

# Budućnost umjetne inteligencije u prometu

---

**Grgurić, Filip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:184472>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-20**



**Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**  
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**FILIP GRGURIĆ**

**BUDUĆNOST UMJETNE INTELIGENCIJE U PROMETU  
FUTURE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TRAFFIC**

**ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2020.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**BUDUĆNOST UMJETNE INTELIGENCIJE U PROMETU  
FUTURE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TRAFFIC**

**ZAVRŠNI RAD**

Kolegij: Inteligentni transportni sustavi

Mentor: Doc. dr. sc. Jasmin Čelić

Student: Filip Grgurić

Studijski program: Elektroničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

JMBAG: 0112065640

Rijeka, 2020.

Student: Filip Grgurić

Studijski program: Elektroničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

JMBAG: 0112065640

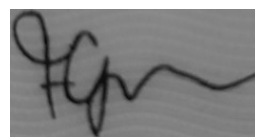
## IZJAVA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom BUDUĆNOST UMJETNE INTELIGENCIJE U PROMETU izradio samostalno pod mentorstvom prof. doc. dr. sc. Jasmina Čelića.

U radu sam primijenio/la metodologiju znanstvenoistraživačkog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezoao s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasan sam s objavom završnog rada na službenim stranicama Fakulteta.

Student

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink, which appears to be 'FG' followed by a stylized flourish.

Filip Grgurić

## **SAŽETAK**

Cilj ovog istraživanja je budućnost umjetne inteligencije u prometu. Objasniti će se definicija umjetne inteligencije te sam početak primjene u prometu. Usporediti će se efikasnost prometa prije i poslije primjene.

Ključne riječi: umjetna inteligencija, promet, vozila

## **SUMMARY**

Goal of this research is the future of artificial intelligence in traffic. Definition of artificial intelligence will be explained, as well as the start of use in traffic. Traffic efficiency before and after application will be compared.

Key words: artificial intelligence, traffic, vehicles

# SADRŽAJ

SAŽETAK.....	I
SUMMARY .....	I
1. UVOD .....	1
2. ŠTO JE UMJETNA INTELIGENCIJA? .....	2
2.1 POVIJEST UMJETNE INTELIGENCIJE.....	3
2.2 OSNOVNE FUNKCIJE .....	4
2.3 IZAZOVI.....	7
2.3.1 Rješavanje problema .....	7
2.3.2 Prikaz znanja .....	8
2.3.3 Planiranje.....	8
2.3.4 Učenje .....	9
2.3.5 Obrada prirodnog jezika.....	9
2.3.6 Zapažanja .....	10
2.3.7 Kretanje i manipulacija .....	10
2.3.8 Socijalna inteligencija .....	11
2.3.9 Opća inteligencija.....	12
2.4 PRISTUPI .....	12
2.4.1 Kibernetika i simulacija mozga.....	13
2.4.2 Simbolika .....	13
2.4.3 Kognitivna simulacija .....	13
2.4.4 Logički baziran pristup.....	14
2.4.5 Anti-logički pristup .....	14
2.4.6 Pristup baziran na znanju .....	14
2.4.7 Pod-simbolički pristup .....	14
2.4.8 Utjelovljena inteligencija .....	15
2.4.9 Računalna inteligencija .....	15
2.4.10 Statističko učenje.....	15
3. PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE U PROMETU .....	16
3.1 AUTONOMNA VOZILA.....	16
3.2 POVEZANA VOZILA .....	18
3.2.1 Prednosti povezanih vozila.....	18
3.2.2 Tehnologije inteligentnih vozila.....	19
3.2.2.1 Svjetski model.....	19
3.2.2.2 Planer i donositelj odluka.....	20
3.2.2.3 Računalna platforma inteligentnih vozila.....	21
3.2.2.4 Softver inteligentnih vozila .....	21

3.3	KINESKA STRATEGIJA U RAZVOJU INTELIGENTNIH VOZILA .....	22
3.4	INTELIGENTNA PROMETNA SVJETLA.....	23
3.4.1	Prednosti.....	23
3.4.2	Prepreke komercijalizacije .....	24
3.4.3	Jednostavniji sustavi.....	24
3.5	OPTIMIZACIJA PROMETA .....	24
3.5.1	Tehnike.....	24
3.5.2	Kontrola prometa u stvarnom vremenu.....	25
3.6	SKALABILNA KONTROLA URBANOG PROMETA.....	26
3.6.1	Dizajn .....	26
3.6.2	Kritike .....	27
3.7	UMJETNI PUTNIK.....	28
3.7.1	Glasovno upravljanje.....	28
3.7.2	Prepoznavanje govora .....	29
3.7.3	Sprečavanje pospanosti vozača .....	29
3.7.4	Distribucijsko korisničko sučelje između automobila.....	30
4.	ZAKLJUČAK .....	31
	LITERATURA.....	32
	POPIS SLIKA .....	33
	POPIS KRATICA .....	33

## 1. UVOD

Umjetna inteligencija danas ima širok spektar upotrebe. Fokus ovog rada će biti umjetna inteligencija u prometu i automobilskoj industriji, konkretnije budućnost primjene iste. Kako ljudski mozak nije još u potpunosti istražen i shvaćen, tako ni umjetna inteligencija nije u potpunosti istražena. Umjetna inteligencija je sama po sebi još relativno nova vrsta tehnologije, a u auto industriji i prometu se koristi tek dvadesetak godina. Uz pomoć inteligentnog prometa i inteligentnih vozila, broj prometnih nesreća se smanjuje iz godine u godinu, povećava se sigurnost ne samo vozača, već i pješaka. Osim sigurnosti, smanjuju se prometne gužve, a samim time i smanjuje onečišćenje zraka i proizvodnja stakleničkih plinova. U automobile se ugrađuju i umjetni putnici koji fokusiraju vozača na vožnju, održavaju ga budnim ukoliko je umoran. No, ovi inteligentni sustavi nisu bez mana, te kao takvi dobivaju kritike. U ovom radu će se proći i prednosti i mane radi kojih se kritizira. Bez obzira na kritike, neosporno je da umjetna inteligencija, ne samo u prometu, već općenito podiže kvalitetu života i olakšava svakodnevne funkcije čovjeka.



## 2. ŠTO JE UMJETNA INTELIGENCIJA?

Umjetna inteligencija je sposobnost sustava da interpretira podatke iz vanjskih utjecaja, te da iz istih uči i upotrebljava ih za postizanje određenih ciljeva, odnosno zadataka. Suvremene strojne mogućnosti općenito klasificirane kao umjetna inteligencija uključuju uspješno razumijevanje ljudskog govora, nadmetanje na najvišoj razini u strateškim sustavima igre, autonomno upravljanje automobilima, inteligentno usmjeravanje u mrežama za dostavu sadržaja i vojne simulacije<sup>1</sup>.

Umjetna inteligencija je osnovana kao akademska disciplina 1955. godine. Većinu svoje povijesti istraživanje umjetne inteligencije bilo je podijeljeno na potpodručja koja često međusobno ne komuniciraju. Ta se potpodručja temelje na tehničkim razmatranjima poput određenih ciljeva (npr. robotika), upotrebe određenih alata (npr. logika) ili duboke filozofske razlike.

Tradicionalni problemi i ciljevi istraživanja umjetne inteligencije uključuju rasuđivanje, predstavljanje znanja, planiranje, učenje, obradu prirodnog jezika, percepciju i sposobnost kretanja i manipulacije predmetima. Opća inteligencija je jedna od dugoročnih ciljeva u ovom području. Pristupi uključuju statističke metode, računalnu inteligenciju i tradicionalnu simboličnu umjetnu inteligenciju. Koriste se mnogi alati, uključujući izvedbe pretraživanja i matematičke prilagodbe, umjetne neuronske mreže i metode temeljene na statistici, vjerojatnosti i ekonomiji. Područje umjetne inteligencije se bazira na informatičkoj znanosti, matematici, psihologiji, lingvistici, filozofiji i mnogim drugim područjima. Područje je utemeljeno na pretpostavci da se ljudska inteligencija može dovoljno precizno opisati da se može načiniti stroj da ju simulira. To stvara filozofske argumente o prirodi uma i etici stvaranja umjetnih bića podarenih ljudskom inteligencijom. U nekim slučajevima se smatra da je umjetna inteligencija opasnost za čovječanstvo ako napreduje neometano, dok se u drugim slučajevima smatra da postoji rizik od masovne nezaposlenosti zbog nove tehnološke revolucije. U 21. stoljeću su tehnike umjetne inteligencije postale bitan dio tehnološke industrije, pomažući u rješavanju mnogih izazovnih problema u području matematike, softverskog inženjerstva i operativnih istraživanja.

---

<sup>1</sup> Maloof M.: „Artificial Intelligence: An Introduction“, 2017.

## 2.1 POVIJEST UMJETNE INTELIGENCIJE

Umjetna bića koja su sposobna misliti su se pojavili još u antičko doba, a bila su popularna i u fikciji, kao na primjer Frankenstein. Takve priče su pokrenule mnoga pitanja o etici umjetne inteligencije.

Proučavanje mehaničkog razmišljanja u antici je započelo kod filozofa i matematičara. Proučavanje matematičke logike dovelo je izravno do teorije računanja Alana Turinga koja je sugerirala da stroj pomicanjem jednostavnih simbola poput „0“ i „1“ može simulirati bilo koji zamislivi čin matematičkog odbitka. Uvid da digitalna računala mogu simulirati bilo koji proces mehaničkog rasuđivanja je poznat kao teza Church-Turing. Uz istodobna otkrića iz neurobiologije, teorije informacija i kibernetike, ovo je navelo istraživače da razmotre mogućnost izgradnje elektroničkog mozga. Turing je predložio promjenu pitanja iz toga „je li stroj inteligentan“ u „je li strojevima moguće pokazati inteligentno ponašanje“<sup>2</sup>. Prvi rad koji je prepoznat kao umjetna inteligencija jest dizajn za Turingove cjelovite „umjetne neurone“ iz 1943. od Warrena Sturgisa McCullocha i Waltera Pittsa.

Područje istraživanja umjetne inteligencije kakva je poznata danas je započelo u radionici na fakultetu Dartmouth 1956. godine, gdje je John McCarthy izmislio izraz „Umjetna inteligencija“ kako bi izdvojio područje od kibernetike i izbjegao utjecaj kibernetičara Norberta Wienera. Sudionici Allen Newel (CMU), Herbert Simon (CMU), John McCarthy (MIT), Marvin Minsky (MIT) i Arthur Samuel (IBM) su postali osnivači i vođe istraživanja umjetne inteligencije. Oni i njihovi studenti su stvorili programe koje su novine opisali kao „zapanjujuće“: računala su učila strategije provjere, rješavali probleme u algebri, dokazivala logičke teoreme i govorili engleski jezik. Sredinom 1960-ih istraživanja u SAD-u je financiralo ministarstvo obrane, a širom svijeta su uspostavljeni laboratoriji. Osnivači umjetne inteligencije su bili optimistični u pogledu budućnosti: Herbert Simon je predvidio da će strojevi za 20-ak godina biti sposobni raditi bilo koji zadatak kao i čovjek. Marvin Minsky se također složio da će unutar jedne generacije problem „stvaranja“ umjetne inteligencije biti znatno riješen.

S vremenom je napredak usporio, i 1974. godine su prekinuta sva istraživanja u vezi umjetne inteligencije zbog konstantnog pritiska i kritiziranja oko financiranja takvih projekata. Narednih nekoliko godina je bilo teško dobiti sredstva za bilo kakve projekte umjetne inteligencije, to doba se nazvalo „Zimom umjetne inteligencije“.

---

<sup>2</sup> Berlinski, D.: „The advent of the algorithm: the 300-year journey from an idea to the computer“, 2001.,

Početak 1980-ih je istraživanje umjetne inteligencije oživjelo zbog komercijalnog uspjeha stručnih sustava, oblika programa koji je simulirao znanje i analitičke vještine ljudskih stručnjaka. Do 1985. godine je tržište umjetne inteligencije postiglo vrijednost preko milijardu dolara. U isto vrijeme, japanski računalni projekt pete generacije je potaknuo američku i britansku vladu da obnove sredstva za akademska istraživanja, no zbog propadanja tržišta Lisp Machine 1987. godine su sredstva opet ukinuta. Krajem 1990-ih i početkom 21. stoljeća se umjetna inteligencija počela koristiti za logistiku, dana mining, medicinsku dijagnostiku i druga područja. Zbog posvećenosti istraživača matematičkim metodama i znanstvenim standardima, došlo je do novih veza između umjetne inteligencije i drugih područja (poput statistike, ekonomije i matematike) što je dovelo do velikog uspjeha. Deep Blue je postao prvi računalni sustav igranja šaha koji je 11. svibnja 1997. pobijedio Garryja Kasparova, vladajućeg svjetskog prvaka u šahu. 2011. godine je IBM-ov sustav „Watson“ odgovora na pitanja pobijedio dva najbolja igrača u kvizu „Jeopardy!“. Brža računala, algoritamska poboljšanja i pristup velikim količinama podataka omogućili su napredak u strojnom učenju i percepciji. Metode „dubokog učenja“ su počele dominirati mjerilima točnosti 2012. godine. Kinect, sustav koji pruža 3D sučelje tijela i pokreta za Xbox 360 i Xbox One, koristi algoritme nastale iz dugotrajnog istraživanja umjetne inteligencije.

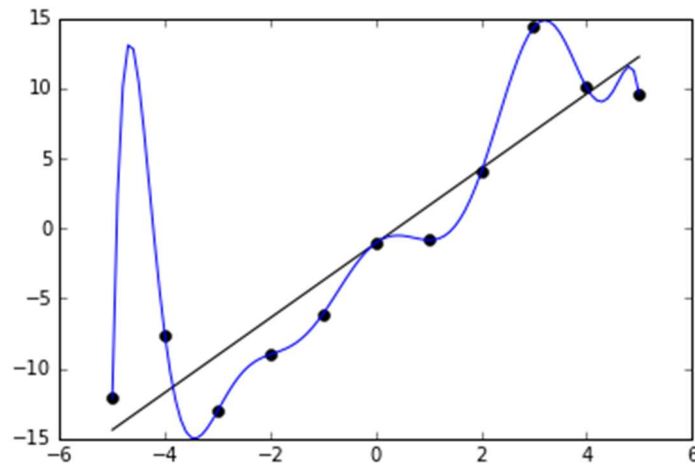
## 2.2 OSNOVNE FUNKCIJE

Klasična umjetna inteligencija analizira svoje okruženje i poduzima akcije kako bi izvela zadatak što uspješnije. Namjenska uslužna funkcija ili cilj može biti jednostavna („0“ za „ne“, a „1“ za „da“) ili složena (Napraviti slične matematičke radnje slične onima napravljenim ranije). Ciljevi se mogu izričito definirati ili potaknuti. Ako je model umjetne inteligencije programiran za „učvršćivanje učenja“, ciljevi se mogu implicitno potaknuti nagrađivanjem nekih vrsta ponašanja ili kažnjavanjem drugih. Alternativno, evolucijski sustav može inducirati ciljeve pomoću „fitness“ funkcije kako bi napredovao i replicirao bolje sustave umjetne inteligencije, slično kao što su životinje evoluirale kako bi ostvarile ciljeve poput pronalaska hrane. Neki sustavi ne daju ciljeve, osim u mjeri u kojoj su ciljevi implicitni u podacima o obuci.

Umjetna inteligencija se često vrti oko korištenja algoritama. Algoritam je skup smislenih uputa koje mehaničko računalo može izvesti. Složeni algoritam se često ugrađuje na druge, jednostavnije algoritme. Primjer jednostavnog algoritma je igra „kaladont“.

Veliki dio istraživanja o umjetnoj inteligenciji uključuje pronalaženja načina i izbjegavanje razmatranja širokog spektra mogućnosti koje vjerojatno neće biti korisne. Npr. gledajući kartu tražeći najkraću rutu vožnje od Rijeke do Zagreba, može se u većini slučajeva preskočiti gledanje bilo kojeg puta kroz Liku ili Sloveniju; na taj način, model ima algoritam pronalaženja puta kojim može izbjeći kombinacijsku „eksploziju“ koja bi nastala ako bi se zauzvrat trebao razmotriti svaki mogući put.

Najraniji (najjednostavniji) pristup umjetnoj inteligenciji bila je simbolika: „Ako inače zdrava odrasla osoba ima temperaturu, onda može imati gripu“. Drugi, opći pristup je Bayesov zaključak: „Ako trenutni pacijent ima temperaturu, treba prilagoditi vjerojatnost da je imao gripu na određeni način“. Treći i glavni pristup, izuzetno popularan u rutinskim poslovnim aplikacijama su analizatori: „Nakon ispitivanja evidencije poznatih prošlih pacijenata čija temperatura, simptomi, starost i ostali faktori uglavnom odgovaraju trenutnom pacijentu, X postotak tih pacijenata je imalo gripu“. Četvrti pristup je teže intuitivno razumjeti, ali inspiriran je načinom rada moždanih stanica: pristup umjetnoj neurološkoj mreži koristi umjetne „neurone“ koji se mogu naučiti uspoređujući sebe sa željenim izlazom i mijenjajući snage veze između njegovih unutarnjih neurona tako da se „pojačaju“ veze koje su se činile korisnim. Ova se četiri pristupa mogu preklapati jedni sa drugima i s evolucijskim sustavima. Npr. neuronske mreže mogu naučiti praviti zaključke, generalizirati i vršiti analogije. Neki sustavi implicitno ili eksplicitno koriste više ovih pristupa, pored mnogih drugih algoritama: najbolji pristup ovisi o zadanom problemu. Algoritmi učenja funkcioniraju na temelju toga da će strategije, algoritmi i zaključci koji su u prošlosti dobro funkcionirali vjerojatno nastaviti raditi dobro u budućnosti. Ovi zaključci mogu biti očiti, poput „budući da je sunce svako jutro izlazilo zadnjih X dana, vjerojatno će i sutra ujutro izaći“. Oni mogu biti u nijansama, poput „X postotak obitelji ima geografski odvojene vrste s varijantama boja, pa postoji Y postotak šanse da postoje neotkriveni crni labudovi“. Ovi algoritmi također rade na temelju „Occamove britve“: najjednostavnija teorija je ona koja objašnjava podatke. Stoga, prema Occamovom principu algoritam mora biti dizajniran tako da preferira jednostavnije teorije prije složenih teorija, osim u slučajevima kada se složena teorija pokaže znatno boljom.



*Slika 1 Primjer prekomjernog opremanja*

Prekomjerno opremanje je izrada analize koja približno ili točno odgovara određenom skupu podataka te stoga ne uspijeva „opremiti“ dodatne podatke ili pouzdano predvidjeti buduća opažanja. Mnogi sustavi pokušavaju smanjiti prekomjerno opremanje „nagrađivanjem“ teorije u skladu s time koliko se ona uklapa u podatke, ali sankcionira teoriju u skladu sa njenom složenošću. Osim klasičnog prekomjernog opremanja, može doći i do obrade pogrešnih podataka. Automobil sa sustavom auto-pilota koji vozi samo pomoću neuronske mreže može utvrditi koji se dijelovi slike podudaraju sa prethodnim slikama pješaka, a zatim modelirati ta područja kao sporo kretanje, ali nepredvidive pravokutne prizme koje je potrebno izbjegavati.



*Slika 2 Primjer klasifikatora slika*

U usporedbi s ljudima, postojećem modelu UI nedostaje nekoliko značajki ljudskog „zdravog razmišljanja“; najvažnije je da ljudi imaju snažne mehanizme za razmišljanje o „procesnoj fizici“ poput prostora, vremena i fizičke interakcije. Ljudi također imaju snažan mehanizam psihologije koji im pomaže u tumačenju rečenica na prirodnom jeziku. Ovaj

nedostatak „općeg znanja“ znači da umjetna inteligencija često čini drugačije pogreške nego što to čine ljudi, na načine koji mogu djelovati nerazumljivo. Na primjer, postojeći automobili koji posjeduju funkciju auto-pilota ne mogu razumjeti lokaciju ni namjere pješaka na isti način na koji to čine ljudi, pa umjesto toga moraju koristiti neljudske načine razmišljanja kako bi izbjegli nezgode.

## **2.3 IZAZOVI**

Kognitivne mogućnosti postojećih arhitektura su vrlo ograničene, koristeći samo pojednostavljenu verziju onoga za što je inteligencija uistinu sposobna. Na primjer, ljudski um je smislio načine koji mogu bez ikakvih razloga i logičnih objašnjenja objasniti nešto u različitim pojavama u životu. Ono što bi u protivnom moglo biti izravno, jednako težak problem može biti izazovan za rješavanje, za razliku od korištenja ljudskog uma. Iz toga proizlaze dvije klase modela: strukturalni i funkcionalni. Strukturalni modeli imaju cilj da oponašaju osnovne operacije uma kao što su rasuđivanje i logika. Funkcionalni model se odnosi na uzajamnu vezu podataka i izračuna.

Opći istraživački cilj umjetne inteligencije je stvaranje tehnologije koja omogućava računalima i strojevima da inteligentno funkcioniraju. Opći problem simuliranja inteligencije je podijeljen na pod-probleme. Oni se sastoje od određenih osobina ili mogućnosti za koje istraživači očekuju da će se prikazati inteligentan sustav. U nastavku su opisane osobine koje su privukle najviše pažnje.

### **2.3.1 Rješavanje problema**

U ranim istraživanjima su razvijeni algoritmi koji su oponašali postupno zaključivanje koje ljudi koriste kada rješavaju zagonetke ili izrađuju logičke zaključke. Krajem 80-ih i početkom 90-ih godina prošlog stoljeća, istraživanje umjetne inteligencije razvilo je metode za bavljenje neizvjesnim ili nepotpunim informacijama, koristeći koncepte vjerojatnosti i ekonomije. Ovi algoritmi pokazali su se nedovoljnim za rješavanje velikih problema s obrazloženjem, jer su doživjeli „kombinatoričku eksploziju“: postali su eksponencijalno sporiji kako su problemi postajali sve veći. Čak i ljudi rijetko koriste postepenu dedukciju koju su rana istraživanja uspjela modelirati; oni većinu svojih problema rješavaju brzim, intuitivnim prosudbama.

### **2.3.2 Prikaz znanja**

Prikaz znanja i inženjerstvo znanja su središnji dio klasičnog istraživanja umjetne inteligencije. Neki „stručni sustavi“ pokušavaju okupiti eksplicitna znanja koja posjeduju stručnjaci iz neke uske domene. Uz to, neki projekti pokušavaju prikupiti „zdravo-razumsko znanje“ poznato prosječnom čovjeku u bazu podataka koja sadrži opsežno znanje o svijetu. Ono što bi sveobuhvatna baza znanja sadržavala jesu: predmeti, svojstva, kategorije i odnosi između predmeta, situacije, događaji, stanja i vrijeme, uzroci i posljedice, znanje o znanju, te mnoge druge manje istražene domene. Prikaz „onoga što postoji“ je ontologija; skup objekata, odnosa, koncepata i svojstava formalno je opisan kako bi ih softverski agenti mogli interpretirati. Semantika tih podataka uhvaćena je kao logički pojam opisa, uloge i pojedinca na jeziku web-ontologije. Najopćenitije ontologije nazivaju se gornjim ontologijama koje pokušavaju stvoriti temelj za sva ostala znanja, djelujući kao posrednici između ontologija domena koje pokrivaju specifična znanja o određenoj domeni znanja. Takvi formalni prikazi znanja mogu se koristiti u indeksiranju i pretraživanju na temelju sadržaja, interpretaciji scena, potpori kliničkim odlukama, otkrivanju znanja te drugih područja.

### **2.3.3 Planiranje**

Inteligentni „agenti“ moraju biti sposobni postavljati ciljeve i ostvariti ih. Potreban im je način da vizualiziraju budućnost, odnosno reprezentaciju stanja svijeta kako bi mogli predvidjeti kako će ih njihovi postupci promijeniti, te moći donositi izbore koji će maksimizirati korisnost dostupnih izbora. U klasičnim problemima planiranja agent može pretpostaviti da je to jedini sustav koji djeluje na svijetu, omogućavajući agentu da bude siguran u posljedice svojih postupaka. Međutim, ako agent nije jedini, onda mora razmisliti sa nesigurnošću. To zahtijeva agenta koji može ne samo procijeniti svoju okolinu i predvidjeti, već i procijeniti njena predviđanja i prilagoditi se na temelju svoje procjene. Multi-agent planiranje koristi suradnju i „natjecanje“ više agenata za postizanje zadanog cilja. Brzo ponašanje poput ovog koriste se evolucijskim algoritmima i inteligencijom rojeva.

### 2.3.4 Učenje

Strojno učenje, koje je temeljni koncept istraživanja umjetne inteligencije, jest proučavanje računalnih algoritama koji se automatski poboljšavaju iskustvom. Učenje bez nadzora je sposobnost pronalaska obrazaca u struji unosa, bez potrebe da čovjek prvo označi unose. Nadzirano učenje uključuje i klasifikaciju i numeričku regresiju, koja zahtijeva da čovjek prvo označi ulazne podatke. Klasifikacija se koristi kako bi se odredilo kojoj kategoriji što pripada, a događa se nakon što program vidi niz primjera iz nekoliko kategorija. Regresija je pokušaj stvaranja funkcije koja opisuje odnos između ulaza i izlaza i predviđa kako bi se izlazi trebali mijenjati kako se ulazi mijenjaju. Klasifikatori i polaznici regresije se oboje mogu promatrati i kao „aproksimatori funkcije“ koji pokušavaju naučiti nepoznatu funkciju; na primjer, na klasifikator neželjene pošte može se gledati kao na učenje funkcije koja preslikava iz teksta e-pošte u jednu od dvije kategorije, „spam“ ili „nije spam“. Teorija računalnog učenja može procijeniti učenike prema složenosti računanja, prema složenosti uzorka ili drugim pojmovima optimizacije. U učenju pojačanja agent se „nagrađuje“ za dobre reakcije, a „kažnjava“ za loše. Agent koristi ovaj slijed „nagrada“ i „kazni“ kako bi oblikovao strategiju djelovanja u svom problematičnom prostoru.

### 2.3.5 Obrada prirodnog jezika

Obrada prirodnog jezika omogućuje strojevima mogućnost čitanja i razumijevanja ljudskog jezika. Dovoljno moćan sustav obrade prirodnog jezika bi omogućio korisnička sučelja na prirodnom jeziku i stjecanje znanja izravno iz izvora pisanih od ljudi, poput tekstova vijesti. Neke neposredne aplikacije za obradu prirodnog jezika uključuju pronalaženje informacija, „rudarstvo“ teksta, odgovaranje na pitanja i strojni prijevod. Mnogi trenutni pristupi koriste frekvencije zajedničkog pojavljivanja riječi za konstrukciju sintaktičkih prikaza teksta. Strategije pretraživanja ključnih riječi za pretraživanje su popularne i skalabilne, ali neumjesne; upit za pretraživanje „pas“ može odgovarati dokumentima samo s doslovnom riječju „pas“ i propustiti dokument s riječju „pudlica“. Strategije „leksičke srodnosti“ koriste pojavu riječi poput „nesreća“ za procjenu osjećaja dokumenta. Suvremeni statistički pristupi obrade jezika mogu kombinirati sve ove strategije kao i druge i često postižu prihvatljivu točnost na razini stranice ili odlomka, ali i dalje nedostaje semantičkog razumijevanja potrebnog za dobro razvrstavanje izoliranih rečenica. Pored uobičajenih poteškoća u kodiranju semantičkog zdravog razuma, postojeće semantičke obrade jezika ponekad nedovoljno obrađuju podatke da bi bili iskoristivi u



poslovnoj primjeni. Pored semantičke obrade, krajnji cilj „narativne“ obrade jezika je utjelovljenje cjelovitog razumijevanja zdravo-razumskog rasuđivanja.

### 2.3.6 Zapažanja

Strojno zapažanje je mogućnost korištenja ulaznih podataka od senzora (poput kamere, mikrofona i slično) za zaključivanje aspekata svijeta. Aplikacije uključuju prepoznavanje govora, prepoznavanje lica i prepoznavanje predmeta. Računalni vid je sposobnost analize vizualnog unosa. Takav je unos obično dvosmislen; div visok 50 metara može proizvesti potpuno iste piksele kao i obližnji pješak normalne veličine, zahtijevajući da umjetna inteligencija procijeni relativnu vjerojatnost i razumnost različitih interpretacija, na primjer koristeći svoj „objektni model“ za procjenu da pedesetak metara visok pješak ne postoji.



*Slika 3 Detekcija ruba prikazana na slici pomaže umjetnoj inteligenciji sastaviti informativne apstraktne strukture iz neobrađenih podataka*

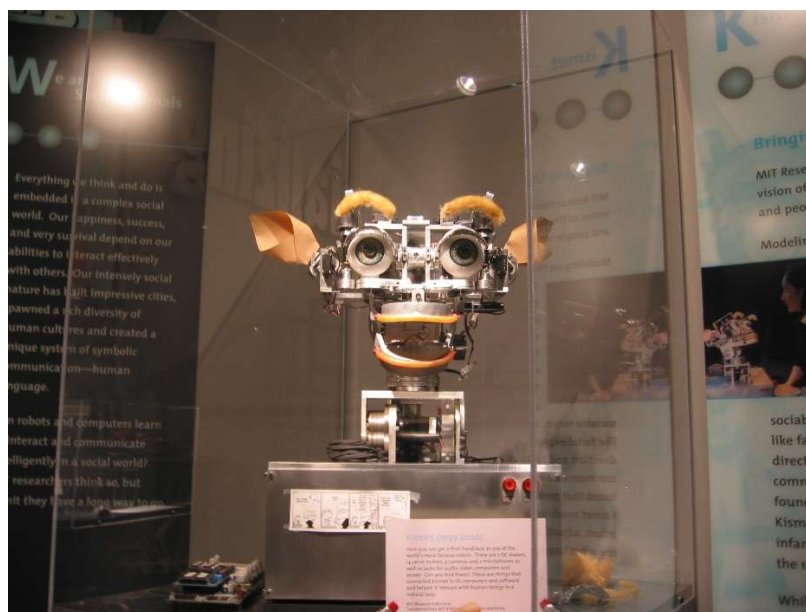
### 2.3.7 Kretanje i manipulacija

Umjetna inteligencija se uvelike koristi u robotici. Napredno robotske ruke i drugi industrijski roboti, koji se široko koriste u modernim tvornicama, mogu naučiti iz iskustva kako se kretati učinkovito unatoč prisutnosti trenja i proklizavanja zupčanika. Moderni mobilni robot, kada mu je dano malo, statično i vidljivo okruženje, lako može odrediti njegovu lokaciju i preslikati svoje okruženje; međutim dinamička okruženja, poput unutrašnjosti pacijentovog tijela (u endoskopiji) koje diše, predstavljaju veći izazov. Planiranje pokreta je proces razbijanja pokreta u „primitivce“, poput pojedinačnih pokreta u zglobovima. Takvo kretanje često uključuje skladno kretanje, proces u kojem za kretanje treba održavati fizički kontakt s predmetom. Moravecov paradoks generalizira da senzomotorne vještine niske razine koje ljudi uzimaju zdravo za gotovo, teško je programirati u

robot; paradoks je nazvan po Hansu Moravecu, koji je 1988. izjavio da je „relativno lako natjerati računala da pokazuju performanse na razini odraslih na testovima inteligencije, a teško je ili nemoguće im dati vještinu jednogodišnjeg djeteta kad dolazi do percepcije i mobilnosti“. To se pripisuje činjenici da je fizička spretnost milionima godina izravna meta prirodnoj selekciji.

### 2.3.8 Socijalna inteligencija

Moravecov paradoks može se proširiti na mnoge oblike socijalne inteligencije. Distribuirana koordinacija autonomnih vozila s više agencija je i dalje težak problem. Afektivno računanje je interdisciplinarni „kišobran“ koji sadrži sustave koji prepoznaju, tumače, obrađuju ili simuliraju ljudske utjecaje. Umjereni uspjesi povezani s afektivnim računanjem uključuju analizu tekstualnih osjećaja i, u današnje vrijeme, multi modalnu analizu utjecaja, pri čemu umjetna inteligencija klasificira utjecaje koje prikazuje subjekt s video snimkom. Dugoročno gledano, socijalne vještine i razumijevanje ljudskih emocija i teorije igara bile bi korisne socijalnom agentu. Sposobnost predviđanja postupaka drugih tako da agent razumije njihove motive i emocionalna stanja bi omogućila donošenje boljih odluka. Neki računalni sustavi oponašaju ljudsku emociju i izraze kako bi postali osjetljiviji na emocionalnu dinamiku ljudske interakcije ili na drugi način olakšali interakciju čovjek-računalo. Slično tome, neki virtualni asistenti se programiraju da razgovaraju ili smišljaju šale; ovo naivnim korisnicima daje nerealnu predstavu o tome koliko su zapravo postojeći računalni agenti inteligentni.



*Slika 4 Kismet, robot sa osnovnim socijalnim vještinama*

### **2.3.9 Opća inteligencija**

Povijesno su projekti poput Cyc baze znanja (1984.-) i masovne japanske inicijative Computer Pete Generation Computer Systems (1982.-1992.) pokušali pokriti širinu ljudske spoznaje. Ovi rani projekti nisu uspjeli izbjeći ograničenja ne-kvantitativnih simboličkih logičkih modela i, retrospektivno, u velikoj mjeri su podcijenili poteškoće umjetne inteligencije u više domena. U današnje vrijeme, velika većina sadašnjih istraživača umjetne inteligencije umjesto toga radi na „uskim“ aplikacijama umjetne inteligencije, poput medicinske dijagnoze ili automobilske navigacije. Mnogi istraživači predviđaju da će takav rad „uske umjetne inteligencije“ u različitim pojedinačnim domenama na kraju biti ugrađen u stroj s umjetnom općom inteligencijom, kombinirajući većinu već spomenutih užih vještina i u nekom trenutku čak premašiti ljudske sposobnosti u većini ili svim područjima. Jedan od važnijih primjera je da je DeepMind u 2010.-im godinama razvio „generaliziranu umjetnu inteligenciju“ koja je mogla samostalno naučiti mnoge raznolike Atari igre, a kasnije je razvijena i varijanta sustava koji uspijeva u sekvencijalnom učenju. Osim učenja o transferu, proboj hipotetičkih općih umjetnih inteligencija mogao bi uključivati razvoj reflektivnih arhitektura koje se mogu uključiti u meta-razumijevanje teorijskog odlučivanja i pronalaženje načina kako „razbiti“ sveobuhvatnu bazu znanja iz čitavog nestrukturiranog interneta.

Mnogi problemi mogu također zahtijevati opću inteligenciju ako strojevi trebaju riješiti probleme kao ljudi. Na primjer, čak i specifični neposredni zadaci, poput strojnog prijevoda, zahtijevaju da stroj čita i piše na oba jezika, slijedi autorovu argumentaciju, zna o čemu se govori i vjerno reproducira izvor autorove namjere. Problem poput strojnog prijevoda smatra se „cjelovitom umjetnom inteligencijom“, jer se svi ti problemi moraju riješiti istovremeno kako bi se postigli radni strojevi na razini ljudi.

## **2.4 PRISTUPI**

Ne postoji utvrđena objedinjujuća teorija ili paradigma koja bi upravljala istraživanjem umjetne inteligencije. Nekoliko dugotrajnih pitanja koja još uvijek nisu odgovorena su: treba li umjetna inteligencija simulirati prirodnu inteligenciju proučavanjem psihologije ili neurobiologije? Je li ljudska biologija nebitna za istraživanje umjetne inteligencije kao što je biologija ptica za zrakoplovni inženjering? Može li se inteligentno ponašanje opisati pomoću jednostavnih, elegantnih principa?

### **2.4.1 Kibernetika i simulacija mozga**

U četrdesetim i pedesetim godinama prošlog stoljeća, brojni istraživači su istraživali vezu između neurobiologije, teorije informacija i kibernetike. Neki od njih izgradili su strojeve koji su koristili elektroničke mreže za iskazivanje rudimentarne inteligencije. Mnogi od tih istraživača su se okupili na sastancima teleološkog društva na sveučilištu Princeton i Ratio cluba u Engleskoj. Do 1960. ovaj je pristup u velikoj mjeri napušten, iako su njegovi elementi oživljeni u 1980-im godinama.

### **2.4.2 Simbolika**

Kada je sredinom 1950-ih godina pristup digitalnima računalima postao moguć, istraživanje umjetne inteligencije krenulo je istraživati mogućnost da se ljudska inteligencija može svesti na manipulaciju simbolima. Istraživanje je bilo usredotočeno na tri institucije: sveučilište Carnegie Mellon, Stanford i MIT, gdje je svaka institucija razvila svoj stil istraživanja. John Haugeland je nazvao ove simboličke pristupe „dobrom staromodnom umjetnom inteligencijom“. Tijekom šezdesetih godina simbolički pristupi su postigli veliki uspjeh u simuliranju „razmišljanja“ visoke razine u malim demonstracijskim programima. Pristupi utemeljeni na kibernetičkim ili umjetnim neuronskim mrežama napušteni su ili gurnuti u pozadinu. Istraživači šezdesetih i sedamdesetih su bili uvjereni da će simbolički pristupi na kraju uspjeti stvoriti stroj s umjetnom općom inteligencijom i smatrali su to ciljem svog polja.

### **2.4.3 Kognitivna simulacija**

Ekonomisti Herbert Simon i Allen Newell proučavali su vještine rješavanja ljudskih problema i pokušali ih formalizirati, a njihov rad je postavio temelje na području umjetne inteligencije. Njihov istraživački tim je koristio rezultate psiholoških eksperimenata kako bi razvio programe koji simuliraju tehnike koje su ljudi koristili za rješavanje problema. Ovaj pristup je kulminirao razvojem arhitekture Soar sredinom osamdesetih godina.

#### **2.4.4 Logički baziran pristup**

Za razliku od Simona i Newella, John McCarthy (Stanford) je smatrao da strojevi ne trebaju simulirati ljudsku misao, već bi trebali pokušati pronaći suštinu apstraktnog rasuđivanja i rješavanja problema, bez obzira jesu li ljudi koristili iste algoritme. Njegovo istraživanje se fokusiralo ne korištenje formalne logike za rješavanje širokog spektra problema, uključujući zastupanje znanja, planiranje i učenje. Logika je također bila fokus rada na sveučilištu u Edinburghu i ostatku Europe što je dovelo do razvoja programskog jezika Prolog i znanosti logičkog programiranja.

#### **2.4.5 Anti-logički pristup**

Istraživači Marvin Minsky i Seymour Papert (MIT) su otkrili da je za rješavanje teških problema sa procesiranjem prirodnog jezika potrebno „ad-hoc“ rješenje; tvrdili su da ne postoji jednostavan i općeniti pristup (poput logike) koji bi obuhvatio sve aspekte inteligentnog ponašanja. Roger Schank je opisao njihove „anti-logičke“ pristupe kao „neuredne“ (za razliku od onih na Stanfordu i Carnegie Mellonu). Baze znanja zdravog razuma primjer su „neuredne“ umjetne inteligencije jer se moraju graditi ručno, jednim po jednim kompliciranim konceptom.

#### **2.4.6 Pristup baziran na znanju**

Kada su oko sedamdesetih godina računala sa velikom memorijom postala dostupna, istraživači su iz sve tri institucije počeli ugrađivati znanje u aplikacije umjetne inteligencije. Ta „revolucija znanja“ dovela je do razvoja i korištenja ekspertnih sustava, prvog uistinu uspješnog oblika softvera umjetne inteligencije. Ključna komponenta arhitekture sustava za sve stručne sustave je baza znanja koja pohranjuje činjenice i pravila koja ilustriraju umjetnu inteligenciju. Revolucija znanja je također bila potaknuta spoznajom da će za mnoge jednostavne aplikacije umjetne inteligencije biti potrebne ogromne količine znanja.

#### **2.4.7 Pod-simbolički pristup**

Do osamdesetih godina činilo se da je napredak u simboličkoj umjetnoj inteligenciji stao i mnogi su vjerovali da simbolički sustavi nikada neće moći oponašati sve procese ljudske spoznaje, posebno percepciju, robotiku, učenje i prepoznavanje uzoraka. Brojni istraživači su počeli proučavati „pod-simboličke“ pristupe specifičnim problemima umjetne

inteligencije. Pod-simboličke metode uspijevaju pristupiti inteligenciji bez specifičnih prikaza znanja.

#### **2.4.8 Utjelovljena inteligencija**

Istraživači iz srodnog područja robotike poput Rodneya Brooksa, odbacili su simboličku umjetnu inteligenciju i usredotočili se na osnovne inženjerske probleme koji bi robotima omogućili kretanje i opstanak. Njihov rad je oživio ne-simboličko stajalište ranih istraživača kibernetike iz pedesetih godina i ponovo uveo upotrebu teorije kontrole u umjetnoj inteligenciji. To se poklopilo s razvojem utjelovljene teze uma u srodnom polju kognitivne znanosti: ideje da su aspekti tijela poput pokreta, opažanja i vizualizacije potrebni za višu inteligenciju.

Unutar razvojne robotike razrađuju se razvojni pristupi učenju kako bi se robotima omogućilo da akumuliraju repertoar novih vještina autonomnim samo-istraživanjem, društvenom interakcijom s ljudskim učiteljima i korištenjem mehanizama usmjeravanja.

#### **2.4.9 Računalna inteligencija**

Zanimanje za neuronske mreže i povezanost je oživio David Rumelhart sredinom osamdesetih godina. Umjetne neuronske mreže primjer su „soft“ računalstva; to su rješenja za probleme koje nije moguće riješiti s potpunom logičkom sigurnošću i gdje je često dovoljno približno rješenje. Ostali „soft“ računalni pristupi umjetne inteligencije uključuju nejasne sustave, teoriju Grey sustava, evolucijsko računanje i mnoge statističke alate. Primjena „soft“ računalstva u umjetnoj inteligenciji kolektivno se proučava rastućom disciplinom računalne inteligencije.

#### **2.4.10 Statističko učenje**

Devedesetih godina istraživači su usvojili sofisticirane matematičke alate poput Bayesove teorije odlučivanja za usporedbu ili objedinjavanje konkurentskih arhitektura. Dijeljeni matematički jezik je omogućio visoku razinu suradnje s više istraženim područjima. Nove tehnike „statističkog učenja“ su postale točnije u mnogim praktičnim domenama, poput data mininga, bez nužnog stjecanja semantičkog razumijevanja skupova podataka.

### 3. PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE U PROMETU

Prometni „pametni“ sustavi prikupljaju i analiziraju podatke o prometu, generiraju rješenja i primjenjuju ih na prometnu infrastrukturu.

Područje umjetne inteligencije u prometu je još eksperimentalno, te dobiva doprinose od raznih organizacija, vladinih tijela i sveučilišta kako bi došlo do čim bolje optimizacije prometa. Trenutno, prometni „pametni“ sustavi pružaju gradovima moć poboljšanja praćenja prometa i analitike podataka o prijevozu. Pouzdan i stabilan „pametni“ promet bi mogao biti u stanju u potpunosti autonomno kontrolirati protok prometa. Prometna inteligencija funkcionira na prikupljanju podataka iz povezanih sustava koji pružaju ulaz o prometu uživo ili godinama praćenog povijesnog prometnog ponašanja. Da bi razumio ove nestrukturirane podatke, koristi modele strojnog učenja za obradu, analizu i učenje o prometnoj infrastrukturi. Umjetna inteligencija tada koristi ove spoznaje za rješavanje prometnih problema. Osim prometnih sustava, sve se više koriste „pametna“ vozila koja uz pomoć senzora predviđaju i pretpostavljaju svoju putanju u stvarnom vremenu.

#### 3.1 AUTONOMNA VOZILA

Autonomno vozilo je vozilo koje je sposobno osjetiti svoju okolinu i kretati se sigurno s malo ili bez ljudske pomoći. Autonomna vozila kombiniraju različite senzore kako bi uočili svoju okolinu, kao što su radar, sonar, GPS, odometrija i inercijalne mjerne jedinice. Napredni upravljački sustavi tumače senzorne informacije za prepoznavanje odgovarajućih putova za navigaciju kao i prepreke i odgovarajuće signalizacije. Postoji određena nedosljednost u terminologiji koja se koristi u automobilskoj industriji samo-vozećih automobila. Različite organizacije predložile su definiranje točnog i konzistentnog rječnika. Takva nedoumica je dokumentirana u SAE J3016 u kojem se navodi da „neka nestandardizirana upotreba se povezuje autonomiju specifično sa potpunom automatizacijom vožnje, dok se druga upotreba primjenjuje na sve razine automatizacije vožnje“<sup>3</sup>.

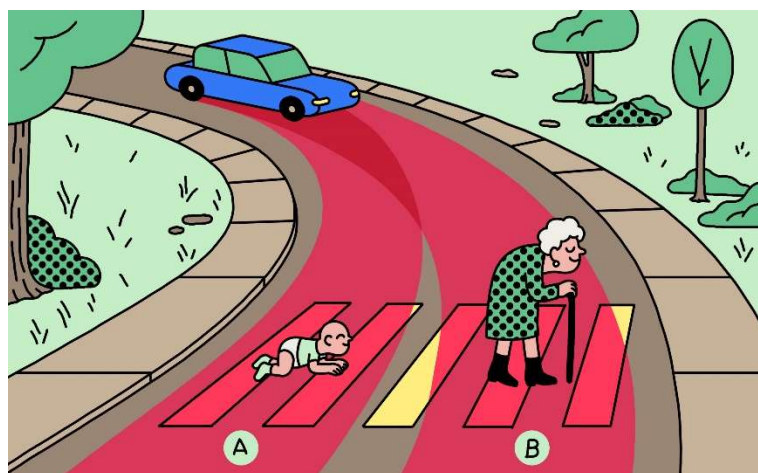
Od 2016. godine postoji preko 30 tvrtki koje koriste umjetnu inteligenciju u stvaranju automobila za samostalnu vožnju. Mnoge komponente doprinose funkcioniranju osobnih automobila. Ova vozila sadrže sustave poput kočenja, promjene prometne trake, sprečavanja sudara, navigacije i mapiranja.

---

<sup>3</sup> Li J., Cheng H., Guo H., Qiu S.: „Survey on Artificial Intelligence for Vehicles“, 2018.

Zajedno su ovi sustavi, kao i računala visokih performansi integrirana u jedno složeno vozilo. Nedavna dostignuća u autonomnim automobilima omogućila su inovaciju samo-vozećih automobila, iako su još uvijek u fazi testiranja. Vlada Velike Britanije donijela je zakonodavstvo za početak testiranja samo-vozećih kamiona u 2018. godini. Samo-vozeći kamioni se voze za „običnim“ kamionom kojeg vozi čovjek, tako da još nisu u potpunosti postali autonomni. U međuvremenu, njemačka automobilska korporacija Daimler testira Freightliner Inspiration koji je polu-autonomni kamion koji će se koristiti samo na autocesti. Glavni faktor koji utječe na sposobnost rada vozila bez vozača jest mapiranje. Općenito, vozilo bi bilo unaprijed programirano s mapom područja na kojem se vozi. Ova bi mapa sadržavala podatke o pretpostavkama ulične svjetlosti i visini pločnika kako bi vozilo bilo svjesno svoje okoline. Međutim, Google radi na algoritmu s ciljem uklanjanja potrebe za unaprijed programiranim mapama i umjesto toga stvara uređaj koji bi se mogao prilagoditi raznovrsnom novom okruženju. Neki autonomni automobili nisu opremljeni volanom ili papučicama kočnice i gasa, pa je također provedeno istraživanje usmjereno na stvaranje algoritma koji je sposoban održavati sigurno okruženje za putnike u vozilu kroz svijest o brzini i uvjetima vožnje.

Drugi čimbenik koji utječe na sposobnost automobila bez vozača je sigurnost putnika. Da bi napravili autonomni automobili, inženjeri ga moraju programirati za rješavanje situacija visokog rizika. Te bi situacije mogle uključivati frontalni sudar s pješacima. Glavni cilj automobila trebao bi biti donijeti odluku kojom bi se izbjeglo udaranje pješaka i spašavanje putnika u automobilu. Postoji mogućnost da bi automobil donio odluku kojom bi nekoga doveo u opasnost. Drugim riječima, automobil bi se trebao odlučiti spasiti pješake ili putnike. Programiranje automobila u ovim situacijama ključno je za uspješan samo-vozeći automobil.

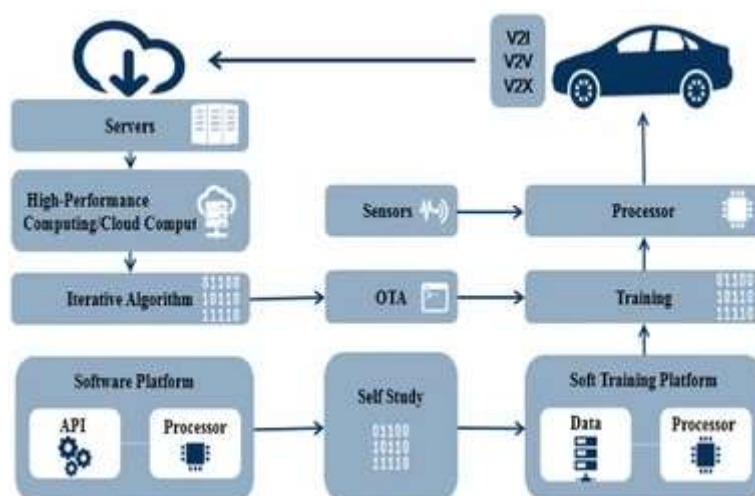


*Slika 5 Autonomni automobil mora odlučiti što će napraviti u slučaju da se ne može zaustaviti*



## 3.2 POVEZANA VOZILA

Nova generacija inteligentnih vozila sastoji se od moderne komunikacijske i mrežne tehnologije za postizanje složene percepcije okoliša, inteligentnih odluka, izradu i kontrolu funkcija, tako da se ona može integrirati za postizanje uštede energije, zaštite okoliša i udobnosti vožnje. Automobil može realizirati komunikaciju sa cestovnim prometom kroz određenu opremu koja može osigurati automobilske mreže kako bi ostvarila automobilsku komunikaciju, unutarnju komunikaciju i cestovnu komunikaciju vozila, tako da se može postići razmjena informacija unutar unutarnje i vanjske mreže i riješiti problem razmjene informacija između vozila i okoliša<sup>4</sup>.



Slika 6 Glavni faktori povezanih vozila (digitalizacija i inteligencija)

### 3.2.1 Prednosti povezanih vozila

Povezana vozila mogu izrađivati izvješća o prometu te elektroničku kartu putem GPS-a prema trenutnom stanju na cesti kao što su prometni zastoji, složeni uvjeti na cesti, sigurnost u prometu, upozorenje o sudari i usmjeravanje na ruti, tako da može ostvariti rano predviđanje ograničenja brzine ispred raskrižja.

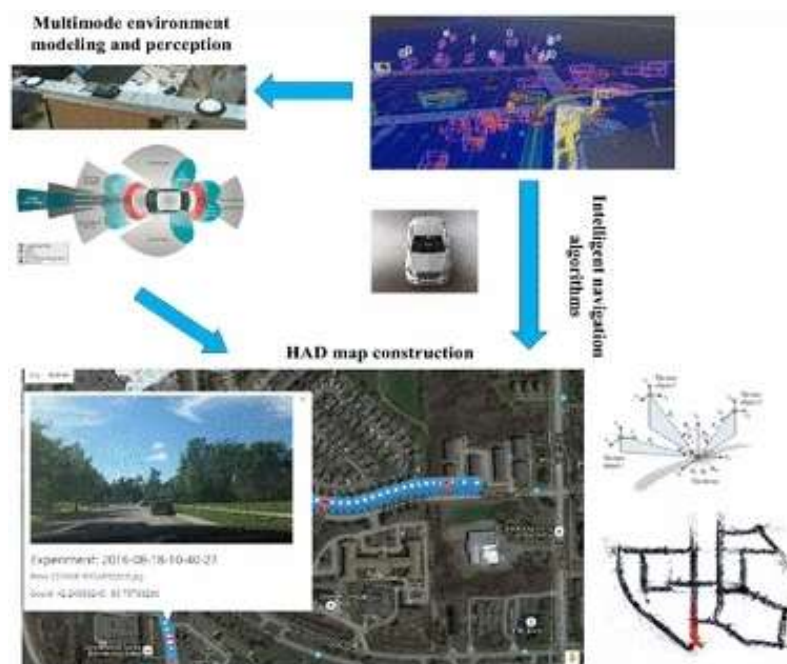
Povezana vozila mogu odrediti mjesto ukradenog vozila i put putem GPS-a kako bi se lociralo vozilo. Pored toga, performanse i stanje vozila mogu se automatski nadzirati. Ukoliko se dogodi prometna nesreća, tijekom vožnje vozač se može obratiti hitnim službama ili servisu automobila putem gumba za hitne pozive telematičkog sustava; kada se vozilo nalazi u opasnoj situaciji, vozač može primiti planove upozorenja i kriznih intervencija koje je izdao odjel za upravljanje cestovnim prometom radi osiguranja sigurnosti na cestama i nesmetanog spašavanja na cesti.

<sup>4</sup> Gilelmo, L.: „Vehicle-to-Vehicle/Vehicle-to-Infrastructure Control“

## 3.2.2 Tehnologije inteligentnih vozila

### 3.2.2.1 Svjetski model

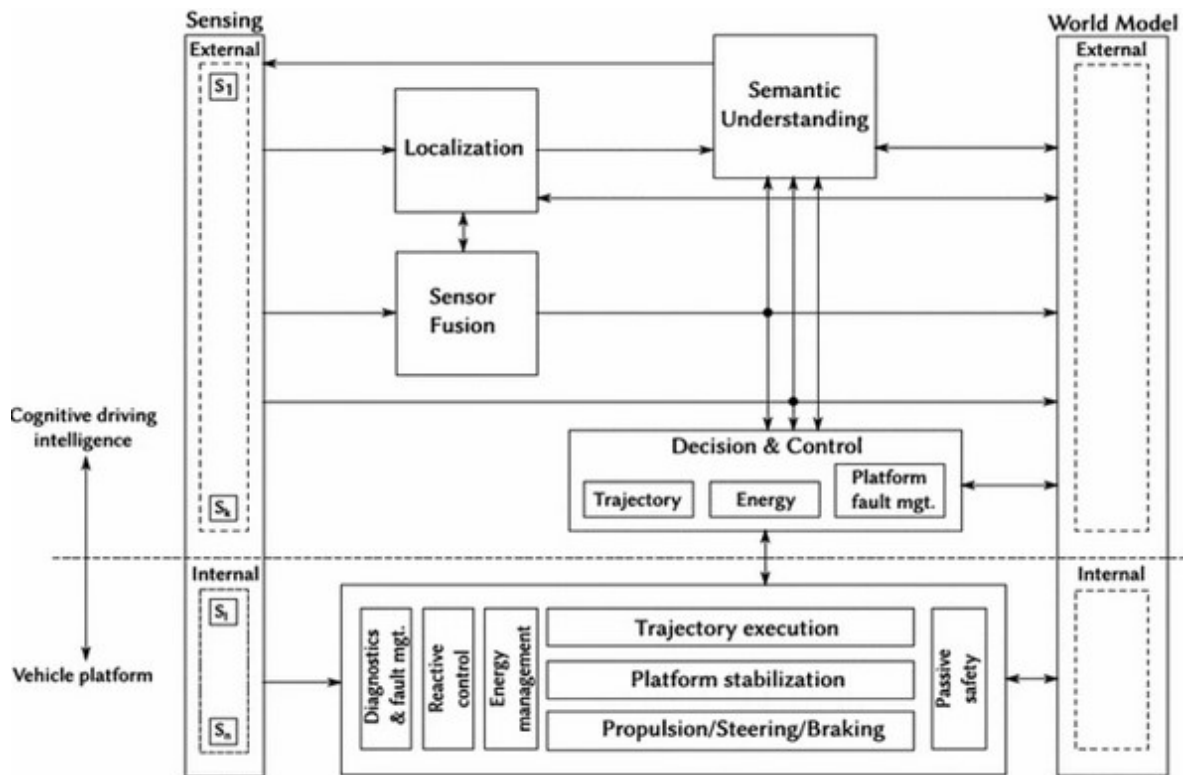
Svjetski model kao cilj mora pružiti precizan prikaz svijeta. Preciznost je ključni parametar koji mjeri performanse karte za inteligentna vozila. Istraživanje predlaže korištenje više regija potpore različitih veličina koje okružuju interesnu točku kako bi se odabrala najbolja razmjera regije podrške. Također, predlaže se nova metoda za poboljšanje svijesti o vozačevoj situaciji dinamičkim pružanjem globalnog prikaza okruženja za vozača. Trenutno su karte visokih preciznosti razvrstane u dvije klase, ADAS i HAD. Točnost ADAS karata je u metrima, dok HAD karte mogu postići točnost u centimetrima. HAD karte, osim što imaju veću točnost, posjeduju preciznije informacije o cestama, kao što su pješački prijelazi i vozne trake. Ti podaci osiguravaju stvarni prikaz ceste, stoga se HAD karte mogu koristiti u osobnim automobilima. Automobilaska inteligencija je trend auto-industrije koja zahtijeva vrlo precizne karte s velikom brzinom ažuriranja.



Slika 7 Primjer svjetskog modela

### 3.2.2.2 Planer i donositelj odluka

Modul odlučivanja integrira planiranje staza, planiranje ponašanja, referentno planiranje i planiranje pokreta, donosi konačnu inteligentnu odluku i vozi pametni automobil. Izmišljeni su razvojni okvir i novi algoritmi za analizu stanja na cesti na temelju ponašanja u vožnji, gdje se sigurnosna situacija analizira simuliranjem stvarnih ponašanja u vožnji. Na temelju unosa HAD karata i očekivanja vozača, predložena je shema planiranja staza, planiranja ponašanja, referentnog planiranja i planiranja kretanja. Dio za planiranje puta je predložiti najprikladniji put za vozača u skladu s kartama i primjenom velikih algoritama za navigaciju podataka; planiranje ponašanja predlaže antropomorfnu shemu vožnje u skladu s kartom i povijesnim ponašanjem vozača; referentno planiranje predviđa buduću putanju referentnog cilja na temelju modela unosa pomičnih prepreka na karti; planiranje kretanja kombinira druge putanje vozila i predlaže određenu kratku vremensku putanju. Donositelj odluke temelji se na predviđanju ponašanja drugih vozila i na temelju toga donosi odluke.



Slika 8 Blok shema planera i donositelja odluka

### 3.2.2.3 *Računalna platforma inteligentnih vozila*

Postoje dva glavna smjera rješenja na postojećoj platformi. Jedan je središnji način računanja koji predstavlja nVidia PX2. Drugi je raspodijeljeni proračun koji predstavljaju Intel, NXP i Infineon. Intel i nVidia se natječu za promociju samo-vozećih automobila. I Intel Go i nVidia Drive PX2 imaju iste ciljeve – osposobiti računalo da bude inteligentnije, pomoći automobilu da prepozna pješake, vozne trake i zaustavne signale, da donosi odluku na temelju podataka prikupljenih algoritmom, kamerama i senzorima.

Nova platforma za računalstvo i razvoj za cilj ima proboj na području integriranja vozila s računalnom arhitekturom umjetne inteligencije i razvoj inteligentnog modela sučelja za inteligentna vozila. Pokazalo se da je računalna platforma visokih performansi, koja može raditi s velikim podacima, apsolutno neophodna u procesu brzih i nesmetanih pokretanja novih tehnologija bez vozača.

### 3.2.2.4 *Softver inteligentnih vozila*

Napredni sustav pomoći vozaču koristi razne vrste senzora u automobilu; prikuplja podatke o okolišu u stvarnom vremenu, prepoznajući statičke i dinamičke objekte, a zatim preporučuje vozaču najprikladnije radnje za izbjegavanje opasnih situacija. Ovaj se sustav obično sastoji od GPS-a, inteligentnih transportnih sustava, automatskog parkiranja, tempomata i sustava za pomoć stajanja u istoj voznoj traci. GPS se temelji na trenutnim informacijama o prometu i kratkoročnoj prognozi, a vozaču će preporučiti najprikladniju rutu. Inteligentni transportni sustavi vozaču pružaju razne informacije o prometu, poput informacija o gužvama u stvarnom vremenu, informacijama o semaforu itd. Automatsko parkiranje pomaže vozačima u postupcima parkiranja i pruža korisne informacije, kao što je udaljenost od zida. Tempomat će omogućiti održavanje konstante brzine na autocesti. Sustav za održavanje pravca u voznoj traci će držati vozilo u voznoj traci i upozoriti vozača ako vozač izvrši nenamjerne prelaske u drugu voznu traku.

### 3.3 KINESKA STRATEGIJA U RAZVOJU INTELIGENTNIH VOZILA

Inteligentno vozilo 2.0 je nova generacija automobilske inteligencije koja je postigla cilj temeljen na novom okruženju promjene informacija. Takav cilj se odnosi na antropomorfnu polje pokretanja „učenja“ i „interakcije“ u procesu razmišljanja poput ljudskih bića. 2016. godine je otvoreno prvo testno područje „Nacionalnog inteligentnog povezanog vozila“ u Jiadingu. Prostor za demonstracije se nalazi na površini od 90km<sup>2</sup> gdje će se provoditi sveobuhvatni test inteligentnog povezanog vozila i inteligentne demonstracije prometa. U zatvorenom ispitnom području prvo razdoblje će činiti 29 funkcionalnih scenarija. Formirat će se gotovo 100 scenarija u roku od 3 godine i istraživati realizacija upozorenja o prometu u prometu, prioriteti autobusa, automatsko parkiranje i druge demonstracijske aplikacije na otvorenom putu postupno u kombinaciji s inteligentnom rasvjetom za provođenje relevantnih aplikacija.

Kina obraća pažnju na bespilotnu vožnju na nacionalnoj razini, izrađuje vrhunski dizajn i znanstveno planiranje istraživanja i industrijalizacije bespilotne tehnologije te preispituje i poboljšava zakone i propise i pruža sistemsku zaštitu za razvoj bespilotnih vozila, testiranje i komercijalnu primjenu<sup>5</sup>.

Kako se smanjuje kontrola vozača nad automobilom, fokus zakonodavne regulacije također treba biti pristranije prema proizvođačima automobila i proizvođačima automobila i proizvođačima softvera. U procesu proizvodnje automobila ministarstvo industrije i informacijske tehnologije treba uvesti poseban inspekcijski standard za bespilotna vozila, te istražiti uvjete pristupa i ispitne potrebe proizvodnih poduzeća koja su uključena u različite dijelove i softverske programe u bespilotnim vozilima i posebne standarde inspekcije proizvoda. U procesu prodaje, poslovni sektor također treba poduzeti odgovarajuće mjere kako bi povećao nadzor tržišta za bespilotna vozila i regulirati prodaju bespilotnih vozila. Za prometnu nesreću bespilotnog vozila oko podjele odgovornosti treba odrediti odgovornost za nesreću po krivici strana i stanje u vožnji kao tradicionalne prometne nesreće.

---

<sup>5</sup> Darrell M.: „Moving forward: Self-driving vehicles in China, Europe, Japan, Korea and the United States“, 2016.

### 3.4 INTELIGENTNA PROMETNA SVJETLA

Inteligentni semafori i prometni znakovi su sustav kontrole prometa koji kombinira tradicionalne semafore s nizom senzora i umjetnom inteligencijom kako bi inteligentno usmjeravao promet vozila i pješaka. Ova tehnologija je razvijena na sveučilištu Carnegie Mellon i koristi se u pilot projektu u Pittsburghu u nastojanju da se smanji emisija vozila u gradu. Za razliku od drugih dinamičkih upravljačkih signala koji podešavaju vrijeme i fazu svjetla prema ograničenjima postavljenim u regulatoru, ovaj sustav kombinira postojeću tehnologiju s umjetnom inteligencijom<sup>6</sup>.

Signalni međusobno komuniciraju i prilagođavaju se promjenjivim prometnim uvjetima kako bi se smanjilo vrijeme koje automobili provode u praznom hodu. Koristeći optičke video prijamnike slične onima koji su već korišteni u sustavima dinamičkog upravljanja, nova tehnologija nadzire brojeve vozila i u stvarnom vremenu vrši promjene u svrhu izbjegavanja gužve kad god je to moguće. Početni rezultati pilot studije su ohrabrujući: vrijeme provedeno na crvenom svjetlu je smanjeno za 40%, a vrijeme putovanja kroz grad za 25%.

#### 3.4.1 Prednosti

Tvrtke koje su uključene u razvoj inteligentnih sustava upravljanja uključuju BMW i Siemens koji su svoj sustav mrežnih prometnih svjetala predstavili 2010. Ovaj sustav radi s anti-idling tehnologijom (protiv praznog hoda) kojom su opremljeni mnogi automobili kako bi ih upozorio na predstojeće svjetlosne promjene. To bi trebalo pomoći automobilima koji imaju sustave protiv praznog hoda kako bi ih inteligentnije koristili, a informacije koje mreže dobivaju od automobila bi im trebale pomoći da prilagode trajanje svjetlosnih vremena kako bi bila učinkovitija.

U ožujku 2016. godine John F. Hart Jr. je objavio novi patent za inteligentni sustav upravljanja prometom koji „vidi“ promet kako se približava raskrižjima i reagira u skladu s onim što je potrebno da bi se protok vozila održao po najučinkovitijoj brzini. Predviđajući potrebe vozila koja se približavaju, za razliku od reagiranja na njih nakon dolaska i zaustavljanja, ovaj sustav ima potencijal uštedjeti vrijeme vozaču, a i smanjiti štetne emisije. Rumunjski i američki istraživački timovi vjeruju da bi se vremenom provedenim od strane vozača koji čekaju da se svjetla promijene moglo smanjiti za više od 28% sa uvođenjem inteligentnih semafora i da bi se emisija CO<sub>2</sub> mogla smanjiti za čak 6,5%. Velika upotreba inteligentnih semafora mogla bi biti dio sustava javnog prijevoza. Signalni

---

<sup>6</sup> Baker, F.: „The technology that could end traffic jams“, 2018.

se mogu postaviti tako da osjete pristup autobusa ili tramvaja i promijene signale u njihovu korist, poboljšavajući tako brzinu i učinkovitost održivih načina prijevoza.

### **3.4.2 Prepreke komercijalizacije**

Glavni problem širokog uvođenja takvih sustava jest činjenica da većina vozila na cesti ne može komunicirati s računalnim sustavima koje gradovi koriste za upravljanje semaforima. Međutim, Texas koristi jednostavan sustav zasnovan na signalima primljenih s mobitela vozača i ustanovljeno je da sustav daje pouzdane podatke o gustoći prometa. To znači da bi prihvaćanje inteligentnih semafora širom svijeta moglo započeti čim razumna manjina vozila bude opremljena tehnologijom za komuniciranje s računalima koja upravljaju signalima, a ne da moraju čekati dok većina automobila nema takvu tehnologiju.

### **3.4.3 Jednostavniji sustavi**

U Velikoj Britaniji semafori koji iz zelenog svjetla prelaze u crveno kada se primijeti da se približavajući vozač vozi prebrzo, testirali su se u Swindonu kako bi se vidjelo jesu li učinkovitija u smanjenju broja nesreća na cesti od kamera za brzu vožnju, te su uklonjene 2008. godine nakon odluke vijeća. Ova svjetla su više usredotočena na poticanje vozača na poštovanje zakona, te su svojim uspjehom napravili put sofisticiranijim sustavima u Velikoj Britaniji.

## **3.5 OPTIMIZACIJA PROMETA**

Optimizacija prometa je metoda kojom se smanjuje vrijeme stajanja u cestovnom prometu. Teksaški transportni institut procjenjuje kašnjenje putovanja između 17 i 55 sati po osobi godišnje, a odnosi se na gužve na ulicama. Optimizacija prometnih uređaja postaje važan aspekt poslovanja.

### **3.5.1 Tehnike**

Postoji nekoliko tehnika za smanjenje kašnjenja u prometu. Algoritmi općenito pokušavaju smanjiti kašnjenje, zaustavljanje, emisije ispušnih plinova ili neku drugu mjeru učinkovitosti. Mnogi softveri za optimizaciju usmjereni su prema unaprijed tempiranim koordiniranim sustavima.

Obično je optimizacija signala duž ceste izazovan i skup zadatak, jer su izvori za praćenje prometa ograničeni na induktivne petlje, kamere ili ručno brojanje. No, zbog nedavnog

napretka u informacijskoj tehnologiji, prijenosni uređaji s Bluetooth i Wi-Fi komunikacijom postaju sve učestaliji, što omogućuje neprekidno praćenje prometa i prilagođavanje vremena prometnih signala.

Postavljanjem senzora uz ceste, praćenjem Bluetooth i Wi-Fi uređaja u prolaznim vozilima, rješenje je u stanju precizno otkriti i zabilježiti koliko vremena automobil treba voziti koridorom, segmentom za segmentom i ukupno. To omogućuje povijesne podatke za tradicionalne vremenske metode, ali također omogućuje povratnu informaciju u stvarnom vremenu na promjene u signalnim programima, uz mogućnost kontinuiranog otkrivanja razine prometa i vremena putovanja kako bi se pokrenuli prijelazi među programima. Pojačani gradski promet može biti najviše frustrirajući dio života u urbanim područjima. Rješenje za promet metroa je uravnotežena kombinacija proširenih opcija javnog prijevoza, telekomunikacije, različitih čvorišta metroa i elektroničkih cestarina. Javni prijevoz će pomoći putnicima da dođu sigurno do svog radnog mjesta dok otklanja stres vožnje u gužvi. Ceste s naplatom cestarine također pomažu u poboljšanju razine prometa odvrćajući neke od vožnje po tim cestama. Neki se mogu odlučiti za obavljanje obaveza u drugo doba dana. Gradovi koji troše vrijeme i resurse kako bi putovanje učinili čim učinkovitijim unutar svojih granica privući će zdravije, bogatije i sretnije stanovništvo.

### **3.5.2 Kontrola prometa u stvarnom vremenu**

Nekoliko je sustava sposobno nadzirati dolaske u prometu i podešavati vremenske rasporede na temelju primljenih signala. Detektori prometa mogu se kretati u rasponu od detektora metala do detektora koji koriste prepoznavanje slike. Detektori metala su najpopularniji. Uređaji za prepoznavanje slike imaju brojne probleme, uključujući degradaciju tijekom lošeg vremena i osvjjetljenja.

Sustavi koji koriste detektore za podešavanje vremena mogu biti polu-uključeni ili u potpunosti uključeni. Ova metoda optimizira jedan prometni signal istovremeno. Međutim, u stvarnom svijetu putovanje uključuje vožnju kroz više signala. Dakle, više prometnih signala treba biti zajednički sinkronizirano da bi bilo učinkovito. Jedan od takvih sustava koji je stekao značajnu popularnost u SAD-u je InSync.



### 3.6 SKALABILNA KONTROLA URBANOG PROMETA

Skalabilna kontrola urbanog prometa (SURTRAC) je prilagodljivi sustav kontrole prometa koji su razvili istraživači s instituta za robotiku na sveučilištu Carnegie Mellon<sup>7</sup>. SURTRAC dinamički optimizira kontrolu prometnih signala radi poboljšanja protoka prometa za gradske mreže i koridore; ciljevi optimizacije uključuju manje čekanja, smanjene zastoje u prometu, kraća putovanja i manje zagađenje. Motor za upravljanje jezgrom kombinira upravljanje rasporedom raskrižja vođenim rasporedom s decentraliziranim mehanizmima koordinacije. Od lipnja 2012. godine, pilotska implementacija sustava SURTRAC raspoređena je na devet raskrižja u East Libertyju u Pittsburghu. SURTRAC je prosječno smanjio vrijeme putovanja više od 25%, a vrijeme čekanja smanjeno je u prosjeku za 40%<sup>8</sup>. Druga faza pilot-programa za gradsku četvrt Bakery Square provodi se od listopada 2013. U 2015. godini osnovana je tvrtka Rapid Flow Technologies kako bi se komercijalizirala SURTRAC tehnologija.

#### 3.6.1 Dizajn

Dizajn SURTRAC sustava ima tri karakteristike. Prvo, donošenje odluka u sustavu odvija se decentralizirano. Decentralizirana kontrola pojedinih raskrižja omogućuje veću reakciju na lokalne prometne uvjete u stvarnom vremenu. Decentralizacija olakšava skalabilnost dopuštajući postupno dodavanje kontroliranih raskrižja tijekom vremena, s malim promjenama na postojećoj adaptivnoj mreži. Također smanjuje mogućnost centraliziranog proračunatog uskog grla i izbjegava jednostruku grešku u sustavu. Druga karakteristika je naglašavanje reakcije u stvarnom vremenu na promjenjive prometne uvjete. SURTRAC prihvaća perspektivu u stvarnom vremenu prethodnih metoda upravljanja raskrižjima temeljenim na modelu koje pokušavaju izračunati planove upravljanja raskrižjima koji optimiziraju stvarni tok prometa. Preformuliranjem problema s optimizacijom kao jednim problemom raspoređivanja stroja, osnovni algoritam optimizacije, nazvan algoritmom za upravljanje raskrižjem vođen rasporedom, može izračunati optimizirane planove upravljanja raskrižjem kroz prošireni horizont svake sekunde.

Treća karakteristika je upravljanje gradskim cestovnim mrežama na kojima postoji više konkurentskih dominantnih tokova koji se dinamički mijenjaju kroz dan i gdje se specifični

---

<sup>7</sup> Smith, S., Barlow, G., Rubinstein, Z.: „Smart Urban Signal Networks: Initial Application of the SURTRAC Adaptive Traffic Signal Control System“, 2013.

<sup>8</sup> McCain: „Smart traffic signals cut air pollution in Pittsburgh“, 2012.

dominantni tokovi ne mogu unaprijed odrediti. Gradske mreže često imaju usko razmaknuta raskrižja koja zahtijevaju usku koordinaciju regulatora raskrižja. Kombinacija kompetentnih dominantnih tokova i gusto raspoređenih raskrižja predstavlja izazov za sve prilagodljive sustave upravljanja prometom. SURTRAC dinamički određuje dominantne tokove neprekidno komunicirajući sa susjednim mrežama. Te informacije pružaju svakom kontroleru raskrižja informativniju osnovu za lokalno uravnoteženje kompetitivnih tokova, istodobno promičući uspostavljanje većih „zelenih koridora“ kada to zahtijevaju okolnosti protoka prometa.

### **3.6.2 Kritike**

SURTRAC koristi CCTV kamere kako bi osjetio prometne uvjete. Nadziranje javnih mjesta s CCTV mrežama kritizirano je kao omogućavanje totalitarnih oblika vlasti potkopavajući sposobnost ljudi da se anonimno kreću. Slike prikupljene CCTV kamerama mogu se analizirati pomoću softvera za automatsko prepoznavanje registarskih pločica, omogućavajući potpuno automatizirano praćenje vozila po registarskim pločicama koje nose. Slično tome, softver za prepoznavanje lica može analizirati takve slike kako bi identificirao i pratio ljude po obliku njihovog lica.

SURTRAC se oslanja na pješake koji pritišću tipku kako bi aktivirali WALK signal, ili će inače pješaku biti dodijeljen kontinuirani signal „DON'T WALK“, usprkos motornom prometu u istom smjeru koji ima zeleno svjetlo. Pješaci vjerojatno nikad neće stići do raskrižja na kojem je već signaliziran hod, osim ako je neki pješak prije njih pritisnuo gumb. To rezultira znatno dužim vremenima čekanja pješaka da pređu kroz isto raskrižje kao i motorna vozila, što uistinu pješake čini manje bitnima u prometu. Također, mnogi pješaci nisu svjesni da je pritiskanje gumba obavezno kako bi se primio signal za šetnju, a zbunjeni su kada se dogodi čitav svjetlosni ciklus, a da mu nije nijednom dozvoljen prelazak ceste. Kombinacija ovih ponašanja rezultira višom stopom prelaska preko ceste za vrijeme trajanja „DON'T WALK“ signala, što dovodi do nesigurnijeg okruženja za pješake i veće odgovornosti za vozače.

Budući da zahtijevaju neprekidnu opskrbu električnom energijom, automatske prometne signalizacije nisu prikladne za uporabu na mjestima gdje je opskrba električnom energijom mjestimična ili ne postoji. Na primjer, promet u Pyongyangu u Sjevernoj Koreji vode vladini radnicima koji na raskrižjima glume semafore.

Kada se vozači naviknu na automatizirane prometne signale, mogu zaboraviti kako pravilno davati pravo puta, tako da kada se prekine napajanje električnom energijom, promet ne bi tekao dobro, kao da se signali nikada nisu ni koristili. Ovaj bi učinak mogao za posljedicu imati otežano kretanje vozila hitne pomoći, policije ili vatrogasaca.

Rotori (kružni tokovi) su alternativa semaforima. Na rotoru motorni promet možda neće morati stati, čime se štedi vrijeme i gorivo vozača, a prijelaz za pješake može biti lakši. Istraživanja raskrižja pretvorenih u rotore otkrile su smanjenje učestalosti prometnih nesreća. Međutim, ove se prednosti možda neće ostvariti ako je rotor loše dizajniran. Rotori obično zahtijevaju veću površinu zemljišta od raskrižja, pa takve pretvorbe u užim područjima mogu podrazumijevati rušenje objekata koji smetaju u izgradnji.

### **3.7 UMJETNI PUTNIK**

Umjetni putnik je telematički uređaj kojeg je razvio IBM, koji verbalno komunicira s vozačem kako bi smanjio vjerojatnost da će oni zaspati na kontrolama vozila. Opremljen je za angažiranje vozača, vođenje razgovora, igranje verbalnih igara, kontrolom stereo sustava vozila itd. Također nadzire vozačke obrasce govora kako bi otkrio umor, a kao odgovor može sugerirati da se vozač odmori ili malo odspava. Umjetni putnik se može integrirati i s bežičnim uslugama za pružanje vremenskih i putnih informacija, uputa za vožnju i drugih takvih sustava obavijesti.

#### **3.7.1 Glasovno upravljanje**

Umjetni putnik je razvijen koristeći govorni sustav Conversational Interactivity for Telematics (CIT), koji reagira na vozačev govor umjesto korištenja ruku. CIT se oslanja na sustav Natural Language Understanding (NLU) kojeg je teško razviti zbog računalnih sustava s malim naponom koji su dostupni u automobilima. IBM predlaže da se ovaj sustav nalazi na poslužitelju i da mu se može pristupiti putem bežičnih tehnologija automobila. IBM također radi na sustavu koji koristi manje resursa procesora i može se koristiti u automobilu. CIT sustav uključuje drugi sustav koji se zove Dialog Manager (DM). On preuzima opterećenje NLU sustava interakcijom s vozačem, vozilom i vanjskim sustavima poput vremenskog sustava, e-pošte, telefona itd.

NLU sustav prima glasovnu naredbu od upravljačkog programa koju treba izvesti i izvršiti tu radnju. DM radi s pitanjima koja vozač postavlja poput „Gdje se nalazi najbliža zračna luka?“. NLU sustav i dalje neće moći razumjeti što vozač kaže zbog različitog dijalekta

govora. IBM radi na razvoju sustava koji prepoznaje gdje je vozač i prepoznaje regionalnu dikciju koja se koristi u tom području.

Drugi sustav koji se koristi u sklopu ove tehnologije je Learning Transformation (LT) sustav koji nadgleda radnje automobila i vozila oko njega, uči obrasce unutar govora vozača i pohranjuje te podatke te iz tih podataka uči pokušati poboljšati performanse tehnologije u cjelini.

### **3.7.2 Prepoznavanje govora**

Proces prepoznavanja govora temelji se na tri koraka. U prvom koraku se filtrira svaka neželjena buka poput pozadinske glazbe, putnika i slično. Oslobađa se prepoznavanja signala niske energije i velike varijabilnosti. U drugom koraku se razbija govor i traži u bazi podataka da prepozna što se govori. Sve započinje uvidom o kojoj temi vozač govori. Zatim slijedi detaljnije o onome što vozač uistinu traži. Treći korak čini dekodirer koji slijedi sve ove podatke i formulira odgovor vozaču. IBM kroz puno eksperimentiranja navodi da je prepoznavanje govora vrlo precizno, ali postupak nije u potpunosti uglađen i još uvijek ima svoje nedostatke.

Glavni dio umjetnoga putnika je razorno prepoznavanje govora. Ova tehnologija održava razgovor s vozačem i analizira što vozač kaže i kako to govori. Može prepoznati kolebanje u glasu vozača kako bi utvrdio je li vozač uspavan, uznemiren ili dobro raspoložen kroz različite vibracijske uzorke u govoru vozača. Također bilježi vrijeme koje je potrebno da vozač reagira i na osnovu toga utvrdi je li vozač „odsutan“ ili ga je nešto omelo.

### **3.7.3 Sprečavanje pospanosti vozača**

Kada računalo prepozna da vozač miruje, odnosno postaje pospan, ono šalje signal kao reakciju; promijeniti će radio stanicu, otvoriti prozor kako bi probudio vozača i slično. Računalo želi razbuditi vozača. Ako utvrdi da vozač konstantno tone u san, računalni sustav sugerira vozaču da se odmori.

Umjetni putnik će pokušati pričati viceve, igrati igrice, postavljati pitanja ili čitati interaktivne knjige kako bi probudio vozača. Vozačima koji se pokazu pospanijima će sadržaj biti poticajniji od vozača koji nije toliko pospan.

### **3.7.4 Distribucijsko korisničko sučelje između automobila**

IBM prepoznaje da vozaču prijete veće opasnosti od njega samog. Umjetni putnik radi između automobila prenoseći podatke s jednog na drugi. Podaci mogu uključivati zapise o vožnji kako bi se pokazalo ima li povijesti loših vozača ili su na vrijeme analizirali sve vozače kako bi pokazali koji od njih postaju pospani i mogu li se miješati u te podatke. Također može pokazati je li vozač ometan igrama ili bežičnim uređajima i prenijeti to drugim vozačima.

## 4. ZAKLJUČAK

Umjetna inteligencija je daleko napredovala od početka istraživanja, ali i dalje nije savršena. Njena primjena u raznim područjima je učinila život jednostavnijim, sigurnijim i bržim. U budućnosti će njena primjena samo rasti, jer kako općenito kvaliteta života raste zajedno s tehnologijom, tako će njena primjena biti šira i kvalitetnija. U prometu bi mogla napraviti velike promjene. Problem sa njenom primjenom u prometu danas je što se na cestama i dalje voze stariji automobili koji nemaju prisustvo umjetne inteligencije i samim time dosta njenih funkcija ne može funkcionirati kako bi trebalo, osobito u slabije razvijenim zemljama. Tek kada veći broj stanovnika neke države bude imao moderno vozilo sa umjetnom inteligencijom, tek onda će inteligentna prometna svjetla i ostala vozila moći komunicirati međusobno, i samim time kvalitetnije obavljati svoje funkcije. Prosječna starost voznog parka Hrvatske u 2018. godini je bila 12,6 godina, što je daleko od modernih vozila; zbog toga će implementacija inteligentnog prometa biti znatno sporija u Hrvatskoj nego na primjer u Njemačkoj, kojoj je prosječna starost voznog parka 9,5 godina. Osim što je vozni park Njemačke mlađi, u gradskim centrima je zabranjeno upravljanje vozilom koje ne zadovoljava Euro6 normu, što znači da će u centru grada biti većinom nova vozila koja su u mogućnosti komunicirati međusobno i sa inteligentnim prometnim svjetlima, što znači da se u tim dijelovima promet itekako poboljšao, što zbog manjih gužvi, tako i zbog manjih emisija stakleničkih plinova. Budućnost umjetne inteligencije je svijetla u svim područjima, a u prometu polako, ali sigurno napreduje u dobrom smjeru.

## LITERATURA

- Maloof M.: „*Artificial Intelligence: An Introduction*“, 30.08.2017.,  
<http://people.cs.georgetown.edu/~maloof/cosc270.f17/cosc270-intro-handout.pdf>  
(20.05.2020.)
- Berlinski, D.: „*The advent of the algorithm: the 300-year journey from an idea to the computer*“, 2001., <https://archive.org/details/adventofalgorith0000berl>  
(21.05.2020.)
- Darrell M.: „*Moving forward: Self-driving vehicles in China, Europe, Japan, Korea and the United States*“, 2016. (28.05.2020.)
- Baker, F.: „*The technology that could end traffic jams*“, 12.12.2018.,  
<https://www.bbc.com/future/article/20181212-can-artificial-intelligence-end-traffic-jams> (29.05.2020.)
- Gilelmo, L.: „*Vehicle-toVehicle/Vehicle-to-Infrastructure Control*“,  
<http://ieeecs.org/sites/ieeecs/files/2019-07/loCT-Part4-13VehicleToVehicle-LR.pdf> (29.05.2020.)
- Li J., Cheng H., Guo H., Qiu S.: „*Survey on Artificial Intelligence for Vehicles*“, 2018., <https://link.springer.com/article/10.1007/s42154-018-0009-9> (01.06.2020.)
- McCain: „*Smart traffic signals cut air pollution in Pittsburgh*“, 25.09.2012.,  
<https://web.archive.org/web/20131010211917/http://www.mccain-inc.com/news/industry-news/its-solutions/769-smart-traffic-signals-cut-air-pollution-in-pittsburgh.html> (08.06.2020.)
- Smith, S., Barlow, G., Rubinstein, Z.: „*Smart Urban Signal Networks: Initial Application of the SURTRAC Adaptive Traffic Signal Control System*“, 02.06.2013.,  
<https://www.aaai.org/ocs/index.php/ICAPS/ICAPS13/paper/view/6054>  
(10.06.2020.)

## POPIS SLIKA

Slika 1 Primjer prekomjernog opremanja.....	6
Slika 2 Primjer klasifikatora slika .....	6
Slika 3 Detekcija ruba prikazana na slici pomaže umjetnoj inteligenciji sastaviti informativne apstraktne strukture iz neobrađenih podataka.....	10
Slika 4 Kismet, robot sa osnovnim socijalnim vještinama.....	11
Slika 5 Autonomni automobil mora odlučiti što će napraviti u slučaju da se ne može zaustaviti.....	17
Slika 6 Glavni faktori povezanih vozila (digitalizacija i inteligencija).....	18
Slika 7 Primjer svjetskog modela .....	19
Slika 8 Blok shema planera i donositelja odluka.....	20

## POPIS KRATICA

Kratice	Puni naziv na stranom jeziku	Tumačenje na hrvatskom jeziku
ADAS	eng. <i>Advanced driver-assistance systems</i>	Napredni sustavi za pomoć vozaču
CCTV	eng. <i>Closed-circuit television</i>	Sustav video nadzora
CIT	eng. <i>Conversational Interactivity for Telematics</i>	Sustav govorne interaktivnosti za telematiku
DM	eng. <i>Dialog Manager</i>	Upravitelj dijaloga
GPS	eng. <i>Global Positioning System</i>	Sustav globalnog pozicioniranja
HAD	eng. <i>Highly Autonomous Driving</i>	Izrazito autonomna vožnja
LT	eng. <i>Learning Transformation</i>	Transformacija učenja
NLU	eng. <i>Natural Language Understanding</i>	Razumijevanje prirodnog jezika
SURTRAC	eng. <i>Scalable Urban Traffic Control</i>	Skalabilna kontrola urbanog prometa
UI (AI)	eng. <i>Artificial Intelligence</i>	Umjetna inteligencija