel Time and Enhancing Safety. Available at: <https://www.transportation.gov/>
31. UK Highways Agency. (2021). Smart Highways and the Use of Digital Twins. Dostopno na: <https://www.gov.uk>
32. World Bank. (2020). Economic Benefits of Preventive Road Maintenance. Dostopno na: <https://www.worldbank.org>
33. World Bank. (2020). Data-Driven Road Safety Solutions. Dostopno na: <https://www.worldbank.org>
34. World Economic Forum. (2021). How AI is Transforming Infrastructure Maintenance. Dostopno na: <https://www.weforum.org>
35. World Health Organization. (2021). Global Road Safety Report. Dostopno na: <https://www.who.int>
36. Vredish Transport Administration (2021). Vision Zero: Road Safety for Everyone. Dostopno na: <https://transportstyrelsen.se>.
37. OECD. (2021). Environmental Impacts of Autonomous Vehicles. Dostopno na: <https://www.oecd.org>.
38. Singaporeport Authority (2022). Smart Traffic Solutions in Singapore. Dostopno na: <https://www.lta.gov.sg>.
39. Netherlands Ministry of Infrastructure (2022). Digital Twin Applications in Dutch Bridge Maintenance. Dostopno na: <https://www.rijksoverheid.nl>.

UROŠ KALŠEK / študentka 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: Pri raziskovalnem delu sem se osredotočil na rabo umetne inteligence pri optimizaciji logističnih procesov. V začetku sem podal zgodovinske opise razvoja umetne inteligence in logistike. Nato pa pregledal in primerjal uporabo umetne inteligence pri trenutno popularnih in pomembnih problemih v logistiki. Pregledal sem razne vire in povzel ugotovitve v zvezi z sodobnim razvojem umetne inteligence.

Ključne besede: logistika, umetna inteligenca, optimizacija, transport, poti.

UMETNA INTELIGENCA IN OPTIMIZACIJA LOGISTIČNIH PROCESOV

Uvod

V raziskovalnem delu se lotim analize umetne inteligence glede na optimizacijo logističnih procesov. V začetku povzamem pojma umetne inteligence in logistike in naredim zgodovinski pregled obeh smeri. Raziščem obstoječe študije rešitev in implementacij, ki jih ponuja umetna inteligenca področju logističnih procesov in povzamem njihove ugotovitve.

Umetna inteligenca omogoča računalnikom, da opravljajo naloge, ki tradicionalno zahtevajo človeško inteligenco, kot je učenje, prepoznavanje vzorcev in odločanje. Z naprednimi tehnologijami, kot so globoko učenje, računalniški vid in obdelava naravnega jezika je umetna inteligenca že preoblikovala številne industrije, vključno z logistiko. Njena prednost je v obdelavi velikih količin podatkov, kar omogoča optimizacijo procesov, avtomatizacijo nalog ter povečanje natančnosti in hitrosti storitev. Boers in Kusters sta definirala umetno inteligenco kot sistem, ki razmišlja in deluje kot ljudje, prav tako pa razmišlja in deluje racionalno. [1]

Prokop logistiko povzame kot sistem, ki se upravlja s pretokom znotraj različnih struktur. To vključuje pretok ljudi, materiala, informacij, denarja/kredita in končnih izdelkov tako v smeri proti uporabnikom kot nazaj po dobavni verigi, z namenom podpore strateškemu ciljem dobavne verige. Upravljanje logistike je umetnost in znanost obvladovanja omejitev časa, fizičnega prostora in lokacije. [2]

Prelomno delo Hopfielda in Hintona je revolucioniralo umetno inteligenco ter bo navdihovalo prihodnje generacije. Čeprav je umetna inteligenca dosegla velik napredek, ostajajo izzivi. Prihodnost umetne inteligence bo odvisna od njenega premišljenega vključevanja v reševanje globalnih problemov in bogatenje človeškega življenja, pri čemer je ključnega pomena, da inovacije ostanejo v skladu s človeškimi vrednotami ter prispevajo k blaginji družbe. [3]

Ker logistični procesi in problemi vsakodnevno zahtevajo racionalnost in človeško analizo, umetna inteligenca pa naj bi poskušala to posnemati, je osrednje raziskovalno vprašanje te naloge, kako se razvoj umetne inteligence prepleta z razvojem in optimizacijo logističnih procesov. Ali ima umetna inteligenca v logistiki uporabno vrednost? Ter če jo ima, kakšne so negativne plati implementacije in uporabe umetne inteligence v logistiki.

V jedru raziščem štiri smeri praktične uporabe umetne inteligence v logistiki. Te so »napovedovanje povpraševanja«, »optimizacija poti«, »upravljanje skladišč« in »upravljanje in sledenje dobavne verige«. Pri vsaki izmed teh štirih smeri naredim obsežen pregled člankov in združim ključne ugotovitve, ter naredim iztočnice za nadaljnjo študijsko raziskovanje ter tudi podam smeri, ki bi bile smiselne še za nadaljnji poslovni in tehnološki razvoj.

Kaj je umetna inteligenca in kako se uporablja v logistiki

Umetna inteligenca je področje računalništva, ki se ukvarja z razvojem sistemov in algoritmov za izvedbo nalog, ki običajno zahtevajo človeško inteligenco. Med te naloge spadajo učenje, reševanje problemov, zaznavanje, razumevanje naravnega jezika in odločanje. Ključna lastnost umetne inteligence je sposobnost prilagajanja in izboljšanja na podlagi izkušenj, kar omogoča avtomatizacijo kompleksnih procesov in optimizacijo delovanja v različnih panogah.

Osnova umetne inteligence so velike količine podatkov, ki se obdelujejo z naprednimi algoritmi za strojno učenje. Ti algoritmi omogočajo računalnikom, da prepoznajo vzorce, napovedujejo trende in predlagajo optimalne rešitve. Razvoj tehnologij, kot so globoko učenje, računalniški vid in obdelava naravnega jezika, je močno razširil možnosti uporabe umetne inteligence v praktičnih situacijah.

V logistiki ima umetna inteligenca ključno vlogo pri izboljšanju učinkovitosti procesov. Algoritmi umetne inteligence omogočajo podjetjem, da optimizirajo transportne poti, predvidijo povpraševanje, avtomatizirajo skladiščno poslovanje in izboljšajo upravljanje dobavne verige. S tem se zmanjšajo stroški, povečata hitrost in natančnost storitev, hkrati pa se izboljša zadovoljstvo strank. [4]

Kljub temu pa uvajanje umetne inteligence prinaša tudi izzive, kot so visoki stroški implementacije, potreba po kakovostnih podatkih, pomisleki glede zasebnosti in etična vprašanja. Vendar pa se njen potencial za preoblikovanje industrij, vključno z logistiko, neprestano širi, kar nakazuje, da bo umetna inteligenca v prihodnosti igrala še pomembnejšo vlogo pri inovacijah in trajnostnem razvoju.

Zgodovina umetne inteligence

Zgodovina umetne inteligence sega že v antiko, kjer so miti in zgodbe pripovedovali o umetnih bitjih z inteligenco ali zavestjo. Vendar pa so to bile samo ideje in domišljija naših prednikov. Razvoj umetne inteligence je tesno povezan z razvojem računalništva, zato lahko rečemo, da je pravi začetek umetne inteligence v resnici začetek računalništva. Nekateri pripisujejo začetek računalništva Josephu Marie Jacquardu, ki je 1804 patentiral »Jacquardovo statvo«. Ta statva je lahko pridobila instrukcije za dizajn tkanin preko luknjalnih kartic. Drugi pa pripisujejo začetek Babbageu, ki je razvil prvi dizajn za funkcionalen računalnik, kateri pa med njegovim življenjem še ni bil izdelan. Babbage je med svojim delom obsežno sodeloval z Lovelace, ki jo je opisal kot »čarovnico števil«, saj je bila izjemna matematičarka. Svoj izum je opisal kot »Skica analitičnega stroja«. Njegov analitični stroj je tako rekoč predhodnik modernega računalnika. [5]

Razvoj logike in formalnega razmišljanja je privedel do izuma programa bilnega digitalnega računalnika v 1940-ih, kar je spodbudilo znanstvenike, da so začeli razpravljati o možnosti elektronskih možganov. Med temi znanstveniki je najbolj izstopal Mathison Turing, ki ga danes označujemo kot očeta računalništva in umetne inteligence. Turing je 1936 objavil knjigo »O izračunljivih številih«, v kateri je predstavil abstrakten stroj, ki ga sedaj imenujemo Turingov stroj. To je naprava, ki se lahko premika levo in desno na enem kosu traka, na katerem pa so zapisane instrukcije, kam se naj premakne. Turing je od leta 1948 dalje delal na Univerzi v Manchesterju, kjer je nadaljeval delo na računalniški programski opremi. Objavil je dve knjigi »Računalniški stroji« in »Inteligenca uma«, v katerih je zasnoval Turingov test, merilo inteligence za stroje.

Turing ni mogel takoj začeti praktično raziskovati zaradi dveh glavnih omejitev. Računalniki so lahko pred letom 1949 lahko le izvajali ukaze, ne pa jih shranjevali, kar je onemogočalo razvoj inteligence. Poleg tega so bili računalniki izjemno dragi – najem je v 50. letih stal do 200.000 dolarjev na mesec, kar je omejevalo dostop na univerze in velike tehnološke družbe. Za nadaljnji razvoj so bili potrebni dokaz koncepta in podpora vplivnih posameznikov, da bi prepričali financirje o vrednosti strojne inteligence. [6]

Po Turingu postane zgodovina umetne inteligence bolj kompleksna. Področje raziskovanja je bilo formalno ustanovljeno leta 1956 na delavnici na Dartmouth College. Kljub velikim pričakovanjem in znatni finančni podpori ameriške vlade pa so raziskovalci, institucije in podjetja znatno podcenjevali kompleksnost razvoja, kar je vodilo v zmanjšanje financiranja in tako imenovano »prvo zimo umetne inteligence« v 1970-ih.

Po kratkem zatišju je japonska pobuda v 1980-ih ponovno oživila zanimanje za umetno inteligenco, kar je povzročilo razcvet industrije, ki pa se je sčasoma soočila z razočaranjem vlagateljev v 1990-ih in povzročila tako imenovano "drugo zimo umetne inteligence". Kljub temu je raziskovanje nadaljevalo pod drugimi imeni. V začetku 2000-ih je strojno učenje prineslo uspešne rezultate zaradi napredne računalniške opreme, velikih podatkovnih zbirk in novejših matematičnih metod. Preboj je prineslo globoko učenje, zlasti s pojavom transformacijskih arhitektur leta 2017, kar je omogočilo razvoj generativne umetne inteligence. Investicije v umetno inteligenco so v 2020-ih ponovno doživele razcvet. In trenutno je na trgu ogromno ponudnikov in produktov, ki na taki ali drugačen način vključujejo in uporabljajo umetno inteligenco. Vendar se ponovno poraja vprašanje ali je zanimanje za umetno inteligenco v resnici precenjeno. [5]

Zgodovina logistike

Industrija logistike in prevoza blaga, ki jo poznamo danes, ima svoje korenine v vojaških operacijah. V antičnem Rimu so logistični strokovnjaki, imenovani "logistakas", razvili sisteme za učinkovito oskrbo vojakov s hrano, orožjem in opremo. Ta znanja so bila dolga stoletja omejena na vojsko, a so sčasoma našla pot v poslovni svet. Po drugi svetovni vojni so podjetja začela uporabljati logistične pristope za optimizacijo prevoza in distribucije izdelkov, kar je postalo ključno za obvladovanje večjih količin blaga in daljših transportnih poti. [7]

Iz vojaške zgodovine lahko omenimo Hanibala, Aleksandra Velikega in Vojvodo Welligtonskega, ki jih označujemo kot logistične genije. Aleksandrove ekspedicije so imele neizmerno korist zaradi njegove izjemne pozornosti glede oskrbe vojske. Hanibal je zaslužen kot tisti, ki je Rimljane naučil logistike med Punskimi vojnami. Prav tako pa je uspeh Anglo-Portugalske vojske pripisan Vojvodi Wellingtonskemu, saj je njegov sistem oskrbe bil zelo efektiven, kljub številnim neugodnim položajem, v katerih so bili. Kot vidimo imajo vojske izjemno potrebo po logističnih rešitvah in zaradi tega so v preteklosti bile te vodilne pri razvoju logistike.

Z globalizacijo v 20. stoletju je logistika doživela izjemen napredek. Razvoj železnic, letal, ladij in drugih prevoznih sredstev je omogočil, da so podjetja hitro dostavljala izdelke ne le lokalno, temveč po celem svetu. To je spodbudilo rast trgov, saj so podjetja lahko razširila svojo ponudbo na globalni ravni. Poleg tega so različni napredki v mehanizaciji, poenostavili ravnanje z blagom v skladiščih, kar je še dodatno povečalo učinkovitost logističnih procesov. Standardizacija ladjarskih kontejnerjev v letu 1956, ki jo je uvedel Malcolm McLean, je postala ključna inovacija, saj je omogočila enotno, varno in cenovno učinkovito prevažanje blaga na dolge razdalje.

V 80. letih so računalniki začeli igrati ključno vlogo v logistiki. Z razvojem osebnih računalnikov so podjetja lahko bolj natančno spremljala, načrtovala in organizirala svoje logistične procese. Z uvedbo interneta v 90. letih so podjetja razvila sisteme za sledenje pošilk in uporabo podatkov za optimizacijo prevozov. Ta tehnološka preobrazba je omogočila izjemno povečanje učinkovitosti in zmanjšanje stroškov, kar je bilo ključno za konkurenčnost na vedno bolj povezanem globalnem trgu.

Ob tem je nastala potreba po celostnem upravljanju dobavne verige, kar je privedlo do razvoja funkcije upravljanja dobavnih verig. Upravljalci dobavnih verig skrbijo za celoten proces – od pridobivanja surovin do dostave končnega izdelka potrošniku. Ta vloga zahteva poglobljeno poznavanje transportnih poti, skladiščnih tehnologij in logističnih strategij za doseg maksimalne učinkovitosti. Dobavna veriga temelj vsakega uspešnega podjetja, saj omogoča hitro prilagajanje spremembam na trgu.

Danes je industrija logistike in prevoza blaga izjemno napredna in temelji na sodobnih tehnologijah, kot so umetna inteligenca, avtomatizirana vozila, blockchain in internet stvari (IoT). Te tehnologije omogočajo natančno načrtovanje, sledenje in prilagajanje logističnih procesov. Avtomatizirana vozila, na primer, obetajo revolucijo v prevozu, saj bodo zmanjšala stroške in povečala zanesljivost dostav. Hkrati pa blockchain zagotavlja varnost in preglednost podatkov v celotni dobavni verigi. Zaradi teh inovacij se logistika hitro razvija in bo še naprej igrala ključno vlogo v globalni ekonomiji. [5]

Praktične uporabe umetne inteligence v logistiki

Spletna trgovina je močno preoblikovala industrijo prevoza in logistike, hkrati pa se sooča z izzivi, kot so težave ozkega grla v Sueškem in Panamskem kanalu, geopolitične napetosti in gospodarska nihanja. V tem turbulentnem okolju umetna inteligenca izstopa kot nova obetavna rešitev za izboljšanje odpornosti logističnih podjetij. Ta omogoča napovedovanje scenarijev in razvoj proaktivnih strategij, s čimer pripomore k optimizaciji dobavne verige. Orodja, ki temeljijo na umetni inteligenci, zagotavljajo boljši vpogled v procese in predlagajo inteligentne ukrepe za izboljšanje odločanja.

Oblikovanje logističnega omrežja ima ključno in strateško vlogo v učinkovitem in uspešnem upravljanju dobavne verige. Običajno vključuje več ciljev, ki so si medsebojno v nasprotju, kot so stroški/dobiček, uravnoteženje virov, odzivnost strank, kakovost in podobno. Poleg tega so podjetja zaradi zakonodaje, okoljevarstvenih skrbi, družbene odgovornosti in ozaveščenosti strank prisiljena zagotavljati okolju prijazne izdelke ter prevzemati odgovornost za vrnjene izdelke. [8]

Poleg strateških prednosti umetne inteligence pomaga tudi pri vsakodnevnih logističnih nalogah, kot so optimizacija poti, učinkovitejše upravljanje zalog in nemoteno delovanje v spreminjajočih se razmerah. Kljub temu številna podjetja še ne izkoriščajo polnega potenciala umetne inteligence v distribucijskih procesih. Z uporabo primerov globalnih podjetij bo raziskano, kako umetna inteligenca spreminja prevoz in logistiko, od optimizacije poti do pametnejšega delovanja, s poudarkom na njeni raznolikosti in praktičnih prednostih.

Napovedovanje povpraševanja

Pri načrtovanju in izvajanju proizvodnih procesov je pomembno napovedovanje povpraševanja po produktih teh procesov, saj lahko s tem optimiziramo procese in zagotovimo dobro učinkovitost. Tradicionalne metode napovedovanja se pogosto opirajo na pretekle vedenjske vzorce povpraševanja, pri čemer je uporaba zgodovinskih podatkov ključnega pomena. Vendar pa so nove raziskave začele uvajati umetno inteligenco, ki nadomešča tradicionalne metode. Umetna inteligenca omogoča napovedovanje, ki temelji na globoki analizi podatkov in skritih medsebojnih povezavah spremenljivk, kar je relativno nov razvoj na tem področju. Eden izmed najbolj izstopajočih orodij umetne

intelligence so umetne nevronske mreže, ki predstavljajo računalniški sistem za strojno učenje, predstavitev znanja in uporabo tega znanja za napovedovanje izhodov kompleksnih sistemov.

Doba stabilnih trgov je mimo, nadomestile so jo kompleksne situacije, kot so finančne krize, pandemije in omejitve v dobavi. Rastoče povpraševanje po prilagojenih izdelkih še dodatno otežuje preglednost materialnega in informacijskega toka, kar je ključnega pomena za učinkovito načrtovanje dobavnih verig in odpornost. Natančno napovedovanje povpraševanja je bistveno za odzivne in učinkovite oskrbovalne verige. Sodobne metode, vključno s statističnimi, na osnovi umetne intelligence in hibridnimi pristopi, igrajo ključno vlogo pri reševanju teh izzivov.

Natančno napovedovanje povpraševanja omogoča proizvodnim podjetjem povečanje celotne odpornosti oskrbovalne verige. Metode umetne intelligence, same ali v kombinaciji s statističnimi metodami, bistveno izboljšajo natančnost metod napovedovanja povpraševanja. Poleg tega je za preprečevanje izkrivljanja povpraševanja – t.i. učinek biča – in za zagotavljanje uspeha oskrbovalne verige ključna transparentna komunikacija med člani, ki sodelujejo v procesu napovedovanja povpraševanja. Vendar ta publikacija kaže, da se večina pregledane literature osredotoča le na napovedovanje povpraševanja z vidika trgovca na drobno. To razkriva odsotnost "sodelovalnega napovedovanja", ki je nepogrešljivo za člane oskrbovalne verige na višjih ravneh. [9]

Optimizacija transportnih poti

Transportna industrija je bila glavni dejavnik pri premikanju ljudi in blaga med različnimi geografskimi regijami. Ima pomembno vlogo v sistemu upravljanja dobavnih verig, kjer se blago prenaša iz enega kraja v drugega. Industrija igra ključno vlogo pri premikanju blaga na pravo mesto ob pravem času v logistični verigi. Da bi izkoristili popolne vrednosti poslovnih naložb, vlade in organizacije vedno bolj uporabljajo tehnologije, kot so strojno učenje, umetna inteligenca, internet stvari in druge.

Večina velikih mest po svetu se sooča s težavami, povezanimi s transportom, prometom in logistiko. To je posledica hitro rastoče človeške populacije ter povečanja števila vozil na cestah. Da bi učinkovito ustvarili in upravljali trajnostni transportni sistem, bi bila tehnologija lahko izjemnega pomena. Urbana območja se spopadajo z zastoji v prometu. Rešitve z uporabo umetne intelligence pa postajajo ključne za dostop do informacij v realnem času, ki se pridobivajo iz vozil, za potrebe upravljanja prometa. Varna integracija med odločanjem na podlagi umetne intelligence, upravljanjem prometa, usmerjanjem in drugimi optimizacijskimi pripomočki za mobilnost, je ključna za napredek optimizacije transportnih poti. Umetno inteligenco je Svetovni ekonomski forum opredelil kot eno izmed bolj obetavnih tehnologij. Metode, ki podpirajo transport, vključujejo umetne nevronske mreže, genetske algoritme, simulirano žarjenje, model zamegljene logike in optimizator kolonij mravelj. Cilj uporabe teh tehnik v upravljanju prometa je zmanjšanje zastojev, večja zanesljivost potovalnega časa za potnike ter izboljšanje ekonomskih in produktivnih rezultatov celotnega sistema. [10]

Optimizacije transportnih poti imajo več možnih pristopov, kot so iskanje najkrajše poti, iskanje najhitrejše poti, iskanje najmanj energijsko potratne poti, iskanje poti, ki povzroči najmanj trenja drugim udeležencem na poti, skratka optimalnost poti se lahko meri v več metrikah.

Generalno gledano spada optimizacija transportnih poti med »probleme načrtovanja poti«. Načrtovanje poti zajema iskanje poti v negotovih terenih, sledenje ljudem na poplavljenih območjih ali pa se lahko uporablja v vojniških ali drugih vojaških službah. Poleg tega se lahko načrtovanje poti izvaja ob upoštevanju različnih naravnih dejavnikov, vključno s hitrostjo vetra, atmosferskim tlakom in temperaturo. Oblikovanje načrtovanja poti je sestavljeno iz treh različnih vzorcev: pretakanje podatkov, storitve (naloge, ki jih dodeli uporabnik) in naloge, ki jih izvaja načrtovalec.

Vendar pa nas pri transportnih poteh zanima bolj iskanje poti po že obstoječem cestnem, vodnem ali letalskem omrežju. Zato lahko naš problem bolj abstraktno opišemo. To je tako imenovani »problem potujočega trgovca«, ki je eden izmed najbolj znanih optimizacijskih problemov v računalništvu. Pri njem iščemo najkrajšo možno pot med mesti, pri čemer mora trgovec obiskati vsako mesto točno enkrat in se nato vrniti na začetno točko. Gre za zelo uporaben problem v logistiki, transportu, načrtovanju poti in ekonomiji, saj se pojavlja v situacijah, kjer je treba učinkovito razporediti vire in minimizirati stroške. Zaradi njegove kompleksnosti, zlasti pri velikem številu mest, je TSP postal priljubljen za raziskave v umetni inteligenci, kjer algoritmi, kot so evolucijski pristopi in nevronske mreže, pomagajo pri iskanju približno optimalnih rešitev.

Nevronske mreže so učinkovito orodje za reševanje kombinatoričnih optimizacijskih problemov, vključno s problemom potujočega trgovca. V zadnjih letih je bilo razvitih veliko metod, ki temeljijo na nevronskih mrežah, kar predstavlja velik napredek pri reševanju tovrstnih problemov. V članku so naredili pregled Hopfieldove nevronske mreže, grafne nevronske mreže in nevronske mreže z okrepljenim učenjem, ki nakazujejo, da lahko uporaba teh pristopov znatno izboljša natančnost približnih rešitev problema potujočega trgovca. V zaključku so avtorji dejali, da raziskovanje problemov velikega obsega pri TSP ostaja v središču pozornosti. Z rastjo obsega

problema narašča tudi potreba po večjih računalniških virih. Ena od prihodnjih usmeritev je lahko izboljšanje natančnosti rešitev za velike probleme potujočega trgovca s paralelno uporabo nevronske mreže ali s poglobljanjem omrežij. Kompleksnost grafovskih podatkov predstavlja velik izziv, zato bi bilo zanimivo raziskati, kako preseči omejitve okvirjev globokega učenja in jih združiti z okrepljenim učenjem ali drugimi algoritmi za reševanje potujočega trgovca. Čeprav so grafne nevronske mreže zelo zmogljive, ostaja odprto vprašanje njihove sposobnosti posploševanja na druge kombinatorične optimizacijske probleme. [11]

Upravljanje skladišč

Načrtovanje in upravljanje skladišč vključuje kompleksne odločitve glede prejetja, shranjevanja, izbiranja naročil in pošiljanja izdelkov, kar lahko pomembno vpliva na učinkovitost celotnih dobavnih verig. Z napredkom v Industriji 4.0 (ponekod se že omenja tudi industrija 5.0) ter razpoložljivostjo velikih količin podatkov, zmogljive računalniške moči in zadostne kapacitete za shranjevanje, je strojno učenje postalo obetavna tehnologija za reševanje izzivov pri upravljanju skladišč, kot so problemi dodeljevanja lokacij za shranjevanje in problemi izbiranja naročil. Pregled sodobnih raziskav o uporabi strojnega učenja v sistemih za upravljanje skladišč razvršča literaturo glede na metode strojnega učenja, algoritme, vire podatkov ter primere uporabe strojnega učenja za inteligentno upravljanje skladišč. Rezultati kažejo, da so raziskave na področju uporabe strojnega učenja v sistemih za upravljanje skladišč še vedno v začetnih fazah in zahtevajo nadaljnjo obravnavo. [12]

Priprava naročil je najbolj zahtevna naloga, ki močno vpliva na politiko skladiščnih lokacij. Trenutno se podjetja soočajo z več problemi, ki pa jih lahko nekako razdelimo v naslednje kategorije:

- **Problemi določanja lokacije shranjevanja** vključujejo dodeljevanje izdelkov na določene lokacije v skladišču z namenom zmanjšanja skupnega napora pri ravnanju z njimi.
- **Problemi izbire naslednjega naročila** pa se nanašajo na zaporedje, v katerem so izdelki izbrani, glede na strategijo usmerjanja.

Ta dva problema sta močno povezana – rešitev določanja lokacije shranjevanja služi kot vhod za izbiro naročila, saj se poti lahko določijo šele, ko so lokacije izdelkov znane. Hkrati pa rešitev lokacije shranjevanja običajno ne more biti ocenjena, dokler ni znana strategija za rešitev izbire naročila.

Predlagani so različni pristopi za reševanje obeh problemov – ločeno ali integrirano. Pristopi, ki temeljijo na matematičnih modelih, kjer poskušamo problem rešiti z raznoraznimi izračuni in predikcijami, vendar pa zahtevajo predpostavke in posebna znanja zaradi zapletenosti teh problemov, zaradi česar je njihova implementacija v realnih primerih težavna. Zaradi tega poskušamo probleme reševati tudi z podatkovnimi modeli, kjer so parametri ocenjeni na podlagi zgodovinskih podatkov, ki jih potrebujemo prvo izmeriti in shranjevat, nato pa obdelati z umetno inteligenco, kar pa v določenih primerih bistveno izboljša natančnost ocen in odpornost. Prav tako so modeli, ki temeljijo na podatkih, uporabljeni namesto pristopov, ki temeljijo na modelih, saj ne zahtevajo toliko strokovnega znanja na terenu.

Med načini izvajanja podatkovno vodenih procesov, strojno učenje uporablja metode in razvoj algoritmov, ki so sposobni učenja iz podatkov in prepoznavanja vzorcev, kar omogoča napovedi na podlagi učenja iz podatkov. Nekatere raziskave se ukvarjajo s strojnim učenjem, kot začetkom za reševanje problemov določanja lokacije in problemov izbire naslednjega naročila, ter izkoriščajo obseg in raznolikost podatkov, ki so na voljo v sistemih za upravljanje skladišč, da prepoznajo vzorce, ki omogočajo napovedi in razvoj operativnih pravil za zmanjšanje časa obdelave naročil.

Ker količina in zapletenost podatkov, ustvarjenih znotraj dobavnih verig, še naprej raste, je izkoriščanje moči strojnega učenja postalo ključnega pomena za učinkovito upravljanje sodobnih skladiščnih operacij in poenostavitev procesov izpolnjevanja naročil ter zagotavljanje pravočasnih in natančnih dostav strankam. Čeprav obstajajo številni pregledi praks upravljanja skladišč, ti bodisi ne preučujejo uporabe strojnega učenja, temveč poudarjajo optimizacijske pristope, bodisi obravnavajo različne probleme upravljanja skladišč od tistih, ki jih preučuje ta študija.

V članku [12] so zapisali nekaj možnih poti prihodnjega razvoja in napredka:

- **Trenutno stanje procesa ekstrakcije-transformacije-nalaganja iz zbirke podatkov:** malo člankov obravnava tehnike obdelave podatkov in uporabo podatkovnih repozitorijev.
- **Razvoj integriranih rešitev za probleme izbire naročila in probleme določanja lokacije shranjevanja:** malo raziskav je razvilo rešitve z uporabo strojnega učenja, ki lahko rešijo oba problema na integriran način.
- **Rešitve za skladišča z ročnim izbiranjem naročil in ključnimi sistemi za dodeljevanje izdelkov:** primanjkuje predlogov rešitev s strojnim učenjem za te tradicionalne formate skladišč.

- **Primeri z realnimi aplikacijami:** več člankov izvaja poenostavitve in zmanjšanja realnih problemov, kar otežuje prepoznavanje značilnosti procesa implementacije.
- **Razvoj pristopov ojačevalnega učenja:** zelo malo člankov je uporabilo pristop ojačevalnega učenja. To je popularna tema na področju strojnega učenja in se lahko uporablja za širok spekter problemov v sistemih za upravljanje skladišč, saj omogoča usposabljanje sistemskih agentov za učenje v interaktivnem in dinamičnem okolju.

Sledenje in upravljanje dobavne verige

V skupnosti za upravljanje dobavne verige so velika pričakovanja glede vplivov umetne inteligence na trenutne prakse. Vendar to ni prvič, da umetna inteligenca vzbuja navdušenje v poslovnem svetu, pogosto pa ne doseže napovedanega učinka. Zato je pomembno preučiti tako priložnosti kot izzive, ki izhajajo iz njene dejanske implementacije.

Oblikovanje logističnega omrežja je ključnega pomena za učinkovito upravljanje dobavne verige, saj vključuje več ciljev, kot so stroški, dobiček, ravnostje virov, odzivnost strank in kakovost. Zaradi zakonodaje, okoljskih in družbenih zahtev ter ozaveščenosti strank so podjetja prisiljena zagotavljati okolju prijazne izdelke in prevzemati odgovornost za vračane izdelke. [13]

V [14] so izvedli sistematičen pregled literature empiričnih študij umetne inteligence. Preučili so 123 študij povezanih z umetno inteligenco in upravljanjem dobavnih verig. V študiji so se osredotočili na potrebo po razlikovanju med obljubami in realnostjo umetne inteligence zato, da bi lahko omogočili trdno teoretično obravnavo te teme.

V zaključku so zapisali, da je umetna inteligenca postala ena glavnih prioritet za vodje, ki upravljajo z dobavnimi verigami. Vendar številni izzivi pri implementaciji ovirajo njen uspešen sprejem. S celovitim pregledom skupnih dejavnikov in kontekstualnih pogojev smo želeli poudariti najpomembnejša vprašanja. V rezultatih pregleda opozarjajo menedžerje, naj ne bodo preveč optimistični glede vpliva umetne inteligence na uspešnost, saj so potrebne dodatne empirične raziskave. Poleg tega študija kaže, da tehnologija sama po sebi redko zadostuje, saj imajo organizacijski in med organizacijski dejavniki ključno vlogo.

Zaključek

Umetna inteligenca predstavlja ključni dejavnik pri optimizaciji logističnih procesov, saj v določenih primerih omogoča avtomatizacijo nalog, hitrejšo obdelavo velikih količin podatkov v primerjavi s klasičnimi metodami in boljše napovedi ter fleksibilnosti v poslovanju. S pomočjo naprednih algoritmov omogoča podjetjem dodatno opcijo pri optimizaciji transportnih poti, pripomore k večjim in pravilnejšim napovedim glede povpraševanja in avtomatizirajo skladiščne operacije, kar posledično prinaša nižje stroške, večjo učinkovitost in boljše storitve za stranke. Umetna inteligenca omogoča tudi boljše prilagodljivost dobavnim verigam, kar je še posebej pomembno v dinamičnem in vse bolj globaliziranem in med seboj povezanem poslovnem okolju. Tako lahko podjetja sprejemajo bolj informirane in proaktivne odločitve, ki zagotavljajo hitrejša reakcije na spremembe v povpraševanju, zmanjšujejo napake ter omogočajo učinkovitejše usklajevanje vseh logističnih aktivnosti.

Torej, če konkretno odgovorimo na naše raziskovalno vprašanje. Da, umetna inteligenca že vstopa v svet logistike in ga spreminja. Ponekod v logistiki umetna inteligenca že igra pomembno vlogo pri optimizaciji transportnih poti, napovedovanju povpraševanja in avtomatizaciji skladiščnih operacij. Pomaga podjetjem zmanjšati stroške, povečati učinkovitost ter izboljšati zadovoljstvo strank. Čeprav uvajanje umetne inteligence prinaša izzive, kot so visoki stroški implementacije in etična vprašanja na katera je težko odgovoriti, njene prednosti za trajnostni razvoj in inovacije kažejo, da bo njena vloga v prihodnosti še pomembnejša. S tem omogoča podjetjem boljše prilagodljivost in proaktivno odločanje v dinamičnem poslovnem okolju.

Kljub številnim prednostim, ki jih umetna inteligenca obljublja, pa se podjetja soočajo tudi z izzivi, kot so visoki stroški implementacije, potreba po kakovostnih in obsežnih podatkih ter etična vprašanja, kot je zaščita zasebnosti. Vendar pa prednosti, ki jih umetna inteligenca ponuja, kažejo na njen potencial za trajnostni razvoj in nadaljnjo inovacijo v logistiki. V prihodnosti bo njena vloga še naprej naraščala, saj bo omogočala logističnim podjetjem, da se bolje prilagodijo novim izzivom, kot so geopolitične napetosti, rast spletne trgovine in diagnostiko ozkih grl v transportnih poteh. Umetna inteligenca vsekakor predstavlja in pripravlja nove načine optimizacije logistike. Vendar pa je pomembno zavedanje, da to ni univerzalna rešitev za vse probleme. Podobno kot druge tehnologije, jo je potrebno adaptirati in implementirati za posamezne probleme in okolja, za kar pa je potrebno v prvi vrsti imeti izobražene strokovnjake na tem področju.

Viri in literatura

1. W Boers, E.J. et al. (no date) "ARTIFICIAL INTELLIGENCE-Artificial Intelligence: Definition, Trends, Techniques and Cases-Joost N ARTIFICIAL INTELLIGENCE: DEFINITION, TRENDS, TECHNIQUES, AND CASES."
2. Prokop, D.J. (2017) Global Supply Chain Security and Management: Appraising Programs, Preventing Crimes, Global Supply Chain Security and Management: Appraising Programs, Preventing Crimes. Elsevier Inc. (Dostopno: January 11, 2025).
3. Wang, J.Z. and Wyble, B. (2024) "Hopfield and Hinton's neural network revolution and the future of AI," *Patterns*, 5(11), p. 101094. Dostopno na: <https://doi.org/10.1016/J.PATTER.2024.101094>.
4. *AI in Transportation and Logistics* (no date). <https://throughput.world/blog/ai-in-transportation-and-logistics/> (Pridobljeno: December 27, 2024).
5. Grzybowski, A., Pawlikowska-Łagód, K. and Lambert, W.C. (2024) "A History of Artificial Intelligence," *Clinics in Dermatology*, 42(3), pp. 221–229. <https://doi.org/10.1016/J.CLINDERMATOL.2023.12.016>.
6. Rockwell Anyoha (2017) *The History of Artificial Intelligence – Science in the News*. <https://sites.harvard.edu/sitn/2017/08/28/history-artificial-intelligence/> (Dostopno: December 27, 2024).
7. *The History of the Logistics and Shipping Industry* (no date). <https://www.dtsone.com/the-history-of-the-logistics-and-shipping-industry/> (Dostopno: December 27, 2024).
8. Rashid, A. bin and Kausik, M.A.K. (2024) "AI revolutionizing industries worldwide: A comprehensive overview of its diverse applications," *Hybrid Advances*, 7, p. 100277. <https://doi.org/10.1016/J.HYBADV.2024.100277>.
9. Mediavilla, M.A., Dietrich, F. and Palm, D. (2022) "Review and analysis of artificial intelligence methods for demand forecasting in supply chain management," *Procedia CIRP*, 107, pp. 1126–1131. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2022.05.119>.
10. Iyer, L.S. (2021) "AI enabled applications towards intelligent transportation," *Transportation Engineering*, 5, p. 100083. <https://doi.org/10.1016/J.TRENG.2021.100083>.
11. Shi, Y. and Zhang, Y. (2022) "The neural network methods for solving Traveling Salesman Problem," *Procedia Computer Science*, 199, pp. 681–686. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2022.01.084>.
12. de Assis, R.F. et al. (2024) "Machine Learning in Warehouse Management: A Survey," *Procedia Computer Science*, 232, pp. 2790–2799. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2024.02.096>.
13. Ramezani, M., Bashiri, M. and Tavakkoli-Moghaddam, R. (2013) "A new multi-objective stochastic model for a forward/reverse logistic network design with responsiveness and quality level," *Applied Mathematical Modelling*, 37(1–2), pp. 328–344. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2012.02.032>.
14. Brassai, S.T., Iantovics, B. and Enăchescu, C. (2012) "Artificial Intelligence in the Path Planning Optimization of Mobile Agent Navigation," *Procedia Economics and Finance*, 3, pp. 243–250. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00147-5](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00147-5).

ZDENKA KOS DUŽEVIĆ študentka 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek:

Digitalna revolucija je v poznih osemdesetih letih prejšnjega stoletja gospodarstvo spremenila predvsem z uporabo interneta in širokopasovnih omrežij. Sledila je uporaba digitalnih platform, najbolj na področju dobave blaga in storitev. Eno od področij je tudi avtomobilski sektor. Inovacije, ki spodbujajo razvoj samovozečih avtomobilov, ki s pomočjo umetne inteligence povečujejo varnost, odnos do okolja, zaznavanje okolice in stanje voznika, kot so pešci in prometna signalizacija, radarji itd. V članku je izpostavljena uporaba umetne inteligence v procesu učenja vožnje. Uporaba simulatorja z virtualnim učiteljem vožnje se povečuje z ugodnejšo strojno opremo in vse boljše tehnologijo, kar predstavlja določene prednosti pri usposabljanju voznikov, predvsem z nižanjem stroškov in glede varnosti. Vendar se veliko več pozornosti namenja razvoju samovozečih vozil.

Ključne besede: umetna inteligenca, samovozeči avtomobili, usposabljanje voznikov, simulatorji vožnje.

VLOGA UMETNE INTELIGENCE V PROCESU UČENJA VOŽNJE

Uvod

Prometna varnost na slovenskih cestah, ki je objavljena za leto 2023 s strani Agencija za varnost prometa prikazuje podatke o 19.780 evidentiranih prometnih nesrečah, kar je za 6 % več kot v predhodnem letu. Umrlo je 82 oseb, zmanjšalo se je število hudo telesno poškodovanih za 4 % napram letu 2022. Vendar šteje vsako človeško življenje. Zato si moramo prizadevati za izboljšanje varnosti v cestnem prometu. K temu lahko pripomore tudi sodoben način izobraževanja voznikov (AVP, 2023).

V članku je opredeljena umetna inteligenca, njen pomen je izjemen, pokriva pa področje računalništva. Pojavlja se na različnih področjih kot so avtomatska opravila, izboljšanje odločitev, povečanje učinkovitosti, izboljšana kakovost življenja, inovacije, na področju zdravstva itd. S pomočjo umetne inteligence se spreminja avtomatizacija nalog, zagotavljajo se inovativne rešitve, poslovni modeli slonijo na večji učinkovitosti, skratka spreminja se družba kot celota (Evropski svet, 2024). Avtomobilska industrija temelji predvsem na robotizaciji. V sled temu se v prispevku osredotočam na samovozeča vozila, ki delujejo s pomočjo senzorjev, navigacije, sprejemanju odločitev v realnem času in naprednimi sistemi, ki so v pomoč voznikom. Ti sistemi omogočajo prepoznavanje znakov, utrujenosti, ohranjanje prometnega pasu, samodejno zaviranje itd. Samovozeča vozila bi naj nadomestila človeka, saj samostojno sprejemajo odločitve, prepoznavajo okolico in vožnja je varnejša. Vseeno pa se poleg pozitivnih lastnosti pojavljajo tudi vprašanje etike in odgovornosti v primeru napak.

Umetna inteligenca bistveno vpliva na potek izobraževanja v šoli vožnje. (Rem, Reshodko in Gundersen, 2024) navajajo, da so v prometu najbolj izpostavljeni mladi vozniki. Učenje vožnje s pomočjo simulatorja predstavlja enega od načinov, kjer lahko posamezniki pridobijo znanje brez tega, da se izpostavijo nevarnosti, to pa ima tudi pozitiven vpliv na okolje. Virtualno okolje omogoča hitre spremembe, zato lahko izobraževanje v večji meri prilagodimo posamezniku. Določene aktivnosti, ki jih mora posameznik usvojiti, je mogoče personalizirati, prav tako tudi povratne informacije, ki so za kandidata najugodnejše. Nekatere situacije se lahko tudi odstrani (npr. tiste, ki povzročajo stres kandidatu). Izobraževanje voznikov, ki se izvaja avtomatizirano, znižuje stroške. Virtualni učitelj vožnje ima možnost zaznave simulacijskega okolja, analize prometnih situacij ter daje povratne informacije kandidatom in učiteljem vožnje. (Couture idr., 2019) izpostavljajo simulator vožnje, ki bi bil dobrodošel predvsem pri kandidatih, ko izvajajo začetne ure vožnje, še preden opravljajo vožnjo na cestah. (L3Harris Technologies, 2022) poleg pozitivnih lastnosti prikažejo tudi negativno stran simulatorja, saj se zaradi varnosti, ki jo le-ta nudi, kandidati obnašajo nepremišljeno in zavestno kršijo zakonodajo.

Članek je teoretično podkrepjen s povzemanjem podatkov iz različnih tujih virov. Z metodo kompilacije so povzeti tuji in domači avtorji, njihova stališča in ugotovitve. Prispevek zajema umetno inteligenco, področje samovozečih vozil, prednosti in slabosti le teh. Predstavljeno je usposabljanje v šoli vožnje, ki temelji na uporabi simulatorjev vožnje. Kot primer iz prakse je predstavljena ena izmed šol vožnje iz Norveške ter izbrana šola vožnje v Sloveniji.

Raziskovalno vprašanje na katerega želim odgovoriti: kako umetna inteligenca vpliva na avtomobilsko industrijo in usposabljanje kandidatov v šoli vožnje.

Umetna inteligenca

Umetna inteligenca zaradi hitrega razvoja močno vpliva na življenje ljudi. Svetovna konkurenca je zelo močna, zato mora Evropa izkoristiti svoj položaj, najprej na področju razvoja tehnologije, potem pa na področju njene uporabe. Razpolaga z inovativnimi podjetji, ki razvijajo robotiko in energetiko, prav tako je konkurenčna na področju financ, zdravstva in kmetijstva. Vse je oprto na vrednost, ki jo ustvarijo podatki, tako blaginja ljudi in gospodarska rast.

Poteka pa nenehno širjene uporabe umetne inteligence. Ta ima sposobnost avtomatizacije procesov, zmožnost obdelave velikih količin podatkov, posebno mesto ima v znanosti in tehnologiji, prisotnost v vsakdanjem življenju in reševanju kompleksnih problemov. Danes so rešitve, ki jih ponuja umetna inteligenca, vse bolj dostopne in zmožljive. Pokriva zelo širok spekter področij, njen razvoj pa zahteva tudi odgovoren pristop, kar je eden od izzivov. Za razvoj umetne inteligence je ključnega pomena velika količina podatkov ter nadaljnji razvoj računalništva. Stališča, katera bi naj obravnavala umetna inteligenca, se naj nanašajo na družbo kot celoto (Evropska komisija, 2020).

Digitalna doba zahteva zelo kratek odzivni čas, zato se velika pozornost namenja konkurenčnemu okolju. Pomeni tehniko strojnega učenja. Posledično se v ta namen uvajajo nove tehnologije kot je umetna inteligenca, da se zagotovi konkurenčna prednost in visoka zmožljivost. Na različnih področjih je v današnjem času na zelo vidnem mestu. McCarthy je prvi, ki je leta 1956 izpostavil izraz umetne inteligence in ga označil kot »znanost in inženiring izdelave inteligentnih strojev«. Z razvojem so se uveljavljali novi pristopi, obstoječi pa so se izpopolnjevali. Skozi čas je razvoj umetne inteligence potekal počasneje, kot se je pričakovalo. Do pospešenega tehnološkega napredka je prišlo zaradi obdelave ogromnih količin podatkov, vse to je zahtevalo nove tehnologije. To je motiviralo organizacije, da se odločajo za sprejem umetne inteligence (Borges idr., 2021).

Umetna inteligenca simulira človeško inteligenco. Njen glavni namen je nadomestiti človeka v vsakdanjem življenju za reševanje problemov, odločanje in učenje, ima pa več pristopov in sodi na področje interdisciplinarne znanosti. Njeno delovanje temelji na uporabi podatkov in algoritmov. Usposobljenost algoritmov omogoča, da se natančneje in učinkovitejše izvajajo zahtevne naloge kot je analiziranje podatkov, obdelovanje jezika in prepoznavanje slik. Cilj umetne inteligence je učinkovito reševanje problemov s pomočjo naučenih strojev, ki razmišljajo kot človek. Uporabna je v vseh panogah, tako v proizvodnji, financah, zdravstvu kot izobraževanju. Velik pomen umetne inteligence se kaže v izboljšani zmožljivosti samovozečih vozil pri samostojni vožnji, pri pametnih telefonih in uporabi različnih platform. V veliko pomoč je umetna inteligenca lahko pri delovnih mestih, kjer roboti opravljajo delo namesto človeka (Glover, 2024). Poleg gospodarskega in tehnološkega vidika je pomemben tudi varnostni in obrambni vidik, kjer gre za razvoj pomembnih zmožljivosti umetne inteligence. Evropska unija ima na področju umetne inteligence močna konkurenta, to sta Kitajska in ZDA. Pomembna je konkurenčna prednost in vodilnost v gospodarstvu, tukaj se v ospredje postavlja področje raziskav, izobraževanja in zdravstva. Kitajska uspeva z lastno tehnologijo (super računalniki in čipi) in dohiteva ZDA, ki je še vedno vodilna, EU tako zaostaja in je na tretjem mestu (Eager idr., 2020).

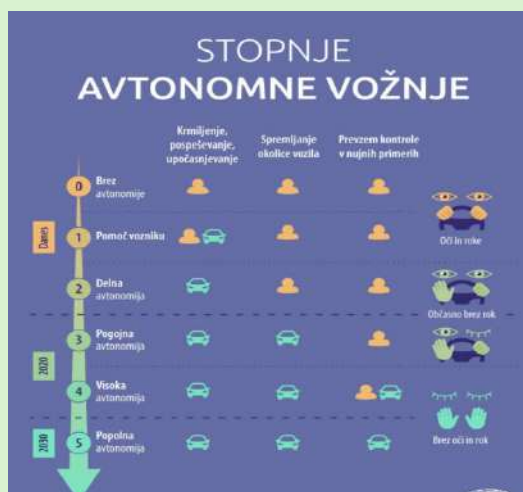
(Escott, 2017) izpostavlja tri vrste umetne inteligence in te so sledeče: »ozka ali šibka, splošna ali močna in umetna superinteligence«. Pojavljata se dve teoriji, prva temelji na neugodni prihodnosti za človeško raso, medtem ko druga daje več optimizma v smeri izboljšanja življenjskih izkušenj. Trenutno je dosežena zmožljivost strojnega učenja, nagibamo se k splošni umetni inteligenci. Zaenkrat je uspešna realizacija prve stopnje, poimenovana šibka ali ozka, ki prepozna govor in obraz, avtomobilska vožnja, nabor parametrov je ozek, omogočena je le simulacija človeškega vedenja, ne pa posnemanje človeške inteligence. Ko govorimo o zmožnosti posnemanja človeške inteligence ali vedenja, mislimo na močno ali globoko inteligenco. Tukaj ni razlike v razmišljanju, razumevanju in delovanju od človeškega načina, neglede na situacijo. Vse kognitivne sposobnosti bi morale biti programirane in stroje zavestne. Tukaj je prisotna teorija uma, stroji so tako prisotni na naslednji ravni izkustvenega učenja. Imeti morajo sposobnost izločanja potreb, miselnih procesov in čustev v povezavi z drugimi inteligentnimi subjekti. Stroji morajo biti usposobljeni tako, da razumejo ljudi. Področje teorije umetne inteligence na ravni uma ne zajema simulacije ali replikacije. Prepoznavanje obraza in slik s pomočjo napredovanja v tehnologije bo verjetno omogočila strojem zmožnost vida in učenja. Pri razumevanju človeške inteligence, posnemanju in vedenju, govorimo o hipotetični umetni inteligenci. Umetna super inteligenca omogoča, da stroji zmorejo zavedanja samega sebe. Tukaj imajo stroji sposobnost zavedanja samega sebe. S tem so presegli človeške sposobnosti in inteligenco. (Glover, 2024) navaja, da je umetna inteligenca razdeljena v štiri glavne vrste, in te so naslednje: kot prvi so reaktivni stroji, namenjeni zaznavanju in reagiranju za izvajanje ukazov, nimajo pa možnosti shranjevanja spomina. Sposobnost izvajanja specializiranih nalog je omejena. Kot druga vrsta je umetna inteligenca z omejenim pomnilnikom, shrani prejšnje podatke in ima možnost napovedi kaj se bo zgodilo v prihodnje. Modeli se nenehno usposabljaajo za analizo novih podatkov, možno je tudi zgraditi okolje, kjer je mogoče modele samodejno obnoviti in usposobiti (samovozeča vozila). Tretja vrsta umetne inteligence bi naj razumela človeška čustva, a ta trenutno še ne obstaja. Samozavedanje, ki je podobno človeški zavesti, bi naj bila samozavedajoča se umetna inteligenca, ki prav tako kot predhodna, še ne obstaja, saj bi morala razumeti čustvena stanja drugih.

Avtomobilska industrija in vpliv umetne inteligence (samovozeča vozila)

Temelj za sodobno avtomobilsko industrijo je prisotnost umetne inteligence. Gospodarstvo se vse bolj poslužuje sodobnih tehnologij, saj te prispevajo k večji učinkovitosti, zniževanju stroškov, ker robotika zmanjšuje potrebo po kadrih. Avtomobilska industrija pa mora stremeti tudi k zmanjševanju emisij v okolju. Umetni inteligenci se pripisuje izjemen pomen za njihov razvoj in konkurenčnost na trgu. (Wheeler, 2024) izraža kritiko do samovozečih vozil, navaja, da si ljudje želijo prenesti odgovornost za opravljeno vožnjo, saj bi rajši ta čas počeli kaj drugega, npr. brali, kot, da spremljajo stanje na cesti. Se pa ljudje sprašujejo, če je to odgovorno, saj so imela tudi samovozeča vozila slabosti in pomanjkljivosti in je prišlo do nesreč. Kot primer navaja odpoklic robotaxijev, saj pri vleki vozil samovozeča vozila niso predvidela gibanja vlečenih vozil.

Avtonomen je tisti avtomobil, ki se z zaznavanjem zaveda svoje okolice, njegovo delovanje pa je omogočeno preko prepoznavanja informacij. Ves ta nadzor se izvaja preko avtonomnega računalnika. Ta svoje odločitve sprejemna v delčku sekunde, da prepozna okoliščine vožnje, za to pa potrebuje zelo velike količine informacij. Avtonomno vožnjo omogočajo senzori, ki delujejo s pomočjo računalniškega sistema v vozilu (Micron Tehnology, 2018). Za učinkovitejše delovanje avtomobilskih tovarn je zaslužna umetna inteligenca, ki omogoča hitrejšo sestavljanje. Roboti imajo sposobnost napredka v učenju, zato svoje delo opravijo veliko bolj natančno. Umetna inteligenca ima možnost, da opozori na napake in pomanjkljivosti, katere človek lahko spregleda. Za sledenje prometnim pravilom, menjava prometnega pasu in pri samodejnem parkiranju, prednjačijo podjetja (Waymo, Tesla in GM). Popolnoma samovozeča vozila so redkost, še vedno je v neki meri prisoten človek. Glede na razvoj tehnologije, jih bomo v prihodnje srečevali pogostejše (Rafalski, 2024). Interes glede uporabe samovozečih vozil je v večji meri izkazana pri mlajši generaciji, starejša populacija se še ne odločila v tolikšni meri, da bi izpustila volan iz rok in se predala avtonomni vožnji (Lee idr., 2017). Kot navajajo pri (Synopsysu), popolnoma samovozeči avtomobili, ki spadajo v 5. stopnjo, so v fazi testiranja širom sveta, seveda so povezani s tehnološkimi, z zakoni, filozofskimi in okoljskimi izzivi. »Samovozeči avtomobil je vozilo, ki je sposobno zaznavati okolje in deluje brez človekovega sodelovanja. Človeku ni treba kadar koli prevzeti nadzora nad vozilom, niti mu ni treba biti prisoten v vozilu. Samovozeči avto lahko gre kamor koli gre tradicionalni avtomobil in počne vse, kar počne izkušen človeški voznik.« Delovanje samovozečih vozil omogočajo senzori, ki se nahajajo na različnih delih avtomobila, ti pa omogočajo vzdrževanje in ustvarjanje okolice. V pomoč so jim kompleksni algoritmi, procesorji velikih zmogljivosti ter sistem strojnega učenja. Kot potencial, ki ga vidijo v samovozečih vozilih, je zmanjševanje emisij.

Samovozeča vozila, ki so imela na začetku ogromne enote shranjene v prtljažniku vozila, imajo sedaj nameščene precej manjše enote. Izvajanje njihovih funkcij je enako: od senzorjev sprejemajo neobdelane podatke, sledi usklajevanje in izvajanje ustreznih premikov, signali so prejeti na plinu, volanu, zavorah in drugih kontrolnikih. Trg ponuja samovozeča vozila (Navia), namenjena zaprtemu okolju, vendar z omejitvami, kot je hitrost. Poleg tega, brez dotika človeka, vozijo tovornjaki v jamskih rudnikih, samovozeča vozila najdemo tudi v kmetijstvu, skladiščih in v drugih industrijah. Zaviranje v sili, ohranjanje vozila na voznem pasu, samodejno parkiranje, so opcije v višje rangiranih vozilih (Weber, 2014). Slika 1 prikazuje ravni avtonomne vožnje.



Slika 1: ravni avtonomije vožnje

Vir: <https://www.europarl.europa.eu/topics/sl/article/20190110STO23102/samovozeci-avtomobili-v-evropi-od-znanstvene-fantastike-do-realnosti>

Postavljen je nabor meril, ki določajo stopnje avtonomije vozila. Zaslediti je mogoče sanje avtomobilske industrije, ki se trudi doseči resničnost, da bi se avtomobili vozili sami. Za nadaljnje razumevanje slika 1 prikazuje šest ravni avtonomije vožnje. »Preprosto povedano,

stopnja 0, stopnja 1 in stopnja 2 pomenijo, da človek še vedno vozi in nosi pravno odgovornost, medtem ko so razpoložljive funkcije samo za podporo vozniku. Na 3., 4. in 5. stopnji človek ne vozi (vendar bo morda moral posredovati na 3. stopnji pod določenimi pogoji), zato jih pogosto imenujemo "roke stran, oči stran in možgani stran". Dejansko lahko na stopnji 5 gledate film, igrate igro ali celo spite za volanom – razen pri vozilu stopnje 5, kjer to ni mogoče, saj po definiciji ni volana«! (Imagination Technologies, 2024).

Glede na razlago, ki se nanaša na prednosti samovozečih vozil in te so razvidne na sliki 2, se v ospredje postavlja varnost, saj bi napredne tehnologije zaščitile vse udeležence v prometu oz. bi se izognili nevarnosti. Ranljive skupine si prav tako želijo, da bi bile mobilne, prav tako tudi starejši ljudje. Prav tako bi samovozeča vozila pripomogla k rasti gospodarstva z znižanjem stroškov za transport, razvoj prometa pa pripomore k boljši povezanosti med gospodarskimi središči in oddaljenimi kraji. V kolikor je ogovora o razvoju novih tehnologij, sledijo temu tudi nova delovna mesta. Avtorica je mnenja, da je na cesti še mnogo vozil z notranjim izgorevanje in onesnaženje je tisto, ki pušča znaten pečat (Marioni, 2024). Kot je zgoraj opisano, slika 2 prikazuje prednosti, ki jih prinašajo samovozeča vozila.



Slika 2: Prednosti, ki jih prinašajo samovozeča vozila na ravni Evropske unije

Vir: <https://www.europarl.europa.eu/topics/sl/article/20190110STO23102/samovozeci-avtomobili-v-evropi-od-znanstvene-fantastike-do-realnosti>

Človeška napaka je tista, ki prispeva za kar 95 % prometnih nesreč na območju EU. K večji varnosti prispevajo samovozeča vozila, saj se poveča varnost v prometu, ko so odpravljene napake človeka. Digitalna tehnologija je tista, ki omogoča nadzor prometnega dogajanja, zmanjšuje prometne zamaške, posledično se na ta način zmanjšuje onesnaževanje. Samovozeča vozila omogočajo invalidom in starejšim ljudem večji dostop do mobilnosti. Izzivi avtonomne vožnje so sledeči (Evropski parlament, 2019):

- Ključna je varnost v prometu, saj so sočasno v prometu klasična in samovozeča vozila. Potrebna je uskladitev zakonodaje na področju prometa, dosledno upoštevanje, tako, da ne prihaja do nepotrebnih zastojev na mejah.
- Jasno opredeljena zakonodaja na ravni EU glede odgovornosti v primeru nesreče. Je odgovoren voznik ali tisti, ki je proizvedel tehnološko opremo?
- Zagotovljena mora biti kibernetska varnost (ukrepi), ki ščitijo vozila pred kibernetskimi napadi.
- Zagotovljeno mora biti spoštovanje človekovega dostojanstva na področju samovozečih vozil (smernice in standardi).
- Komunikacija med vsemi udeleženci v prometu je nujna. Za to je potrebna infrastruktura, razvoj, vložki in inovacije.

Precejšnje spremembe se pojavljajo na področju avtomobilizma. Poleg pozitivnih lastnosti, ki jih prinašajo nove tehnologije, se pojavlja tudi strah in pomisleki glede uporabe nove tehnologije. Te bi naj prispevale k večji varnosti, krajšemu času potovanja in zmanjšani porabi goriva. Z uvedbo sprememb vsi vozniki zagotovo ne bi soglašali. Samovozeča vozila so bila v večji meri predstavljena strokovnjakom, manj pa javnosti. Manjši odpor do samovozečih vozil je mogoče zaslediti v novejših raziskavah, ampak je še vedno prisoten. Pomisleki so bili predvsem glede vožnje brez volana in voznika kot tudi prisotnostjo napak v sistemu in tehnologijah. Zanimanja pa niso izkazovali glede tega, kako pridobiti znanja, ki so potrebna za vožnjo s samovozečimi vozili. Problem je bil izpostavljen le zaradi doplačil za nove tehnologije. Prav tako je precejšnja skrb glede groženj vdora, zasebnosti in varnosti ter pravne urejenosti. Končni potrošniki bodo odločali o tem, koliko bo prodanih vozil na trgu. Vozniki, ki uživajo v vožnji, se ne bodo zlahka predali novim tehnologijam, da ne bi uživali več v vožnji kot vozniki. Ne glede na prednosti, ki jih ponuja samovozeče vozilo, vozniki, ki vozijo običajne avtomobile »zaradi užitka ali vznemirjenja ob upravljanju

zmogljivega stroja, morda ne želijo uporabljati avtonomnih vozil« in »pasivna vožnja z avtonomnim vozilom preprosto ne ustreza aktivnemu obvladovanju in nadzoru nad podobo superjunaka vseh časov." Ljudje s svojimi avtomobili izkazujejo tudi svojo moč ali »stroju, ki odloča namesto njih« preprosto ne zaupajo in se posledično ne odločajo za samovozeče vozilo. Vprašljiva je tudi zasebnost, saj se vožnje dnevno beležijo in je možno slediti ljudem, to lahko privede k uporabi za take vožnje. Na nezaupanje v samovozeče vozilo lahko vpliva tudi strah pred okvarami in nezakonito uporabo vozila. Problematično je, če samovozečemu vozilu zaupamo preveč, to pomeni prekomerno zaupanje novim tehnologijam ali premalo in sploh ne uporabijo izboljšanih tehnologij (König in Neumayr, 2017).

Umetna inteligenca in usposabljanje voznikov

Šole vožnje, ki si prizadevajo, da bodo konkurenčne na trgu, se bodo morale posluževati sodobnih tehnologij. Na ta način bodo prispevale k večji varnosti na cestah. Vse bolj se namreč navaja, da je mogoče s simulatorji nadomestiti učitelja vožnje. Izjemno pomembno je dejstvo, da s simulatorji ne prispevamo k temu, da bi onesnaževali okolje in povzročali zastoje na cestah. Tradicionalno poučevanje voznikov je v današnjem času neučinkovito in zastarelo. Proces učenja poteka preko vaj, utrjevanja pridobljenega znanja in povratnih informacij voznikov. Podajanje navodil poteka na univerzalen način. Ob tem načinu prihaja do pomanjkanja navodil, ki bi morala biti individualna in namenjena potrebam posameznega voznika. Tak stil poučevanja privede do dolgočasje in pomankanja motivacije za vožnjo. Ponudba učiteljev vožnje je po navadi manjša glede na povpraševanje, predvsem v poletnem času. Ob takih situacijah prihaja do čakalnih dob ali do nedosledno izvedenega programa usposabljanja. Izvajanje praktičnega dela vozniškega izpita poteka po standardiziranih merilih. Pri tem vozniki, ki se usposabljaajo, ne morejo izvesti vseh kompleksnih in raznolikih situacij, ki se lahko pripetijo v resničnem svetu. Prav tako vse šole vožnje ne razpolagajo s površinami, ki omogočajo simulacijo vremenskih razmer in drugih nevarnosti na cesti. Tovrstne situacije lahko privedejo do številnih prometnih nesreč z resnimi posledicami. Prav tako vožnje v prometnih konicah povzročajo precejšnje izpuste toplogrednih plinov. Zato so na tem področju potrebne nujne spremembe na področju poučevanja voznikov. Bodoči vozniki se bodo morali soočiti z novimi izzivi, izboljšanim poučevanjem in izkušnjami, ki jih ponuja umetna inteligenca (Faster Capital, 2024) in te so sledeče:

- Umetna inteligenca v šoli vožnje ponuja izboljšave, ugodnosti tako učiteljem vožnje kakor tudi posameznikom, ki se usposabljaajo. Proces poučevanja je prilagojen posamezniku, glede na potrebe, cilje in želje. Npr. posamezniku, ki ne obvlada parkiranja, umetna inteligenca ponudi več prakse in informacij o tej temi. Na ta način kandidat pridobi na samozavesti, posledično se za določeno temo porabi manj časa za usposabljanje.
- S pomočjo umetne inteligence učitelj vožnje v istem trenutku dobi povratne informacije o znanju in sposobnostih kandidata. Ta je opozorjen na nepravilnosti in napake, sproti so mu podane razlage o posledicah, zagotovi pa tudi pohvale za dobro opravljene aktivnosti med vožnjo kot je npr. opazovanje prometa, upoštevanje omejitev hitrosti, pravočasno nakazovanje spremembe smeri vožnje itd.
- Proces izobraževanja s pomočjo umetne inteligence lahko poteka v obliki iger, kvizov ter zbiranju točk o posameznih učnih temah. Tako proces usposabljanja poteka bolj sproščeno in zanimivo za kandidata. Na ta način je možna primerjava znanja z drugimi kandidati ter izboljšanje rezultatov.
- Kandidatu je s pomočjo umetne inteligence omogočena realistična simulacija vožnje. Vožnja je predstavljena v različnem okolju, pogojih in scenarijih (vožnja v megli, ledene površine, gradnje, zastoji itd). Simulira se lahko vožnjo na različnih območjih kot je strnjeno naselje, vas, vožnja v mestu. Težavnostne stopnje vožnje in kompleksnost scenarijev vožnje, spretnosti ter šibke točke kandidata, vse to omogoča umetna inteligenca, s pomočjo katere se tovrstne simulacije lahko izvedejo.
- Analiza podatkov je pomembna, saj prikazuje sposobnosti kandidata, njegov napredek in je podlaga za njegove izboljšave. Uporabna je za pripravo poročil, saj zajema vse povratne informacije, učitelju vožnje pa zagotovi oceno kandidata glede pripravljenosti na vozniški izpit.

Prednosti umetne inteligence v šoli vožnje

S pomočjo umetne inteligence lahko šole vožnje kandidatom omogočijo številne prednosti, kar pa ni mogoče zagotoviti v tradicionalnih šolah vožnje (WartaxAI, 2024). Te prednosti so sledeče:

- S prilagojenim učenjem, ki ga zagotavlja umetna inteligenca, je mogoče prilagoditi scenarije, težavnosti vsakemu kandidatu posebej glede na njegove sposobnosti, želje in njegov napredek pri usposabljanju.
- Poučevanje je učinkovitejše, saj so zagotovljeni vsi vpogledi v podatke in orodja, s pomočjo katerih je možna celotna analiza kandidata. Za učinkovitejše načrtovanje, izvedbo administrativnih nalog in komunikacijo, je zaslužna umetna inteligenca, saj se na podlagi pridobljenega časa lahko učitelj vožnje v večji meri posveča kandidatu.
- Varnost v prometu se povečuje s pomočjo umetne inteligence, saj ta simulira različne scenarije vožnje, kandidati pridobijo ustrezna znanja in veščine, pozorno spremlja stanje kandidata (budnost, čustva) ter zagotavlja informacije, ki so potrebne za preprečevanje prometnih nesreč.

(Normannsen, 2024) navaja, da je usposabljanje voznikov s pomočjo umetne inteligence popolnoma spremenjeno. Ob tem izpostavlja, da: »pri usposabljanju na simulatorju je lažje standardizirati in personalizirati učenje voznika. Hkrati lahko simulator zagotovi, da so vsi vozniki izpostavljeni različnim situacijam in jih lahko obvladajo. Poleg tega lahko na simulatorju vadite nenavadne in nevarne situacije, ki jih ni mogoče preizkusiti v resničnem svetu.« Zmogljivost kandidata virtualni učitelj vožnje oceni v celoti in omogoča, da v realnem času pridobimo povratne informacije, ki so realne in brez predsodkov, kot jih morebiti sedaj podajajo učitelji vožnje. Erik Gundersen navaja: »učitelji vožnje z umetno inteligenco so enakovredni učiteljem vožnje pri ljudeh, ko gre za sistematično ocenjevanje učencev vožnje«. Učenje vožnje s pomočjo simulatorjev lahko zagotovi, da se kandidati preizkusijo v različnih voznih okoliščinah, odstranijo se lahko ovire, ki povzročajo stresne situacije itd. Iz povratnih informacij je razvidno, katere aktivnosti so izvedene dobro in katere zahtevajo še dodatno usposabljanje. Na Norveškem v šoli vožnje (Way As) so na podlagi umetne inteligence že s pomočjo tehnološko dovršenega simulatorja vožnje izvajali učne izkušnje, ki so bolj učinkovite in izboljšane. Simulator (pravi avtomobil) je nameščen na gibljivo ploščad, na armaturi se izvajajo projekcije, vse to omogoča šest vidnih kanalov, ki so obdani s steno, na ta način se simulira realistično okolje. Pri uvedbi tehnologije gre za pomemben korak pri uvajanju virtualnega učitelja vožnje. Ta pristop je predstavljen kot precej učinkovit napram tradicionalnemu poučevanju voznikov.

(Rehm, Reshodko, Zimmermann, Børresen in Gundersen, 2024) so v letu 2024 objavili prispevek, ki obravnava simulator vožnje, razvit v eni izmed norveških šol vožnje (Way AS) leta 2021, ki ima vgrajene vse instrumente kot jih ima pravi avtomobil. Armaturno ploščo predstavlja nameščeni zaslon, ki prikazuje realno okolje in podaja vse ključne informacije ter napotke (scenarije vožnje), ki se odvijajo tekom izvedbe vožnje s simulatorjem. Omenjena metoda je učinkovita, saj poleg priprave kandidata na uro razbremeni še učitelja vožnje. Na podlagi generičnih vmesnikov je zasnovan virtualni učitelj vožnje. Generični vmesniki so tisti, ki omogočajo povezovanje z različnimi simulatorji vožnje. (Rehm, Reshodko in Grudersen, 2024) navajajo, da virtualni učitelj vožnje poučuje in zagotovi povratne informacije o izvedeni vožnji kandidata v okviru umetne inteligence. Tukaj gre za hibridni sistem. (Rehm, Reshodko, Zimmermann, Børresen in Gundersen, 2024) izpostavljajo, da ta neprestano spremlja in ocenjuje delo kandidata ter podaja relevantne povratne informacije. Sestavljata ga dva modula: prvi je namenjen ocenjevanju in pridobivanju povratnih informacij, drugi je model kandidata, ki podaja njegove dosežene ocene in napredek. Avtorji omenjajo še učiteljsko postajo, kjer je omogočeno sprotno spremljanje aktivnosti več kandidatov hkrati, saj spletni vmesnik učitelju vožnje omogoča, da pridobi informacije o napredku kandidatov iz različnih lokacij. (Feng idr., 2021) navajajo, da poročila pri izobraževanju nazorno pokažejo kritično oceno znanja na podlagi tega se izboljšajo spretnosti voznika. Avtorji opredelijo poročilo kot ključno pri zadovoljstvu kandidatov, saj pridobijo kritično oceno iz katere so razvidne napake, prav tako pa njihova uspešnost, ki je gonilo k varnejši vožnji. (Rehm, Reshodko, Zimmermann, Børresen in Gundersen, 2024) izpostavljajo tudi mobilno aplikacijo, s pomočjo katere je mogoče pridobiti nova poglavja za usposabljanje, preveriti svojo uspešnost in prilagodljivost, v sled tega bodo lahko kandidati izboljšali svoje rezultate.

V realni vožnji si ne moremo privoščiti napak, kot je to mogoče s simulatorjem vožnje. Kot navajajo v AMZS Center varne vožnje na Vranskem, izvajajo preventivne dogodke s pomočjo dveh simulatorjev, in sicer simulatorja vožnje in simulatorja prevračanja, ki ju je možno najeti. Simulator vožnje omogoča izbiro različnih tipov vozil, od dirkalnikov do klasičnih avtomobilov. Pri preizkusu tovrstne vožnje je mogoče spoznati različne pogonske sklope, osnovne asistenčne sisteme ter motorje različnih moči. Poleg simulatorja vožnje je mogoče najeti tudi simulator prevračanja. Udeleženci se seznani, kako se pravilno uporablja varnostni pas. Ena izmed takih situacij je prometna nesreča, tukaj varnostni pas igra pomembno vlogo, saj voznika in potnike zaščiti pred hujšimi poškodbami. Nadalje se s simulatorjem prevračanja prikazuje situacije, kako se je možno rešiti iz vozila, ko je le to prevrnjeno na streho. Zlasti prevladuje želja po izpostavitvi »pijanih očal«. V tem primeru se pozornost namenja utrujenosti voznika, omogočene so različne stopnje simulacij. Bistveno je, da se simulira vid voznika, kot naj bi bil pod vplivom utrujenosti, drog ali alkohola (AMZS, Center varne vožnje).

Za učinkovito izvajanje izobraževalnih programov, je v današnjem času potreben inovativen pristop pri usposabljanju bodočih voznikov. Simulatorji vožnje so tisti, ki se jim v današnjem času namenja čedalje več pozornosti. Šola vožnje Prah sodi med večje šole vožnje v Sloveniji, kjer v ospredje postavljajo učitelja vožnje. Z razvojem simulatorjev se ukvarjajo že daljše obdobje. Vsekakor je pri uresnitvi tega projekta bilo potrebno sodelovanje predstavnikov iz Skupine Prah, učiteljev in trenerjev vožnje ter računalniške stroke. Kot dober pokazatelj je bil razvoj simulatorja, ki ga imenujejo avto v avtu. Pomembno je izpostaviti, da je to simulator, ki je zaenkrat edini v slovenskem in evropskem prostoru, predstavljen leta 2023. Namenjen je različnim starostnim skupinam. Ta se nahaja v komori tovornega vozila, kar prikazuje slika 3. Cilj simulacij je, da se lahko vozniki preizkusijo v situacijah, katerim botrujejo različni vremenski vplivi, ovire na cestah, vožnja v nočnem času itd., jasno pa je, da si v omenjeni šoli vožnje prizadevajo, da bi se simulator uporabljal za izobraževanje kandidatov v šoli vožnje. Kot pojasnjujejo, bi naj tovrstno usposabljanje pripomoglo k manjšemu onesnaževanju. Izvršni direktor Skupine Prah izhaja iz tega, da simulator ni namenjen nadomeščanju praktičnega dela izobraževanja, je pa dobrodošel v primerih, ko se kandidat srečuje s težavnimi situacijami v prometu. Dejansko je možno izvajanje simulacije krajši čas, od 10 do 15 minut. Razlog za to je v intenzivnosti simulacije, ta se lahko ponovi po krajšem premoru (Prebil, 2024).



Slika 3: Simulator vožnje (Šola vožnje Prah)

<https://www.prah.si/si/542/234/simulator-voznje.aspx>

(Prebil, 2024) navaja, da izvajanje usposabljanja s pomočjo simulatorjev vožnje ni novost. Prav tako avtor izpostavlja, da niso primerni za daljšo uporabo, ker vplivajo na ravnotežje ter povzročajo slabosti. Prav tako nemška raziskava CIECA kaže, da gre za majhen prihranek pri ceni, prav tako se čas pridobitve vozniškega dovoljenja bistveno ne skrajša. Tudi število ur naj ne bi bilo manjše, menijo v drugi šoli vožnje. Vrednost samega simulatorja z nadgradnjami se lahko primerja stroški nabave in vzdrževanja vozila, ki spada v srednji cenovni razred. Z uvedbo simulatorja je potrebno zagotovi usposobljen kader. Prav tako avtor pojasnjuje, da se z usposabljanjem na simulatorju, stroški opravljanja vozniškega izpita ne bi zmanjšali.

Zaključek

Umetna inteligenca prinaša vrsto prednosti na področju družbenega življenja, predvsem na področju razvoja in gospodarske rasti, po navadi gre za visoko sofisticirane sisteme. Njene prednosti izkoriščajo tako podjetja za racionalizacijo, posamezniki, predvsem za komunikacijo na virtualnem področju in družba za olajšanje življenja. Pri zmanjševanju človeških napak ima umetna inteligenca veliko prednost, posebej pri izvedbi nevarnih nalog, ki bi bile za ljudi nevarne, npr. na področju sevanja. Ljudje v takem delovnem okolju lahko umrejo, robota pa se zgradi ponovno. Kot izhaja iz zapisa angleškega pesnika Alexandra Popea: »Motiti se je človeško«. S pomočjo umetne inteligence smo dosegljivi ves čas, tudi med prazniki in ponoči. Pri človeku je pristranskost po navadi prisotna, čeprav se trudimo, da do tega ne bi prišlo, medtem, ko je algoritem umetne inteligence programiran in preizkušen, se da pristranskost izločiti. To pomeni, da ima umetna inteligenca na tem področju veliko večjo zmožnost kot človeštvo, saj lahko prepreči sistemske zlorabe. Nazorno je potrebno pojasniti tudi njeno slabo plat (vdori v zasebnost, zlorabe, škodljiva vsebina, širjenje dezinformacij in diskriminacija). Ljudje si želijo oz. pričakujejo njen odgovoren razvoj.

Glavni namen prispevka je bil proučiti in predstaviti umetno inteligenco in njeno vlogo pri razvoju avtomobilske industrije, njene učinke ter dodano vrednost. Poudarek je bil na obravnavi umetne inteligence in njenega vpliva na razvoj avtomobilske industrije in na področje šole vožnje. Osredotočala sem se na uporabo simulatorjev v šoli vožnje, ki so ključni pri naprednem usposabljanju kandidatov. Predstavljen je konkretni primer šole vožnje v Sloveniji in na Norveškem. V omenjenih primerih sem si prizadevala proučiti in ugotoviti, kakšni so pristopi pri usposabljanju bodočih voznikov s pomočjo simulatorja vožnje. Omejitve, s katerimi sem se srečevala pri proučevanju, so bile predvsem glede literature slovenskih avtorjev in pri pridobivanju podatkov o simulatorjih vožnje.

Veliko preobrazbo doživlja avtomobilska industrija, predvsem na področju samovozečih vozil, ki spreminjajo način našega življenja, posledično so na tem področju ponujene tudi številne prednosti. Algoritmi umetne inteligence, senzorji, kamere, lidarji in radarski sistemi so tisti, na podlagi katerih funkcionirajo samovozeča vozila. Prav tovrstnim vozilom se pripisuje znatna prednost pri povečevanju prometne varnosti. V nadaljevanju prispevek predstavi umetno inteligenco, kako je ta vplivala na razvoj avtomobilske industrije. Potencial, ki ga ponujajo samovozeča vozila, je vožnja brez posredovanja voznika, to je področje, kjer je imela umetna inteligenca največji vpliv. Tehnologije, ki pa k temu pripomorejo so sledeče: strojno učenje, računalniški vid, obdelava podatkov iz senzorjev in kamer, z njimi je mogoče zaznati ovire in pešce ter prepoznati druga vozila. Pri razvoju avtomobilizma omogoča umetna inteligenca razvoj naprednih sistemov, kot je nadzorovanje mrtvih kotov, kjer se voznika opozori, da so prisotna druga vozila. Vseskozi se izkazuje umetna inteligenca kot učinkovita, ko se omenja hitrost vožnje ter prilaganje vožnje različnim razmeram v prometu. Samodejno zaviranje v sili omogoča prepoznavanje nevarnosti trčenja in v takih primerih se samodejno aktivirajo zavore. Naslednji napredni sistemi so prilagodljivi tempomati, kjer sistem omogoča prilagajanje hitrosti glede na promet in na tak način se ohrani varnostna razdalja in ne pride do prekoračitve hitrosti. Za prepoznavanje prometnih znakov je prav tako zaslužna umetna inteligenca, ki omogoča obveščanje voznika, da hitrost prilagodi, prav tako ga obvešča o prepovedih, omejitvah in nevarnostih. Pomemben vpliv, ki je viden na tem področju je povezava avtomobilov z drugimi napravami (telefoni in drugimi avtomobili). Umetna inteligenca omogoča personalizacijo vožnje, izvede se s pomočjo analize navad in preferenc voznika (položaj sedeža, glasba, temperatura itd.). Avtomatizacija proizvodnih linij, kjer so uporabljeni napredni algoritmi za analizo podatkov in robotike, pri tem umetna inteligenca prispeva k učinkovitosti proizvodnih procesov in zmanjševanju napak.

Samostojna diagnostika in vzdrževanje, kjer lahko avtomobili samostojno izvedejo diagnostiko glede napak in težav kot so: napaka na motorju, zavorah, elektronskih sistemih itd., umetna inteligenca obdela podatke in napove servisiranje. V sled tega lahko pametni servisi že predhodno pridobijo podatke o težavah in omogočijo hitro in natančno popravilo. Učinkovitost in trajnost je v današnjem času zelo dobrodošla, saj prispeva k zmanjševanju onesnaževanja okolja, kar je tudi eden od pomembnih vplivov, ki ga omogoča umetna inteligenca.

Umetna inteligenca in razvoj avtomobilizma imata določeno povezavo tudi z vplivi, ki se posledično pojavijo pri usposabljanju kandidatov v šoli vožnje. Simulator vožnje je tisti, ki je tesno povezan z umetno inteligenco. Ta omogoča realistične situacije (megla, dež, nočna vožnja, prometni zastoj itd.) in omogoča, da v realnem času pridobimo povratne informacije, ki so potrebne za analizo vožnje iz katere je razvidno, kaj je izvedeno dobro in kje so še pomanjkljivosti in napake in nato prilagodi dodatne vaje. Tveganih oz. nevarnih situacij si z vožnjo s klasičnim vozilom ne moremo privoščiti. Prilagoditev je možna tudi glede na izkušnje kandidatov (začetniki, vozniki z izkušnjami in tisti, ki želijo osvežiti znanje). Napredek kandidata je mogoče spremljati s pomočjo orodij umetne inteligence. Vsakemu kandidatu se posebej lahko prilagodijo naloge in vaje, glede na dosežene rezultate. Umetna inteligenca lahko nudi dodatna znanja s pomočjo aplikacij (pametni priročnik z nasveti, za izboljšanje veščin in dodatne vaje). Tudi spletne aplikacije in programi izhajajo iz umetne inteligence, omogočajo pa učenje na daljavo, posledično pa bolj fleksibilno usklajevanje kandidatov, ki se usposabljaajo. Objektivnejše ocenjevanje sposobnosti omogoča umetna inteligenca, saj podatki s pomočjo simulatorjev podajo analizo uspešnosti, ki ni podkrepljena s subjektivnimi ocenami, ampak z dejanskimi meritvami. Vožnja s pomočjo umetne inteligence je bolj napredna, varna in učinkovita.

V register šol vožnje in pooblaščenih organizacij je v Sloveniji vpisanih 128 šol vožnje. Glede praktičnega usposabljanja se večina šol vožnje poslužuje tradicionalnih metod poučevanja, le zelo redke imajo možnost usposabljanja kandidatov s pomočjo simulatorja vožnje. Problem je cenovna nedostopnost in usposobljenost kadra. V prispevku je izpostavljena Šola vožnje Prah, ki razpolaga s simulatorjem za poučevanje vožnje. Na podlagi proučenih virov je bilo mogoče zaslediti skromno število simulatorjev vožnje na območju Slovenije, omenjeni simulatorji vožnje se namenjaajo predvsem komercialno uporabo, zabave in vznemirljive ali poučne preizkušnje. Vsekakor bi bili dobrodošli predvsem na začetku praktičnega usposabljanja in za tiste kandidate, ki imajo strah pred vožnjo, prav tako bi služili kot doprinos k učinkovitejšemu usposabljanju v šolah vožnje. Prav tako je predstavljen dober primer iz prakse ene izmed norveških šol vožnje, ki usposablja bodoče voznike na visoko kakovostnem simulatorju. S pomočjo najnovejše tehnologije želijo kandidatom približati realno sliko v prometu. Simulator vožnje (virtualni učitelj vožnje), ki je nameščen na gibljivi ploščadi, izgleda kot običajno vozilo, vendar je z nameščenimi kamerami mogoče spremljati tudi premikanje oči voznika. Vseeno pa simulatorji vožnje pomenijo napredek pri usposabljanju kandidatov. V kolikor premorejo šole vožnje večje število simulatorjev, lahko istočasno učitelji vožnje spremljajo več kandidatov hkrati, kar pa pripomore k večji učinkovitosti in zniževanju stroškov.

Poleg pozitivnih vplivov, ki jih nudi umetna inteligenca, je potrebno izpostaviti tudi etična vprašanja, politične ovire, varnost podatkov, kako to področje sprejema javnost ter druge izzive. Pomisleki se pojavijo glede varstva osebnih podatkov (hekerski vdori), ki so mogoči glede na to, da so vozila neprestano povezana s spletom.

Razumeti je, da se kandidati v posameznih šolah vožnje v tujini srečujejo z res precej razvitimi in naprednimi tehnologijami napram Sloveniji, zato je v bodoče pričakovati, da se bodo tudi ostale šole vožnje pri nas posluževale naprednih tehnologij in tehnološko bolj dovršenih simulatorjev vožnje ter tovrstnega usposabljanja kandidatov. Proučevani so prispevki, predvsem tujih avtorjev, ki kažejo na pomembnost vplivov umetne inteligence na področje avtomobilizma in šol vožnje. Zagotovo bodo v prihodnje sledile izboljšave, umetna inteligenca bo pripomogla k razvoju še sodobnejših simulatorjev vožnje ter naprednejšim tehnologijam v avtomobilizmu, vendar je pomembno, da so tehnološke inovacije tudi pravno podprte.

Viri in literatura

1. AMZS, Center varne vožnje. Najem simulatorjev. Pridobljeno 5. 1. 2025 iz <https://www.amzs.si/cvv/programi/posebni-programi/simulator>
2. AVP (2023). *Stanje prometne varnosti – znani so uradni podatki*. Pridobljeno 20. 12. 2024 iz: <https://www.avp-rs.si/stanje-prometne-varnosti-2023-znani-so-uradni-podatki/>
3. Borges, A., Laurindo, F., Spinola M. M., Gonçalves, C., Mattos C. A. (2021). The strategic use of artificial intelligence in the digital era: Systematic literature review and future research directions. Pridobljeno 6. 1. 2025 iz <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268401219317906>
4. Eager, J., Whittle, M., Smit, J., Cacciaguerra, G., Lale-Demoz, E., Mendes Moreira, J., Drosou, A., (2020). Opportunities of Artificial Intelligence. Pridobljeno 3. 1. 2025 iz [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652713/IPOL_STU\(2020\)652713_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652713/IPOL_STU(2020)652713_EN.pdf)
5. Escott, E. (2017). What are the 3 types of AI? A guide to narrow, general, and super artificial intelligence. Pridobljeno 29. 12. 2024 iz <https://codebots.com/artificial-intelligence/the-3-types-of-ai-is-the-third-even-possible>
6. Evropska komisija (2020). *Bela knjiga o umetni inteligenci - evropski pristop k odličnosti in zaupanju*. Pridobljeno 23. 12. 2024 iz <https://op.europa.eu/sl/publication-detail/-/publication/ac957f13-53c6-11ea-aece-01aa75ed71a1>
7. Evropski parlament (2019). *Samovozeči avtomobili v Evropi: od znanstvene fantastike do realnosti*. Pridobljeno 4. 1. 2025 iz <https://www.europarl.europa.eu/topics/sl/article/20190110STO23102/samovozeci-avtomobili-v-evropi-od-znanstvene-fantastike-do-realnosti>
8. Faster Capital (2024). *Driving school AI revolutionizing driver education: How AI powered driving schools are changing the game*. Pridobljeno 19. 12. 2024 iz: <https://fastercapital.com/content/Driving-School-AI-Revolutionizing-Driver-Education--How-AI-Powered-Driving-Schools-Are-Changing-the-Game.html#Why-Driver-Education-Needs-a-Change->
9. Feng, Q., H. Luo, W. Li, Y. Chen, J. Zhang, 2021. »The Moderating Effect of Debriefing on Learning Outcomes of IVR-Based Instruction: An Experimental Research.« *Applied Sciences* 11(21): 10426.
10. Glover, E. (2024). *What is Artificial Intelligence?* Pridobljeno 26. 12. 2024 iz <https://builtin.com/artificial-intelligence>
11. Imagination Technologies. (2024). What Are The Six Levels Of Autonomous Driving Technology? Pridobljeno 6. 1. 2025 <https://www.imaginationtech.com/future-of-automotive/when-will-autonomous-cars-be-available/what-are-the-levels-of-autonomy-in-self-driving-cars/>
12. König, M., Neumayr, L. (2017). *Users' resistance towards radical innovations: The case of the self-driving car*. Pridobljeno 2. 1. 2025 iz <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S136984781630420X>
13. Lee, C., Ward, C., Raue, M., D'Ambrosio, L., Coughlin, J. F. (2017) Age Differences in Acceptance of Self-driving Cars: A Survey of Perceptions and Attitudes Pridobljeno 6. 1. 2025 iz https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-58530-7_1
14. Marioni, L., (2024) Pridobljeno 30. 12. 2024 iz <https://www.economicsobservatory.com/what-might-be-the-economic-implications-of-autonomous-vehicles>
15. Micron Tehnology (2018). *How do self-driving cars work? Self-driving cars will rely on AI and innovative memory*. Pridobljeno 29. 12. 2024 iz <https://www.micron.com/about/blog/applications/automotive/self-driving-cars-will-rely-on-ai-innovative-memory>
16. Normannsen, S. (2024). *A digital driving instructor is just as good as a real one*. Pridobljeno 2. 1. 2025 iz <https://norgeianscitechnews.com/2024/08/a-digital-driving-instructor-is-just-as-good-as-a-real-one/>
17. Prebil, G., (2024), Ali bi se vozniki izpit res lahko pocenil? Pridobljeno 2. 1. 2025 iz <https://www.zurnal24.si/avto/ali-bi-se-vozniki-izpit-res-lahko-pocenil-za-cetrtno-422941>
18. Rafalski, K., (2024). AI in Automotive: Driving the Future of Transportation. Pridobljeno 6. 1. 2025 iz <https://www.netguru.com/blog/ai-in-automotive>
19. Rehm, J., Reshodko I., Zimmermann Børresen, S., Gundersen, Č. E., (2024). *The virtual driving instructor: Multi-agent system collaborating via knowledge graph for scalable driver education*. Pridobljeno 3. 1. 2025 iz <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aaai.12201>
20. Rem, J., Reshodko, I., Grunderse, E. (2024). *A virtual driving instructor that assesses driving performance on par with human experts*. Pridobljeno 27. 12. 2024 iz <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417424002203?via%3Dihub>
21. Synopsys. What is an Autonomous Car? Pridobljeno 3. 1. 2025 iz <https://www.synopsys.com/glossary/what-is-autonomous-car.html>
22. WartaxAI (2024). How AI is revolutionizing driving schools near me in 2025 (2024) Pridobljeno 4. 1. 2025 iz <https://vertaxai.com/how-ai-is-revolutionizing-driving-schools-near-me-in-2025/>
23. Weber, M., (2014). »Where to? A history of autonomous vehicles«. Pridobljeno 28. 12. 2024 iz: <https://computerhistory.org/blog/where-to-a-history-of-autonomous-vehicles/?key=where-to-a-history-of-autonomous-vehicles>
24. Wheeler, M. A., (2024). *Would You Rather: AI Drive Your Car Or Write Your Eulogy?* Pridobljeno 4. 1. 2025 iz <https://www.zurnal24.si/avto/ali-bi-se-vozniki-izpit-res-lahko-pocenil-za-cetrtno-422941>
25. Couture, M., Vincent, C., Gélinas, I., in Routhier, F. (2019). Advantages of training with an adaptive driving device on a driving simulator compared to training only on the road. Pridobljeno 7. 1. 2025 iz [https://www.rehabmedicine.pitt.edu/sites/default/files/advantages of training with an adaptive driving device on a driving simulator compared to training only on the road.pdf](https://www.rehabmedicine.pitt.edu/sites/default/files/advantages%20of%20training%20with%20an%20adaptive%20driving%20device%20on%20a%20driving%20simulator%20compared%20to%20training%20only%20on%20the%20road.pdf)
26. L3Harris Technologies (2022). Five benefits of using driver simulators to research driver behavior. Pridobljeno 8. 1. 2025 iz <https://www.l3harris.com/newsroom/editorial/2022/08/five-benefits-using-driver-simulators-research-driver-behavior>
27. Evropski svet (2024). Kaj je umetna inteligenca: načini uporabe in vpliv. Pridobljeno 9. 1. 2025 iz <https://www.consilium.europa.eu/sl/policies/ai-explained/#what>

MARUŠA MEKLAV / študentka 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: Obravnavala sem kako umetna inteligenca vpliva na upravljanje transporta in poti v podjetjih. Ker sama vozim avtobus v tujino, mi je bila izbrana tematika zanimiva. Ugotovila sem, da si dispečerji in prometniki lahko z umetno inteligenco pomagajo, vendar ji ne smejo slepo zaupati.

Ključne besede: umetna inteligenca, transport, transportne poti, avtonomna vozila.

VPLIV UMETNE INTELIGENCE NA UPRAVLJANJE TRANSPORTA IN POTI

Uvod

Umetna inteligenca igra ključno vlogo pri preoblikovanju upravljanja transporta in poti, saj omogoča optimizacijo procesov, povečanje varnosti in izboljšanje učinkovitosti prometnih sistemov. Sodobni algoritmi UI temeljijo na obdelavi velikih količin podatkov, kar omogoča sprejemanje hitrih in natančnih odločitev v realnem času. Moje raziskovalno vprašanje je bilo: Kako umetna inteligenca vpliva na učinkovitost, varnost in trajnost upravljanja transporta in poti? To vprašanje mi je omogočilo celovit pristop k raziskavi, saj vključuje ključne vidike, kot so optimizacija procesov, zmanjšanje stroškov, povečanje varnosti ter trajnostne rešitve v prometu.

Upravljanje umetne inteligence v transportu

Glede na področje uporabe (npr. avtonomna vozila, pametni prometni sistemi, logistika), zakonodajo in regulativne organe poznamo različne vrste uporabe UI. Upravljanje je podrejeno različnim deležnikom, ki vključujejo državne institucije, tehnološka podjetja, transportna podjetja in raziskovalne organizacije. Državne institucije, kot so ministrstva za promet (Ministrstvo za infrastrukturo in Agencija za varnost prometa) in regulatorne agencije, postavljajo zakonodajne okvire in standarde za varno ter učinkovito uporabo AI-tehnologij v prometu. Tehnološka podjetja (kot na primer: Tesla - razvoj naprednih sistemov za pomoč voznikom (Autopilot, Full Self-Driving)) razvijajo napredne algoritme in sisteme za optimizacijo prevoznih poti, upravljanje voznih parkov in avtonomno vožnjo, medtem ko transportna podjetja (letalske družbe, železniški in avtobusni prevoznik) uporabljajo te rešitve za izboljšanje operativne učinkovitosti, zmanjšanje stroškov, za optimizacijo poti, predvidevanje vzdrževanja in izboljšanje uporabniške izkušnje itd. Pomembno vlogo imajo tudi raziskovalne ustanove, ki prispevajo k razvoju inovativnih rešitev, testiranju novih tehnologij in zagotavljanju skladnosti z etičnimi smernicami ter okoljskimi cilji ter zavarovalnice in pravni strokovnjaki, ki upravljajo tveganja, povezana z UI v transportu in določajo pravne odgovornosti v primeru nesreč.

Optimizacija prometnih tokov

Učinkovitejše upravljanje prometa, predvidijo morebitnih zastojev ter izboljšanje mobilnosti in varnosti na cestah. Napredni algoritmi strojnega učenja in analize podatkov v realnem času omogočajo napovedovanje prometnih vzorcev, prilagajanje semaforjev glede na trenutne razmere ter optimizacijo poti za javni in tovorni promet. Senzorji, kamere in pametne naprave zbirajo podatke o prometnem toku, ki jih sistemi UI analizirajo ter sprejemajo hitre in natančne odločitve za usmerjanje prometa. Pametni navigacijski sistemi, kot so Google Maps in Waze, uporabljajo UI za predlaganje najhitrejših poti glede na trenutne prometne razmere. Takšne rešitve ne le skrajšujejo potovalne čase, temveč tudi prispevajo k zmanjšanju emisij in porabe goriva, saj pomagajo pri bolj tekočem prometnem toku. Poleg tega UI omogoča prilagajanje infrastrukture glede na sezonske ali nenadne spremembe v prometu, kar povečuje splošno učinkovitost transportnega sistema in kakovost življenja prebivalcev v urbanih središčih.

Avtomatizirana vozila

Najbolj napredna in obetavna tehnologija v svetu transporta je zahvaljujoč UI v avtonomnih vozilih. Sposobnost teh vozil, da se premikajo brez neposrednega človeškega nadzora, je rezultat naprednega sodelovanja različnih tehnologij, kot so računalniški vid, obdelava naravnega jezika, strojno in globoko učenje. Avtomatizirani sistemi zbirajo in obdelujejo ogromne količine podatkov v realnem času, ki jih pridobivajo s pomočjo senzorjev, kamer in radarjev, kar omogoča vozilom, da prepoznajo ovirajoče predmete, pešce, druge udeležence v prometu in pogoje na cesti. UI omogoča tem vozilom, da analizirajo prometne vzorce, napovedujejo gibanje drugih vozil in sprejemajo odločitve, kot so hitrost vožnje, prehitevanje ali zaviranje v trenutkih, ko se spremembe v prometu zgodijo hitro in zahtevajo takojšnje

ukrepanje. Ta avtomatizirana vozila so zasnovana tako, da zagotavljajo večjo varnost, saj zmanjšujejo človeške napake, ki so še vedno eden glavnih vzrokov za prometne nesreče, kot so nepozornost, utrujenost ali impulzivno odločanje. Poleg varnosti prinašajo avtomatizirana vozila tudi številne druge koristi. Skozi natančnejšo optimizacijo poti lahko zmanjšajo zastoje in skrajšajo čas potovanja. Inteligentni algoritmi omogočajo, da se vozila samostojno prilagajajo spreminjajočim se razmeram na cesti, kot so prometne nesreče, delovne cone ali nenadni vremenski pogoji. Z zmanjšanjem napak in optimizacijo porabe goriva se povečuje tudi energetska učinkovitost, kar prispeva k zmanjšanju emisij in okoljskega odtisa transporta. Vendar pa so pred nami še številni izzivi, preden bomo videli široko uporabo popolnoma avtomatiziranih vozil v vsakodnevnem prometu. Ena izmed največjih ovir ostaja integracija avtomatiziranih vozil v obstoječo prometno infrastrukturo. Mnogi avtonomni sistemi se še vedno soočajo z nezmožnostjo popolnega zaznavanja in prilagajanja na človeške voznike, ki pogosto sprejemajo nepredvidljive odločitve. Prav tako se pojavljajo vprašanja v zvezi z zakonodajo, etiko in odgovornostjo v primeru nesreč, kjer se bo treba odločiti, kdo bo odgovoren za odločitve, ki jih sprejme avtomatizirani sistem. Poleg tega obstajajo tudi izzivi na področju javne sprejemljivosti, saj mnogi ljudje še vedno oklevajo pri zaupanju v tehnologijo, ki je sposobna prevzeti nadzor nad vozilom. Prav tako predstavlja oviro za hitrejši napredek pomanjkanje ustrezne zakonodaje in standardov, ki bi omogočili širšo uporabo teh vozil.

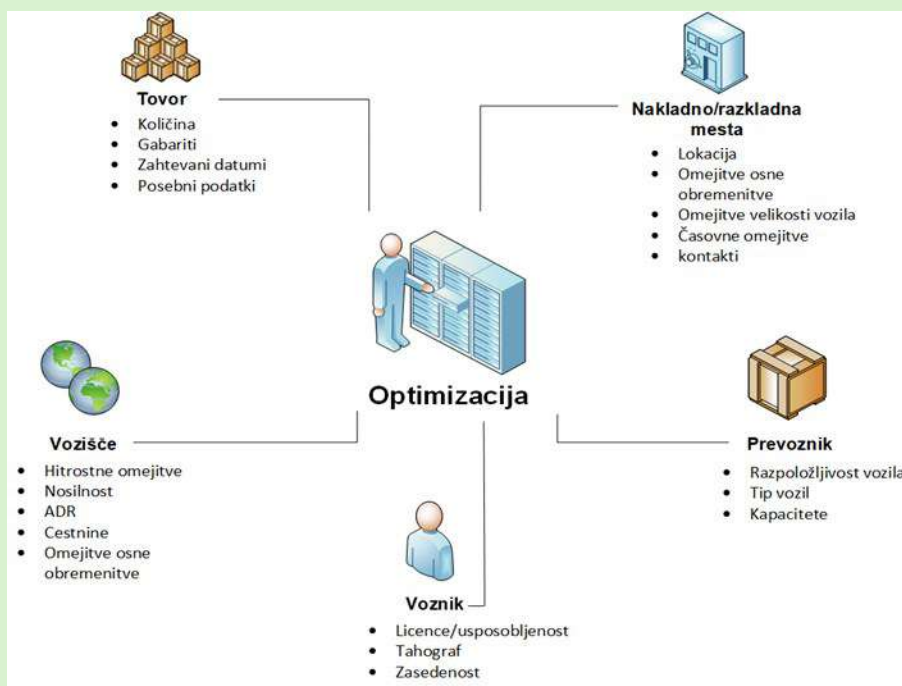
Učinkovitejša logistika in dostava

Tradicionalne metode upravljanja dobavne verige in prevoza blaga se je z uvedbo UI močno spremenila, saj omogoča podjetjem, da bolje upravljajo z logističnimi procesi od optimizacije poti do natančnejšega napovedovanja potrebščin, kar vodi v bolj hitro, stroškovno učinkovito in zanesljivo dostavo. Napredni algoritmi za strojno učenje in analizo podatkov v realnem času omogočajo natančno optimizacijo poti dostavnih vozil, saj upoštevajo različne dejavnike, kot so prometni zastoji, vremenske razmere, težave na cestah in spremembe v povpraševanju. Litovska Girteka, eno največjih evropskih podjetij za cestni prevoz, je nedavno razkrilo zanimive podrobnosti iz svoje prakse. Umetna inteligenca zbira podatke o njihovem voznem parku z več kot 9000 tovornjaki, ki jih nato vnese v operaterja umetne inteligence podjetja skupaj z informacijami o razmerah na cestah, varnem parkiranju in razpoložljivih bencinskih črpalkah. Sistem določi pot in vozniku zagotovi navodila "od A do Ž": kje mora voziti, katero pot mora izbrati, kje mora narediti obvezne odmore in kje mora vozilo napolniti z gorivom. Z optimizacijo poti podjetja zmanjšujejo porabo goriva, skrajšujejo čas dostave in s tem povečujejo svojo konkurenčnost na trgu. Umetna inteligenca v logistiki ponuja tudi vrsto izboljšav številnih nalog; od pridobivanja potencialnih strank, segmentacije strank do prilagajanja cen. Poleg tega omogoča napredno napovedovanje povpraševanja po določenih izdelkih, kar pomaga podjetjem bolje usklajevati svoje zaloge z dejanskimi potrebami kupcev. S tem se zmanjšajo stroški skladiščenja in presežnih zalog ter preprečijo zamude v dostavi, kar pripomore k večji zanesljivosti in zadovoljstvu strank. Umetna inteligenca v logistiki ponuja vrsto izboljšav številnih nalog; od pridobivanja potencialnih strank, segmentacije strank do prilagajanja cen. Pomaga pri dinamičnem dodeljevanju nalog dostavnim vozilom glede na njihovo razpoložljivost, zmogljivost in geografsko lego, kar optimizira razporeditve nalog in zmanjša potrebo po nepotrebnem prevozu praznih vozil. Dodatno pa lahko z umetno inteligenco boljše sledimo paketom skozi celoten transportni proces. Z uporabo senzorjev, RFID oznak in naprednih sledilnih sistemov lahko podjetja in stranke v realnem času spremljajo status dostave, kar povečuje preglednost v celotni dobavni verigi. To omogoča takojšnje ukrepanje v primeru napak ali zamud ter izboljša komunikacijo med strankami in prevozniki. Kljub temu, da smo zgoraj naštevali pluse, pa je prav, da povemo tudi izzive UI v logistiki. Ti so varnost podatkov, potreba po prilagoditvi zakonodaje in povečana potreba po usposabljanju kadrov za delo z novimi tehnologijami.

Primer optimizacije (program I-Rose):

Podjetja z uporabo umetne inteligence pri optimizaciji dosegajo med 10 in 25 % prihrankov, čas priprave plana za floto 100 vozil s po 20 dostavnimi mesti pa traja le nekaj minut. Med postopkom priprave plana sistem upošteva podatke o:

- lokacijah (nakladne in razkladne točke),
- cestninah,
- nosilnosti,
- hitrostnih omejitev za različne vrste vozil,
- omejitev dostopa (cestne zapore),
- omejitev osne obremenitve,
- tipih vozil,
- tovorkih (količina, teža, volumen, ADR),
- časovnih oknih,
- voznikov (usposobljenost),
- kapaciteti vozil.



Slika 1 Umetna inteligenca v optimizaciji planiranja transportov

Izboljšanje varnosti v prometu

V cestnem prometu je uporaba umetne inteligence ključnega pomena za zmanjšanje števila prometnih nesreč ter posledičnih poškodb in smrtnih žrtev. UI omogoča napredno obdelavo podatkov in zaznavanje nevarnosti v realnem času, kar zagotavlja hitrejša in natančnejša odzivanje na potencialne nevarnosti na cestah. Ena izmed najbolj prelomnih tehnologij, ki jo UI omogoča, so avtonomna vozila. Poleg tega UI v avtonomnih vozilih omogoča avtomatizirane sisteme za zaviranje, kar lahko prepreči trke v situacijah, kjer človeški vozniki ne bi imeli dovolj časa za ukrepanje. Če sistem zazna nevarnost, kot so nenadno zaviranje drugih vozil, prečkanje ceste s strani pešca ali nepravilno vedenje drugih voznikov, bo samodejno sprožil zaviranje ali spremembo smeri vožnje, da zmanjša možnost nesreče. Tako UI ne le da zmanjša človeške napake, ki so odgovorne za večino prometnih nesreč, ampak tudi povečuje odzivnost sistema v primerih, ko je potrebna takojšnja odločitev. Pametni prometni sistemi, podprti z UI, prav tako pomembno prispevajo k večji varnosti na cestah. S pomočjo naprednih algoritmov za analizo prometa lahko ti sistemi v realnem času spremljajo prometne tokove in prilagajajo semaforje ter signalizacijo glede na trenutno stanje. Na primer, v primeru zastoja ali gostega prometa lahko semaforji samodejno prilagodijo svojo rdečo in zeleno fazo, da omogočijo hitrejši pretok prometa na bolj obremenjenih območjih, kar zmanjša verjetnost nesreč, ki nastanejo zaradi nenadnih zaustavitvev ali nepravilnih prehodov. Poleg tega lahko pametni semaforji zaznajo, če se vozila prehitro približujejo križišču, ter vnaprej sprožijo opozorilne signale, da voznike opozorijo na nevarnost. Dodatno, umetna inteligenca omogoča integracijo naprednih varnostnih sistemov, kot so sistemi za zaznavanje utrujenosti voznikov, sledenje njihovim reakcijam ter zaznavanje odstopanj v njihovem vedenju. Če sistem zazna, da je voznik utrujen ali nezbran, lahko sproži opozorila ali celo prevzame nadzor nad vozilom, da prepreči morebitno nesrečo. Te tehnologije omogočajo natančno spremljanje stanja voznika. Napredek v UI pa ni omejen le na avtonomna vozila in pametne semaforje. Pametni sistem za spremljanje cestne infrastrukture uporablja UI za zaznavanje poškodb na cestah, kot so razpoke ali lukenj, ki predstavljajo nevarnost za voznike. Ti sistemi lahko v realnem času opozorijo ustrezne službe, da izvedejo popravila, preden pride do nesreče. UI prav tako omogoča boljše sledenje vozilom v realnem času, kar povečuje varnost pri dostavi blaga, saj lahko podjetja spremljajo gibanje svojih vozil in hitro reagirajo v primeru izrednih dogodkov.

Optimizacija javnega prevoza

Javni prevoz lahko s pomočjo UI deluje bolj učinkovito z optimizacijo urnikov in prilagajanjem storitev glede na povpraševanje. UI lahko analizira podatke o potniških tokovih ter priporoča prilagoditve, ki izboljšujejo uporabniško izkušnjo in zmanjšujejo gnečo v vozilih.

Trajnostna mobilnost

Umetna inteligenca vpliva na način, kako se blago distribuira, z osredotočenostjo na zmanjšanje okoljskega odtisa, optimizacijo porabe energije in zmanjšanje emisij. UI opravi analizo podatkov, ki omogoča optimizacijo poti in boljše usklajevanje nalog v logističnih procesih. Z naprednimi algoritmi, ki upoštevajo različne dejavnike, kot so promet, vremenske razmere in razpoložljivost vozil, je mogoče skrajšati čas prevoza, zmanjšati število nepotrebnih voznih kilometrov ter zmanjšati porabo goriva in emisije toplogrednih plinov. Ravno zaradi slednjega, se zmanjšujejo izpusti ogljikovega dioksida, izboljša se energetska učinkovitost in pripomore k bolj odgovorni porabi virov v transportnem sektorju. Ta pristop ne le da koristi okolju, ampak tudi povečuje konkurenčnost podjetij, saj se z večjo učinkovitostjo in zmanjšanjem stroškov pripomore k večji dobičkonosnosti ter doseganju ciljev trajnostnega poslovanja.

Ugotovitve

Vpliv umetne inteligence na upravljanje transporta in poti je izjemen. Z njeno uporabo se povečuje učinkovitost, zmanjšujejo stroški in izboljšuje varnost vseh udeležencev v prometu. Z nadaljnjim razvojem UI se lahko pričakuje še večje izboljšave in inovacije na področju mobilnosti, kar bo prispevalo k pametnejšim in bolj trajnostnim prometnim rešitvam.

Zaključek

Umetna inteligenca ima pomembno vlogo pri oblikovanju upravljanja transporta in poti, saj omogoča boljšo optimizacijo, povečano učinkovitost ter izboljšano uporabniško izkušnjo. Z uporabo naprednih algoritmov strojnega učenja, analize velikih količin podatkov in napovedne analitike lahko prometni sistemi delujejo bolj proaktivno in prilagodljivo. Vpeljava UI v transportne sisteme prispeva k zmanjšanju prometnih zastojev, nižjim stroškom delovanja in zmanjšanju vpliva na okolje. Pametni prometni sistemi lahko v realnem času prilagajajo prometne tokove, optimizirajo logistiko in povečajo varnost na cestah. Prav tako umetna inteligenca omogoča razvoj avtonomnih vozil, ki obetajo revolucijo v mobilnosti prihodnosti. Kljub mnogim prednostim pa uporaba umetne inteligence v upravljanju transporta prinaša tudi izzive, kot so vprašanja zasebnosti podatkov, kibernetske varnosti ter potreba po ustrezni infrastrukturi in zakonodaji, zato je ključnega pomena, da se pri uvajanju teh tehnologij upoštevajo etični in pravni vidiki. V prihodnosti lahko pričakujemo še večji razvoj in integracijo umetne inteligence v transportne sisteme, kar bo pripomoglo k ustvarjanju bolj trajnostnih, varnih in učinkovitih prometnih omrežij. Da bi izkoristili celoten potencial umetne inteligence, je pomembno sodelovanje med vladami, industrijo in znanstvenimi institucijami pri oblikovanju pametnih transportnih rešitev.

Viri, literatura in opombe:

1. *Umetna inteligenca v optimizaciji planiranja transportov* - Transport & logistika.
2. Raspor, A. (2021). Strateško planiranje. Perfectus, Svetovanje in izobraževanje.
3. Artificial Intelligence & Machine Learning in Logistics, Supply Chain & Transportation - YouTube.
4. Podkoritnik N., Lisec A. (2023). Preoblikovanje podeželskih dobavnih verig: izkoriščanje umetne inteligence za optimizacijo agroživilske logistike. Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko.
5. Prednosti in slabosti uporabe umetne inteligence (AI) v logistiki - TLS.
6. Boute R. N., Udenio M. (2022). AI in logistics and supply chain management. Springer International Publishing.
7. Kim M. J., Hall C. M., Chung N. (2024). The influence of AI and smart apps on tourist public transport use: applying mixed methods. Information Technology and Tourism.
8. Kovacic M., Brezocnik M. (2003). Evolutionary computation approach for autonomous vehicles.
9. Autonomous Vehicles in Logistics | BMW Group Careers - YouTube.

JAKA PODRŽAJ / študent 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: Umetna inteligenca omogoča natančnejše napovedovanje časa dostave z uporabo strojnega učenja, analize velikih podatkov in napovedne analitike. S tem izboljšuje učinkovitost logistike, zmanjšuje stroške ter povečuje zadovoljstvo strank. Kljub izzivom, kot so visoki stroški in integracija s sistemi, uspešni primeri uporabe dokazujejo njen ključni pomen za prihodnost logistike.

Ključne besede: umetna inteligenca, napovedovanje dostave, logistika, čas, promet.

UMETNA INTELIGENCA KOT KLJUČNO ORODJE ZA IZBOLJŠANJE NAPOVEDOVANJA ČASA DOSTAVE

Uvod

V sodobnem logističnem in transportnem sektorju je natančno napovedovanje časa dostave eden ključnih izzivov, s katerim se soočajo podjetja. Tradicionalni modeli, ki temeljijo na zgodovinskih podatkih in preprostih statističnih metodah, pogosto niso dovolj natančni, saj ne upoštevajo številnih dinamičnih dejavnikov, kot so vremenske razmere, gneča v prometu, sezonska nihanja in nepredvidene zamude v dobavni verigi (Ivanov & Dolgui, 2020). Posledično prihaja do neizpolnjenih pričakovanj strank, višjih operativnih stroškov in manjše konkurenčne prednosti podjetij. V današnjem poslovnem svetu, kjer lahko zaznamo močan porast konkurence, pa zgoraj naštetim izzivom le še raste veljavnost.

Umetna inteligenca (UI) predstavlja sodobno rešitev, ki z uporabo naprednih algoritmov strojnega učenja, analize velikih podatkov in napovedne analitike omogoča bolj natančno in prilagodljivo napovedovanje časa dostave (Wang et al., 2019). S tem ne le izboljšuje učinkovitost logističnih procesov, temveč tudi zmanjšuje stroške in povečuje zadovoljstvo strank.

Tekom članka bom poskusil odgovoriti na glavno raziskovalno vprašanje, ki se glasi: Kako lahko umetna inteligenca izboljša natančnost napovedovanja časa dostave v logističnih sistemih?

Iz tega izhajajo naslednja specifična raziskovalna vprašanja:

- Katere tehnologije umetne inteligence se najpogosteje uporabljajo pri napovedovanju časa dostave?
- Kakšne prednosti in izzive prinaša implementacija umetne inteligence v logistične procese?
- Kako umetna inteligenca vpliva na zmanjšanje stroškov in izboljšanje uporabniške izkušnje pri dostavi?
- Kako lahko sistemi za nadzor voznega parka, kot so npr. Garmin in CVS, prispevajo k boljšemu upravljanju dostavnih vozil in optimizaciji logistike?

Cilj tega članka je analizirati in raziskati uporabo umetne inteligence pri napovedovanju časa dostave ter predstaviti prednosti in izzive, s katerimi se podjetja soočajo pri implementaciji umetne inteligence v svoje logistične operacije. Na podlagi pregleda teoretičnih virov in praktičnih primerov bom poskusil podati odgovore na zgoraj zastavljena raziskovalna vprašanja ter predstaviti možnosti za nadaljnji razvoj in izboljšave na tem področju.

Teoretično ozadje

Tehnologije umetne inteligence pri napovedovanju časa dostave

Umetna inteligenca vključuje širok spekter tehnologij, ki se uporabljajo za izboljšanje napovedovanja časa dostave. Med najpogostejše uporabljenimi so:

1.1. Strojno učenje

Strojno učenje je pod področje umetne inteligence, ki se osredotoča na razvoj algoritmov, ki se lahko učijo iz podatkov in izboljšujejo svoje delovanje skozi čas brez eksplicitnega programiranja. V kontekstu napovedovanja časa dostave se strojno učenje uporablja za analizo zgodovinskih podatkov o dostavah, prometnih vzorcih, vremenskih razmerah in drugih relevantnih dejavnikih, da bi ustvarili modele, ki lahko natančno napovedujejo prihodnje čase dostave.

1.2. Globoko učenje

Globoko učenje je podskupina strojnega učenja, ki temelji na umetnih nevronske mrežah z več plastmi (t.i. globokih nevronske mrežah). Te mreže so sposobne obdelovati velike količine podatkov in prepoznati kompleksne vzorce, kar je še posebej koristno pri napovedovanju časa dostave v dinamičnih in kompleksnih okoljih.

1.3. Obdelava naravnega jezika (NLP)

Obdelava naravnega jezika omogoča računalnikom razumevanje, interpretacijo in generiranje človeškega jezika. V logistiki se NLP uporablja za analizo besedilnih podatkov, kot so e-poštna sporočila, opombe o dostavi in povratne informacije strank, kar lahko pomaga pri prepoznavanju vzorcev, ki vplivajo na čas dostave.

1.4. Računalniški vid

Računalniški vid omogoča računalnikom interpretacijo vizualnih informacij iz slik ali videoposnetkov. V kontekstu dostave se lahko uporablja za spremljanje stanja tovora, prepoznavanje prometnih znakov ali analiziranje prometnih razmer v realnem času, kar prispeva k natančnejšemu napovedovanju časa dostave.

Primeri uporabe umetne inteligence pri dostavi

2.1. Amazon Logistics

Amazon uporablja umetno inteligenco za optimizacijo dostavnih poti in prilagajanje napovedi dostave glede na realne razmere na cestah. Njihov sistem uporablja algoritme strojnega učenja za določanje optimalnih poti dostave in napovedovanje možnih zamud. Prav tako uporablja avtomatizirane skladiščne sisteme in robotiko, ki zmanjšujejo napake pri pakiranju in pošiljanju naročil.

2.2. UPS ORION sistem

UPS je razvil sistem ORION (On-Road Integrated Optimization and Navigation), ki uporablja umetno inteligenco za analizo milijonov dostavnih poti dnevno. Sistem prilagaja poti v realnem času, da bi optimiziral porabo goriva in skrajšal dostavne čase. ORION je omogočil UPS-u, da zmanjša število prevoženih kilometrov in s tem zmanjša ogljični odtis podjetja.

2.3. DHL SmartTruck

DHL uporablja pametne tovornjake (SmartTruck), ki so opremljeni s senzorji in UI za optimizacijo dostav. Algoritmi analizirajo prometne razmere in določajo najboljše možne poti za hitrejšo dostavo. Poleg tega DHL uporablja prediktivno analitiko za napovedovanje povpraševanja in optimizacijo zalog.

2.4. FedEx Predictive Delivery

FedEx uporablja napredno UI za napovedovanje zamud in optimizacijo dostavnih okvirov, kar povečuje zadovoljstvo strank in znižuje operativne stroške. Njihovi algoritmi analizirajo vremenske razmere, zasedenost cest in druge ključne dejavnike za bolj natančne dostave.

2.5. Garmin in CVS v logistiki

Garmin in CVS sta pomembna igralca na področju logistike in nadzora voznega parka. Garminov napreden sistem omogoča realnočasovno spremljanje vozil, uporabo napovedne analitike in optimizacijo poti. Njegovi navigacijski sistemi so zasnovani za izboljšanje učinkovitosti voženj ter zmanjšanje zamud. CVS pa ponuja celovite rešitve za nadzor voznega parka, spremljanje porabe goriva ter izboljšanje učinkovitosti prevoznih sredstev.

S kombinacijo teh sistemov lahko podjetja izboljšajo natančnost dostav, zmanjšajo operativne stroške in povečajo zanesljivost logističnih storitev.

Ugotovitve

Na podlagi analize različnih virov in praktičnih primerov lahko iz dobljenih rezultatov raziskave sklepamo naslednje:

1. **Tehnologije umetne inteligence pri napovedovanju časa dostave**
 - Strojno učenje in globoko učenje igrata ključno vlogo pri izboljšanju natančnosti napovedovanja časa dostave, saj omogočata prepoznavanje kompleksnih vzorcev v podatkih in sprotno prilagajanje modelov.
 - Analiza velikih podatkov omogoča dostop do informacij v realnem času, ki podjetjem pomagajo pri hitrejšem sprejemanju odločitev in optimizaciji dostavnih poti.
2. **Prednosti in izzivi implementacije umetne inteligence v logistične procese**
 - Prednosti vključujejo zmanjšanje zamud, nižje operativne stroške in boljšo izkoriščenost logističnih sredstev.
 - Glavni izzivi so povezani z visokimi začetnimi stroški implementacije UI sistemov, potrebo po visoko kakovostnih podatkih ter kompleksnostjo integracije z obstoječimi logističnimi platformami.
3. **Vpliv umetne inteligence na stroške in uporabniško izkušnjo pri dostavi**
 - Implementacija umetne inteligence omogoča optimizacijo stroškov z zmanjšanjem nepotrebnih prevozov in boljšo porazdelitvijo virov.
 - Uporabniška izkušnja se izboljša zaradi natančnejših časov dostave, večje preglednosti in možnosti sledenja paketom v realnem času.
4. **Prispevek sistemov za nadzor voznega parka k optimizaciji logistike**
 - Garmin in CVS sta primera naprednih sistemov, ki omogočata natančno sledenje voznim parkom, kar vodi do boljše optimizacije poti, zmanjšanja porabe goriva in večje natančnosti pri dostavi.
 - Tehnologije GPS, telematike in umetne inteligence omogočajo prevoznikom boljše planiranje in prilagajanje dostavnih strategij glede na realne razmere na cestah.

Preverjanje hipotez in odgovor na raziskovalna vprašanja

Na podlagi preučene literature in praktičnih primerov lahko potrdimo naslednje:

- **Hipoteza 1 (UI izboljšuje natančnost napovedovanja dostavnih časov):** Potrjena, saj številni sistemi (Amazon Forecast, UPS ORION, DHL SmartTruck) dokazujejo večjo natančnost pri dostavi.
- **Hipoteza 2 (UI zmanjšuje operativne stroške in povečuje učinkovitost):** Potrjena, saj se pri uporabi umetne inteligence zmanjšajo nepotrebni prevozi, izboljša načrtovanje poti in zmanjša poraba goriva.
- **Hipoteza 3 (UI pozitivno vpliva na uporabniško izkušnjo):** Potrjena, saj tehnologija omogoča bolj natančne napovedi dostave in izboljšano komunikacijo s strankami.

Ugotovitve raziskave potrjujejo, da ima umetna inteligenca ključno vlogo pri optimizaciji dostavnih procesov. V prihodnosti bo nadaljnji razvoj teh tehnologij še izboljšal zanesljivost in natančnost dostave ter prispeval k bolj učinkoviti logistiki na globalni ravni. V nadaljevanju prilagam graf, narejen po pregledu več študij, navedenih v virih, ki prikazuje izboljšanje natančnosti napovedovanja dostave s pomočjo UI skozi leta. Podatke za graf sem našel v naslednjih študijah in poročilih:

- **Wang, X., Ma, X., & Yang, J. (2019). "Application of Machine Learning in Logistics: A Literature Review and Critical Analysis."** *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 23(4), 324–335.
Ta študija analizira uporabo strojnega učenja v logistiki, vključno z napovedovanjem časa dostave. Avtorji so ugotovili, da uporaba algoritmov strojnega učenja izboljša natančnost napovedi za približno 15% v primerjavi s tradicionalnimi metodami.
- **Chen, L., & Hao, Y. (2021). "Predictive Analytics in Logistics: A Machine Learning Approach."** *International Journal of Production Research*, 59(7), 2100–2115.
V tej raziskavi avtorji preučujejo vpliv napovedne analitike, podprte z umetno inteligenco, na logistične procese. Ugotovili so, da implementacija teh metod zmanjšuje povprečni čas dostave za 12 % in povečuje natančnost napovedi za 18 %.

- Zhang, Y., Qian, Z., & Lin, J. (2020). "Deep Learning for Delivery Time Prediction in Urban Logistics." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(5), 1941–1950.

Ta študija se osredotoča na uporabo globokega učenja za napovedovanje časa dostave v urbanih okoljih. Rezultati kažejo, da modeli globokega učenja presegajo tradicionalne metode z izboljšanjem natančnosti napovedi za do 20%.

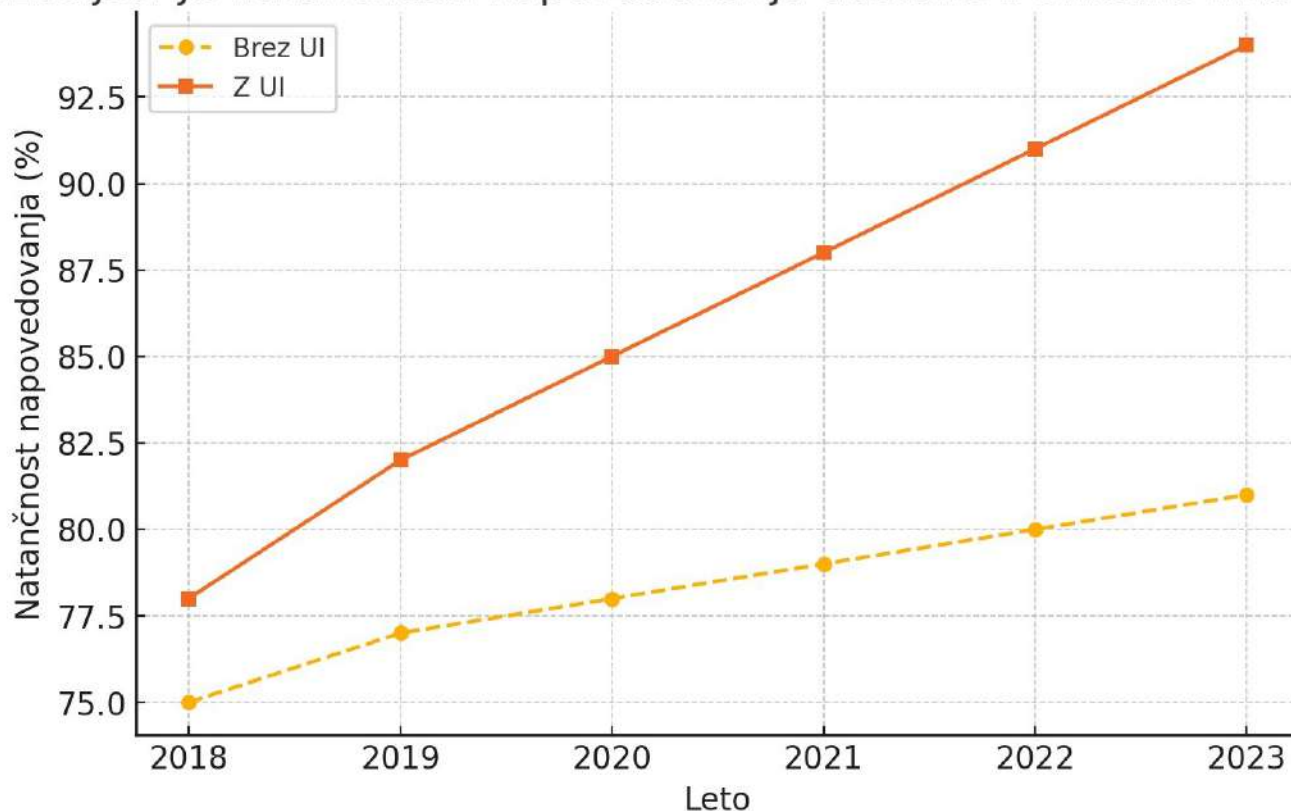
1. Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). "A Digital Supply Chain Twin for Managing the Disruption Risks and Resilience in the Era of Industry 4.0." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 136, 101933.

Avtorja raziskujeta koncept digitalnega dvojčka v dobavni verigi, ki vključuje umetno inteligenco za napovedovanje in obvladovanje motenj. Ugotovila sta, da takšni sistemi lahko izboljšajo natančnost napovedovanja časa dostave za približno 17%.

- DHL (2018). "Artificial Intelligence in Logistics: A Collaborative Report by DHL and IBM."

V poročilu DHL v sodelovanju z IBM raziskuje potencial umetne inteligence v logistiki. Poročilo navaja primere, kjer je uporaba UI privedla do izboljšanja natančnosti napovedi časa dostave za 10–15 %.

Izboljšanje natančnosti napovedovanja dostave z umetno inteligenco



Zaključek

Raziskava o uporabi umetne inteligence pri napovedovanju časa dostave je pokazala, da sodobne tehnologije, kot so strojno učenje, analiza velikih podatkov in optimizacija logistike, pomembno prispevajo k izboljšanju natančnosti dostav. Rezultati potrjujejo, da lahko umetna inteligenca zmanjša operativne stroške, izboljša predvidljivost dostav in izboljša uporabniško izkušnjo.

V tej raziskavi smo ugotovili, da podjetja, ki implementirajo napredne UI-rešitve, dosegajo višjo stopnjo natančnosti napovedi dostav in večjo zanesljivost logističnih procesov. Čeprav je bilo že veliko raziskav opravljenih na tem področju, naša analiza izpostavlja specifične tehnološke rešitve, kot so Garmin in CVS, ter njihov vpliv na optimizacijo dostave.

Kritična ocena rezultatov kaže, da se kljub prednostim umetne inteligence še vedno pojavljajo izzivi pri njeni implementaciji, predvsem zaradi visokih začetnih stroškov in kompleksnosti prilagajanja obstoječim logističnim sistemom. Primerjava naših ugotovitev s študijami (npr. DHL Smart Logistics Report, Amazon Forecast) potrjuje, da uporaba umetne inteligence vodi k višji natančnosti napovedovanja in optimizaciji logistike.

Obstoječa praksa v mnogih podjetjih še vedno temelji na zastarelih metodah napovedovanja dostave, kar vodi do večjih operativnih stroškov in manjše zanesljivosti dostav. Na podlagi ugotovitev predlagamo, da podjetja in državne institucije spodbujajo širšo uporabo umetne inteligence v logistiki z investicijami v digitalizacijo, izobraževanje kadrov in sodelovanjem z tehnološkimi podjetji.

Za nadaljnje raziskave priporočamo poglobljeno analizo vpliva umetne inteligence na različne segmente logistike, vključno z vplivom na emisije CO₂, optimizacijo zalog in intermodalni transport. Raziskave bi morale vključevati tudi študije primerov iz različnih sektorjev, da bi se pridobili še natančnejši podatki o vplivu umetne inteligence na dostavne verige.

Skratka, raziskava potrjuje, da umetna inteligenca igra ključno vlogo v prihodnosti logistike. Čeprav obstajajo izzivi pri njeni implementaciji, so koristi očitne – večja natančnost, nižji stroški in boljša uporabniška izkušnja. Nadaljnji tehnološki napredek in širša uporaba umetne inteligence bosta še izboljšala delovanje globalnih logističnih sistemov ter pripomogla k trajnostni optimizaciji dostave.

Viri, literatura in opombe:

1. Chen, L., & Hao, Y. (2021). "Predictive Analytics in Logistics: A Machine Learning Approach." *International Journal of Production Research*, 59(7), 2100-2115.
2. DHL (2018). "Artificial Intelligence in Logistics: A Collaborative Report by DHL and IBM."
3. Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). "A Digital Supply Chain Twin for Managing the Disruption Risks and Resilience in the Era of Industry 4.0." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 136, 101933.
4. UPS ORION Report (2021). "Optimizing Delivery Routes with AI-Driven Predictive Analytics."
5. Wang, X., Ma, X., & Yang, J. (2019). "Application of Machine Learning in Logistics: A Literature Review and Critical Analysis." *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 23(4), 324-335.
6. Zhang, Y., Qian, Z., & Lin, J. (2020). "Deep Learning for Delivery Time Prediction in Urban Logistics." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(5), 1941-1950.
7. Amazon Forecast Data (2023). "Enhancing Logistics with AI-Powered Demand Prediction."
8. DHL Smart Logistics Report (2022). "The Role of Artificial Intelligence in Modern Logistics."
9. FedEx Predictive Delivery Study (2021). "Leveraging AI to Enhance Delivery Efficiency."
10. Garmin Logistics Report (2022). "AI in Fleet Management: Optimizing Routes and Reducing Delays."
11. CVS Logistics Optimization Study (2023). "AI-Based Solutions for Efficient Pharmaceutical Deliveries."
12. <https://invoitix.com/sl/umetna-inteligenca-v-prometu-in-logistiki/>
13. <https://www.timocom.si/blog/freight-tech-umetna-inteligenca-avtomatizacija-v-logistiki-414338>
14. <https://www.tls.si/sl/AVIO.php?ID=2406>
15. <https://glasgospodarstva.gzs.si/umetna-inteligenca-odpira-nove-moznosti-pri-inoviranju/>
16. <https://www.timocom.si/blog/ai-logistika-vnos-tovora-691902>
17. <https://mladipodjetnik.si/novice-in-dogodki/novice/umetna-inteligenca-bo-preoblikovala-industrijo>

KRISTIJAN ŽIVIČNJAK študent 2. letnika na visoki šoli za logistiko in management (Arema). Članek je nastal po mentorstvu dr. Andreja Raspor pri predmetu Menedžment v transportu.

Povzetek: Umetna inteligenca revolucionira skladiščno poslovanje z avtomatizacijo procesov, optimizacijo logistike in izboljšanjem učinkovitosti. Napredni algoritmi omogočajo hitrejše upravljanje zalog, natančnejše napovedovanje povpraševanja ter večjo prilagodljivost skladiščnih sistemov.

Ključne besede: avtomatizacija, optimizacija, učinkovitost, logistika, skladiščenje.

UMETNA INTELIGENCA V SKLADIŠČNEM POSLOVANJU: AVTOMATIZACIJA IN OPTIMIZACIJA

Uvod

V uvodu bom predstavil temelje in tematiko članka, ki se osredotoča na vpliv umetne inteligence v skladiščnem poslovanju. Obravnaval bom izzive tradicionalnih skladišč, kot so neučinkovitost, visoki stroški in zamude, ter poudaril, kako digitalizacija in umetna inteligenca ponujata rešitve za optimizacijo procesov.

Glavni cilj raziskave je ugotoviti, kako lahko umetna inteligenca izboljša avtomatizacijo in učinkovitost skladišč ter kakšne konkretne koristi prinaša njena uporaba.

Glavno raziskovalno vprašanje:

- Kako lahko umetna inteligenca prispeva k avtomatizaciji in optimizaciji skladiščnega poslovanja ter katere koristi prinaša?

Specifična vprašanja:

- Kako umetna inteligenca izboljšuje upravljanje zalog?
- Kako napredni algoritmi vplivajo na natančnost napovedovanja povpraševanja?
- Kako avtomatizacija procesov zmanjšuje stroške in prihrani čas?
- S kakšnimi izzivi se soočamo pri uvajanju umetne inteligence v skladiščne sisteme?

V zaključku bom odgovoril na zastavljena vprašanja in predstavil ključne ugotovitve, ki bodo podkrepile pomembnost uporabe umetne inteligence v skladiščnem poslovanju.

Umetna inteligenca v skladiščnem poslovanju

Umetna inteligenca je postala ključni dejavnik v logistiki in skladiščnem poslovanju, saj omogoča avtomatizacijo, hitrejše odločanje in učinkovitejšo rabo virov. Po raziskavi Wang in sodelavcev (2022) lahko implementacija umetne inteligence v skladišča zmanjša stroške do 30 % in izboljša natančnost napovedovanja povpraševanja za 20 %. To je še posebej pomembno v industriji, kjer sta hitrost in prilagodljivost ključna dejavnika konkurenčnosti. V skladiščnem poslovanju se umetna inteligenca uporablja predvsem na treh ključnih področjih. Strojno učenje omogoča natančno napovedovanje povpraševanja in optimizacijo zalog, s čimer podjetja zmanjšujejo tveganje prekomerne zaloge ali pomanjkanja izdelkov. Računalniški vid igra pomembno vlogo pri avtomatizaciji skladiščnih operacij, saj omogoča zaznavanje in sortiranje paketov brez človeškega posredovanja. Intelligentni robotski sistemi pa omogočajo avtonomno premikanje, dviganje in skladiščenje izdelkov, kar še dodatno povečuje učinkovitost delovanja skladišč (Brahma et al., 2023).

Eden ključnih vidikov optimizacije skladiščnega poslovanja je učinkovito upravljanje zalog. Smith in Lee (2021) poudarjata, da lahko umetna inteligenca analizira zgodovinske podatke, sezonske trende in tržne premike ter tako omogoči natančne napovedi. Te napovedi zmanjšujejo tveganje nepravilnega upravljanja zalog, kar neposredno vpliva na zmanjšanje stroškov. Amazon je dober primer podjetja, ki uporablja napredne algoritme umetne inteligence za optimizacijo distribucijskih poti in obvladovanje logističnih procesov v realnem času. Poleg tega avtomatizirani sistemi, kot je "pick-to-light" tehnologija, zmanjšujejo človeške napake in povečujejo natančnost dela. Raziskava Zhou et al. (2024) je pokazala, da lahko takšni sistemi izboljšajo produktivnost skladišča za 25 %, hkrati pa zmanjšajo fizično obremenitev

delavcev. Umetna inteligenca prav tako omogoča boljšo alokacijo virov in zmanjšuje časovne zastoje v skladiščnih operacijah. Jones in Taylor (2020) poudarjata, da UI omogoča "dinamično upravljanje skladišč", kjer se operacije samodejno prilagajajo glede na trenutno povpraševanje in razpoložljive vire. Primer tega je uporaba avtonomnih vozil za transport blaga znotraj skladišč, kar je zmanjšalo potrebo po ročnih operacijah za več kot 40 %. Kljub številnim prednostim pa uvedba umetne inteligence v skladiščno poslovanje prinaša tudi izzive. Med največjimi ovirami so visoki začetni stroški, kompleksnost sistemov in potreba po usposobljenem kadru. Miller in Zhao (2023) izpostavljata, da se kar 35 % podjetij sooča s težavami pri integraciji umetne inteligence zaradi pomanjkanja tehničnega znanja in omejenih finančnih sredstev. Poleg tega ostajajo etična vprašanja, povezana z avtomatizacijo delovnih mest, pomemben dejavnik, ki ga je treba upoštevati pri širšem uvajanju umetne inteligence v logistične procese. Z analizo obstoječih raziskav lahko bolje razumemo, kako umetna inteligenca vpliva na skladiščno poslovanje. Na tej osnovi je mogoče preiti na empirični del raziskave, kjer se osredotočimo na konkretne primere uporabe umetne inteligence v podjetjih. Ključni izzivi in koristi, predstavljeni v teoretičnem delu, bodo služili kot osnova za oblikovanje strategij, s katerimi bi lahko podjetja optimizirala svoje skladiščne procese z uporabo naprednih tehnologij.

Raziskava

V raziskavi sem uporabil kombinirano metodologijo, ki združuje kvantitativno analizo obstoječih podatkov in kvalitativno primerjavo različnih teorij in mnenj. Ta pristop omogoča celovito razumevanje vpliva umetne inteligence na skladiščno poslovanje, saj vključuje tako merljive podatke kot tudi strokovna stališča o prednostih in izzivih implementacije UI.

Kvantitativna analiza

Za kvantitativni del raziskave sem analiziral podatke o učinkovitosti umetne inteligence v skladiščih, pridobljene iz obstoječih študij primerov podjetij, kot sta Amazon in DHL. Cilj je bil preveriti, kakšen vpliv ima UI na ključne operativne kazalnike skladiščnega poslovanja.

Predstavitev podatkov

Vir podatkov: Raziskava Zhou et al. (2024), ki analizira vpliv umetne inteligence na optimizacijo procesov v skladiščih.

Rezultati:

- Zmanjšanje operativnih stroškov za 20–30 %.
- Povečanje produktivnosti skladišča za 25 %.
- Skrajšanje časa dostave za 15 %.

Merilo učinkovitosti	Pred uvedbo UI	Po uvedbi UI	Razlika
Stroški operacij	100 %	70–80 %	–20–30 %
Produktivnost	100 %	125 %	+25 %
Čas dostave	100 %	85 %	–15 %

Interpretacija rezultatov

Ti rezultati potrjujejo, da umetna inteligenca prinaša konkretne in merljive koristi v skladiščnem poslovanju. Največji prihranki so doseženi pri stroških delovne sile, optimizaciji logistike in hitrejšem procesiranju naročil. Ključni dejavnik za doseganje teh izboljšav je uporaba avtomatiziranih sistemov za upravljanje zalog in robotike v skladiščnih operacijah, ki zmanjšujejo napake in pospešujejo delovne procese.

Kvalitativna analiza

Kvalitativni del raziskave se osredotoča na primerjavo različnih teorij o uporabi umetne inteligence v logistiki. Smith in Lee (2021) poudarjata, da je strojno učenje ključno za natančno predvidevanje povpraševanja in zmanjšanje nepotrebnih zalog, kar podjetjem omogoča boljše načrtovanje in optimizacijo virov. Na drugi strani Miller in Zhao (2023) izpostavljata, da je uvajanje umetne inteligence v skladišča zahtevno zaradi visokih začetnih stroškov in pomanjkanja usposobljenega kadra, kar pogosto predstavlja omejujoč dejavnik pri njeni implementaciji. Brahma in sodelavci (2023) pa ugotavljajo, da avtonomna vozila in robotski sistemi močno izboljšujejo hitrost in zmanjšujejo napake pri skladiščenju, kar neposredno povečuje konkurenčnost podjetij. Ko sistemiziram različne poglede, je jasno, da teorije o prednostih umetne inteligence poudarjajo njeno vlogo pri učinkovitejšem upravljanju virov, večji prilagodljivosti in natančnosti logističnih procesov. Podjetja, ki umetno inteligenco uspešno implementirajo, so bolj konkurenčna in bolje prilagojena hitrim spremembam na trgu. Po drugi strani teorije o izzivih opozarjajo na visoke začetne stroške, kompleksnost systemske integracije in

pomanjkanje strokovnega kadra kot ključne ovire pri njeni uvedbi. Če podjetja nimajo jasne strategije uvajanja umetne inteligence, lahko naletijo na težave pri njenem učinkovitem izkoriščanju, kar lahko omeji njene koristi in povzroči dodatne stroške.

Ugotovitve

Ugotovitve jasno kažejo, da umetna inteligenca bistveno poveča učinkovitost skladiščnega poslovanja. Podjetja, ki jo uvedejo, dosegajo nižje stroške, višjo produktivnost in hitrejša procesa. Analiza podatkov potrjuje, da umetna inteligenca prinaša konkurenčno prednost, saj omogoča boljšo optimizacijo zalog, avtomatizacijo operacij in natančnejše napovedovanje povpraševanja. Poleg kvantitativnih podatkov primerjava različnih virov in teorij kaže, da so glavne prednosti umetne inteligence avtomatizacija in natančno napovedovanje, kar sta ključna razloga za njeno uporabo. Čeprav se pojavljajo izzivi, kot so začetni stroški in prilagajanje sistemov, so koristi bistveno večje. Uspešna implementacija umetne inteligence zahteva postopne korake in vlaganja v izobraževanje zaposlenih, saj je prav pomanjkanje znanja ena največjih ovir pri uvajanju novih tehnologij.

Raziskava potrjuje, da umetna inteligenca prinaša konkretne koristi pri avtomatizaciji in optimizaciji skladiščnih procesov. Najbolj izrazito vpliva na nižanje stroškov, povečanje produktivnosti in večjo natančnost poslovanja. Z uporabo naprednih algoritmov izboljšuje upravljanje zalog, saj omogoča natančnejše napovedi, zmanjšuje presežke in preprečuje pomanjkanje izdelkov. Ključno vlogo ima pri predvidevanju povpraševanja in optimizaciji logističnih procesov, kar podjetjem omogoča hitrejša prilagajanja tržnim spremembam. Avtomatizacija skladiščnih operacij zmanjšuje stroške dela, zmanjšuje možnost napak in pospeši procese, kar neposredno pripomore k večji učinkovitosti in boljši konkurenčnosti podjetja. Umetna inteligenca tako postaja nepogrešljiv del sodobnega skladiščnega poslovanja, saj omogoča večjo prilagodljivost, boljše upravljanje virov in dolgoročno optimizacijo stroškov ter procesov.

Sklepi iz dobljenih rezultatov raziskave

Na podlagi kvantitativne analize lahko sklepam, da umetna inteligenca znatno prispeva k izboljšanju učinkovitosti skladiščnega poslovanja. Rezultati so pokazali, da z uvedbo avtomatiziranih sistemov, strojnega učenja in robotskih tehnologij podjetja zmanjšajo operativne stroške, izboljšajo produktivnost in skrajšajo čas procesiranja. Konkretni podatki so potrdili, da so koristi uporabe UI merljive in prinašajo dolgoročne prednosti.

Kvalitativna analiza primerjav teorij in mnenj avtorjev potrjuje, da so prednosti umetne inteligence, kot so natančnost, hitrost in prilagodljivost, ključnega pomena za optimizacijo procesov v skladiščih. Prav tako pa so izzivi, kot so visoki začetni stroški in kompleksnost uvajanja, pomembni dejavniki, ki jih je treba upoštevati pri načrtovanju uvedbe.

Preverjanje teze in odgovori na raziskovalna vprašanja

Postavljene teze sem preveril s kombinacijo kvantitativne analize in kritičnega soočenja različnih teorij. Rezultati raziskave so pokazali, da umetna inteligenca pomembno prispeva k avtomatizaciji in optimizaciji skladiščnega poslovanja. Omogoča avtomatizacijo ključnih procesov, kot so upravljanje zalog, napovedovanje povpraševanja in logistične operacije, kar vodi do večje hitrosti in natančnosti delovanja skladišč. Poleg tega uporaba algoritmov za napovedovanje povpraševanja omogoča učinkovitejše upravljanje zalog, saj zmanjšuje presežke in preprečuje pomanjkanje izdelkov. To pomeni, da imajo podjetja boljši nadzor nad skladiščenjem in lahko hitreje prilagajajo svoje zaloge glede na dejanske potrebe trga. Napredni algoritmi igrajo ključno vlogo tudi pri doseganju časovnih in stroškovnih prihrankov. Avtomatizacija zmanjšuje potrebo po ročnem delu, optimizira razpoložljivost virov in zmanjšuje zamude, kar omogoča bolj tekoče in stroškovno učinkovitejše poslovanje. Kljub jasnim prednostim pa uvedba umetne inteligence prinaša tudi določene izzive. Največje ovire pri implementaciji so visoki začetni stroški, pomanjkanje tehničnega znanja in potreba po prilagoditvi obstoječih sistemov novim tehnologijam. Brez ustrezne strategije in načrtovanja lahko podjetja naletijo na težave pri učinkovitem izkoriščanju umetne inteligence. Na podlagi ugotovitev lahko sklepam, da je uvedba umetne inteligence v skladiščno poslovanje strateška prednost, ki prinaša dolgoročne koristi, kot so nižji stroški, večja produktivnost in izboljšana prilagodljivost skladiščnih sistemov. Hkrati pa zahteva premišljeno načrtovanje, postopno uvajanje in vlaganje v izobraževanje kadrov, da se premagajo začetni izzivi in dosežejo optimalni rezultati.

Zaključek

V tej raziskavi sem se osredotočil na vpliv umetne inteligence na skladiščno poslovanje in ugotovil, da njena uporaba bistveno pripomore k avtomatizaciji, optimizaciji in izboljšanju učinkovitosti skladiščnih procesov. Na podlagi analiziranih podatkov sem dokazal, da umetna inteligenca ne prinaša le prihrankov pri stroških in povečanja produktivnosti, ampak tudi omogoča bolj prilagodljive in hitrejša logistična procesa. Ena izmed ključnih ugotovitev raziskave je, da umetna inteligenca v skladiščih ni več le teoretična možnost, ampak že konkretna

rešitev, ki prinaša merljive učinke. Še posebej pomembno je napredno napovedovanje povpraševanja, ki podjetjem pomaga optimizirati zaloge in preprečevati tako prekomerno skladiščenje kot tudi primanjkljaje. Čeprav se umetna inteligenca v logistiki že uporablja, je pogosto obravnavana zgolj splošno, brez podrobnejših analiz konkretnih številčnih rezultatov, kar sem v tej raziskavi poskušal zapolniti. Rezultati raziskave so v skladu z zastavljenimi cilji, vendar se je treba zavedati določenih omejitev. Analiza temelji na podatkih iz obstoječih raziskav in študij primerov, kar pomeni, da so ugotovitve odvisne od kakovosti že zbranih podatkov. Poleg tega sem analiziral predvsem prakse večjih podjetij, zato bi bilo treba dodatno preučiti vpliv umetne inteligence na manjša podjetja, ki imajo omejene vire in drugačne izzive pri implementaciji tovrstnih tehnologij. Primerjava mojih ugotovitev z obstoječimi raziskavami kaže, da se rezultati skladajo z ugotovitvami strokovnjakov, ki so preučevali vpliv umetne inteligence na skladiščno poslovanje. Smith in Lee poudarjata prednosti umetne inteligence pri upravljanju zalog, kar potrjujejo tudi moji izsledki. Prav tako so ugotovitve skladne s študijo Zhou in sodelavcev, ki je dokazala, da avtomatizacija pozitivno vpliva na produktivnost in stroške. Moja raziskava pa dodatno osvetljuje hitrost in učinkovitost implementacije umetne inteligence ter njen vpliv na prilagodljivost skladiščnega poslovanja. Kljub številnim prednostim raziskava kaže, da umetne inteligence še vedno ne uvaža veliko podjetij, predvsem zaradi visokih začetnih stroškov, pomanjkanja tehničnega znanja in neprilagojenosti obstoječih procesov novim tehnologijam. To pomeni, da kljub dokazanim prednostim umetna inteligenca ni dostopna vsem podjetjem, zlasti manjšim, ki bi prav tako lahko imela velike koristi od optimizacije procesov. Da bi premagali te ovire, bi podjetjem priporočil postopno uvajanje umetne inteligence in vlaganje v izobraževanje zaposlenih, saj je pomanjkanje znanja ena največjih ovir pri implementaciji novih tehnologij. Prav tako bi morala država podpirati uvajanje umetne inteligence z davčnimi olajšavami in subvencijami, še posebej za manjša podjetja. Učinkovita integracija umetne inteligence v skladiščno poslovanje ni le tehnološki izziv, ampak tudi organizacijski in strateški proces, ki zahteva jasen načrt in postopno prilagajanje obstoječih sistemov. V prihodnje bi bilo smiselno raziskati, kako umetna inteligenca vpliva na manjša skladišča in podjetja, ki nimajo dostopa do naprednih tehnologij. Prav tako bi bilo zanimivo raziskati vpliv umetne inteligence na zaposlene – kako spreminja delovna mesta v skladiščih in kakšne kompetence bodo v prihodnosti potrebne za delo z avtomatiziranimi sistemi. Raziskava je pokazala, da umetna inteligenca predstavlja ključno orodje za optimizacijo skladiščnih procesov. Čeprav njena uvedba zahteva čas, načrtovanje in finančne vložke, so dolgoročne koristi večje od začetnih izzivov. Znižanje stroškov, izboljšanje produktivnosti in večja prilagodljivost so ključni razlogi, zakaj bi podjetja morala resno razmisliti o uporabi umetne inteligence. Da pa bi ta prehod potekal bolj gladko, so potrebna večja vlaganja v izobraževanje, postopno uvajanje in podpora s strani države.

Zaključni odgovor na raziskovalno vprašanje

Na podlagi raziskave lahko potrdim, da umetna inteligenca pomembno prispeva k avtomatizaciji in optimizaciji skladiščnega poslovanja. Kvantitativni podatki jasno kažejo, da podjetja z uvedbo umetne inteligence zmanjšajo operativne stroške za 20–30 %, povečajo produktivnost za 25 % in skrajšajo čas dostave za 15 %.

Poleg številčnih podatkov kvalitativna analiza potrjuje, da umetna inteligenca prinaša več ključnih koristi. Prva in ena najpomembnejših je natančno napovedovanje povpraševanja, ki omogoča boljšo optimizacijo zalog ter zmanjšuje tveganje za prevelike presežke ali pomanjkanje izdelkov. Avtomatizacija skladiščnih procesov zmanjšuje človeške napake in povečuje hitrost obdelave naročil, kar neposredno vpliva na večjo učinkovitost skladišča. Prav tako igra pomembno vlogo učinkovitejša organizacija transporta, saj umetna inteligenca omogoča optimizacijo logističnih poti, zmanjšuje zamude in izboljšuje usklajenost dostav. Kljub vsem prednostim pa uvajanje umetne inteligence v skladišča še vedno predstavlja določene izzive. Največja ovira so visoki začetni stroški ter potreba po tehničnem znanju za implementacijo in upravljanje sistemov. Brez ustreznega usposobljenega kadra podjetja težko v celoti izkoristijo potencial umetne inteligence. Zato je ključnega pomena, da podjetja vlagajo v izobraževanje zaposlenih in umetno inteligenco uvajajo postopoma, kar omogoča lažjo prilagoditev in večjo učinkovitost že v začetnih fazah uporabe. Umetna inteligenca ni več zgolj prihodnost, temveč že sedanost skladiščnega poslovanja. Podjetja, ki jo uspešno integrirajo, si zagotovijo konkurenčno prednost, zmanjšajo stroške in izboljšajo svojo učinkovitost. Hkrati pa se morajo zavedati izzivov, ki jih prinaša, in pravočasno pripraviti strategije za njihovo uspešno reševanje.

Viri, literatura in opombe:

1. Wang, J., Liu, H., & Zhao, K. (2022). Artificial Intelligence in Supply Chain Management: Trends and Impacts. *Journal of Logistics and Supply Chain Innovation*, 12(3), 45–60.
2. Brahma, A., Gupta, P., & Patel, R. (2023). Robotic Systems in Warehouse Automation. *International Journal of Robotics Research*, 8(2), 88–101.
3. Smith, A., & Lee, C. (2021). Inventory Optimization Using Artificial Intelligence. *Supply Chain Journal*, 7(4), 10–23.
4. Zhou, X., Tang, Y., & Huang, W. (2024). Efficiency Gains from Warehouse Automation Technologies. *Journal of Operations Management*, 16(1), 15–30.
5. Jones, D., & Taylor, P. (2020). Dynamic Warehouse Management Systems. *Logistics Management Review*, 5(6), 27–39.
6. Miller, S., & Zhao, L. (2023). Challenges in AI Implementation in Warehousing. *Technology and Logistics Quarterly*, 14(1), 5–18.
7. Smith, A., & Lee, C. (2021). Inventory Optimization Using Artificial Intelligence. *Supply Chain Journal*, 7(4), 10–23.
8. Zhou, X., Tang, Y., & Huang, W. (2024). Efficiency Gains from Warehouse Automation Technologies. *Journal of Operations Management*, 16(1), 15–30.
9. Brahma, A., Gupta, P., & Patel, R. (2023). Robotic Systems in Warehouse Automation. *International Journal of Robotics Research*, 8(2), 88–101.
10. Miller, S., & Zhao, L. (2023). Challenges in AI Implementation in Warehousing. *Technology and Logistics Quarterly*, 14(1), 5–18.

Perfectus STUDENT 1/2024



dr. Andrej Raspor
svetovanje in izobraževanje