

## PRIMJENA VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI / APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Muhamed Ćosić, Internacionalni univerzitet Travnik, email: drmuhamedcosic@gmail.com

Rudolf Petrušić, Internacionalni univerzitet Travnik, email: rudolf.petrusic@gmail.com

Vehbi Ramaj, Univerzitet Haxhi Zeka, Kosovo, email: vehbiramaj@yahoo.com

*Pregledni članak*

### SAŽETAK

Težnja automobilske industrije i u prošlosti ali i danas usmjerena je na korištenje inovativnih tehnologija koje bi joj omogućile proizvodnju boljih, inventivnijih i sigurnijih automobila. Ukoliko se analiziraju povijesna kretanja u automobilskoj industriji onda se može vidjeti da su dominantne tehnologije u njenom razvoju bile parna mašina, motori sa unutrašnjim sagorijevanjem te električni automobili. U novije vrijeme vještačka inteligencija sve više postaje ključna figura u modernoj automobilskoj industriji sa potencijalom da transformiše automobilsku industriju kao nijedna tehnologija prije nje. Tome doprinosi ponašanje potrošača koji pokazuju sve veću zainteresovanost za vozila sa implementiranim aplikacijama vještačke inteligencije. Zbog toga sve veći broj proizvođača intenzivno radi na primjeni ove tehnologije u proizvodnji automobila. Alati vještačke inteligencije postaju globalno sve dostupniji proizvođačima motornih vozila te njihova inkorporacija u procesima proizvodnje, održavanja i korištenja proizvoda na kraju rezultira kontinuiranim povećanjem tržišta automobilske vještačke inteligencije. Ovaj rad daje pregled šest specifičnih slučajeva upotrebe vještačke inteligencije u automobilskoj industriji.

**Ključne riječi:** vještačka inteligencija, automobilska industrija, mašinsko učenje, duboko učenje.

The aspiration of the automotive industry, both in the past and today, is focused on the use of innovative technologies that would enable it to produce better, more inventive and safer cars. If you analyze the historical trends in the automotive industry, you can see that the dominant technologies in its development were the steam engine, internal combustion engines, and electric cars. In recent times, artificial intelligence is increasingly becoming a key figure in the modern automotive industry with the potential to transform the automotive industry like no other technology before it. This is contributed by the behavior of consumers who are showing an increasing interest in vehicles with embedded artificial intelligence applications. This is why an increasing number of manufacturers are intensively working on the application of this technology in car production. Artificial intelligence tools are becoming increasingly available globally to motor vehicle manufacturers, and their incorporation into the processes of production, maintenance and use of products ultimately results in a continuous increase in the automotive artificial intelligence market. This paper provides an overview of six specific cases of the use of artificial intelligence in the automotive industry.

**Keywords:** artificial intelligence, automotive industry, machine learning, deep learning.

## UVOD

Vještačka inteligencija je postala glavni inicijator brojnih inovacija moderne tehnologije čiji se uticaj ne odražava samo u svijetu računara, nego i u svijetu ekonomije, zdravstva, turizma, transporta, itd. Od same pojave vještačke inteligencije (koja se veže za period 50-ih godina prošlog vijeka), vještačka inteligencija je u ekspanzivnom razvoju koji je u uskoj povezanosti s povećanjem performantnosti računarske tehnologije. Vještačka inteligencija predstavlja svaki oblik simulacije/imitacije ljudskih kognitivnih procesa (asocijacija, prepoznavanje, rješavanje problema...) od strane neljudskih čimbenika (računara, informacionih sistema, mašina i sl.). Za neki uređaj može se reći da je „inteligentan“ onda kada je sposoban da unaprijed planira i izvršava zadatke ili adaptira svoju funkcionalnost na osnovu podataka informacija kojima raspolaže. Mnogi istraživači su se bavili definisanjem pojma vještačke inteligencije i pregledom tih istraživanja može se uočiti obrazac prema kojemu se sve definicije mogu svrstati u dvije glavne grupe.

- U prvu grupu spadaju definicije koje vještačku inteligenciju definišu kao alat koji je namijenjen za rješavanje specifičnih zadataka koji zbog svoje specifičnosti od ljudi zahtjevaju dugotrajan rad sa neizvjesnim ishodom u pogledu rješavanja zadatka.
- U drugu grupu spadaju definicije koje vještačku inteligenciju definišu kao sistem koji simulira inteligenciju čovjeka i kognitivnih procesa poput načina donošenja zaključaka.

Ono što je zajednička karakteristika za obadvije grupe definicija jeste da se vještačka inteligencija percipira na način da je ona isključivio sredstvo kojim se povećavaju mogućnosti čovjeka. Međutim, ekspanzivni razvoj vještačke inteligencije će u skoroj budućnosti doprinijeti da dominiraju tumačenja druge grupe definicija, odnosno vještačka inteligencija će sve manje biti alat za pomoć u rješavanju teških zadataka, a sve više sposobna da dosljedno oponaša ljudsku inteligenciju.

Iako postoji veliki broj definicija vještačke inteligencije autori ovog rada su se opredijelili za sljedeću: „Umjetna inteligencija: sposobnost sustava da ispravno tumači vanjske podatke, uči iz takvih podataka i koristiti ta učenja za postizanje specifičnih ciljeva i zadataka kroz fleksibilnu prilagodbu“ (Schmidt i sur. 2020.).

Može se primijetiti da se navedene definicija podrazumijeva „samostalno učenje mašine a takav oblik učenja poznat je pod nazivom *mašinsko učenje* (ML). Mašinsko učenje je podskup vještačke inteligencije i predstavlja sposobnost računara da uče manipulirajući algoritmima dok organizuju informacije koje generišu na osnovu obrađenih podataka. Fokus mašinskog učenja je na prepoznavanju uzoraka, obradi prirodnog jezika, kognitivnom računarstvu, obradi slika, i sl. Uz pomoć matematike i statistike, mašinsko učenje može neovisno obavljati intelektualne zadatke koje općenito uvijek obavljaju ljudska bića (Srivastava et.al 2015). Za potpunije razumijevanje vještačke inteligencije potrebno je spomenuti još jedan važan koncept koji u stvari predstavlja evoluciju mašinskog učenja. Taj koncept naziva se duboko učenje i koristi programabilnu neuronsku mrežu koja pomoću koje mašine mogu donositi odluke bez intervencije ljudi. Duboko

učenje u automobilske industriji svoju primjenu nalazi u prepoznavanju govora i audio prepoznavanju, prepoznavanju lica vozača, otkrivanju objekata takao i u različitim sistemima za nadzor vozača. Međusobni odnos vještačke inteligencije, mašinskog učenja i dubokog učenja prikazan je na Shemi 1.



*Shema 1: Međusobni odnos vještačke inteligencije, mašinskog učenja i dubokog učenja*

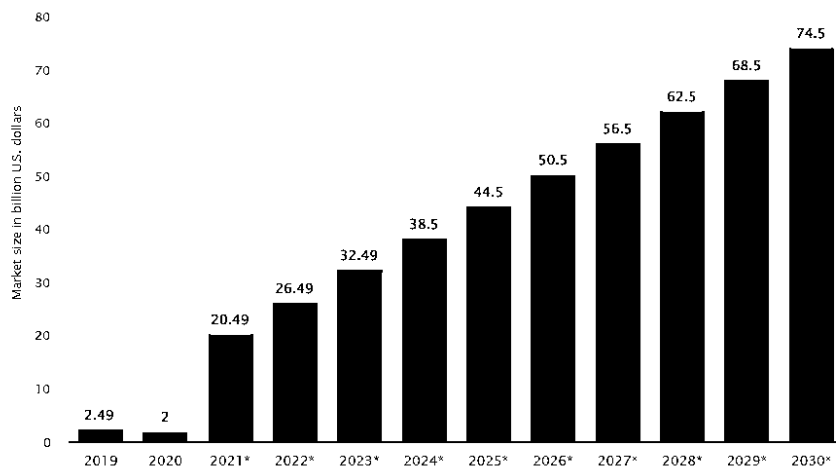
Matematički tumačeno, svaki oblik mašinskog učenja je vještačka inteligencija, ali nije svako oblik vještačke inteligencije mašinsko učenje. Slično tome, svaki oblik dubokog učenja je mašinsko učenje, ali nije svaki oblik mašinskog učenja duboko učenje. Pojednostavljeno, vještačka inteligencija pokušaj mašine da oponašaju ljudsku inteligenciju, mašinsko učenje je pristup za postizanje vještačke inteligencije, a duboko učenje je tehnika za implementaciju mašinskog učenja.

## 2. VJEŠTAČKA INTELIGENCIJA U GLOBALNOJ AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI

Zbog fokusiranosti automobilske industrije na korištenje inovativnih tehnologija koje bi joj omogućile proizvodnju boljih, inventivnijih i sigurnijih automobila, iznalaženjem načina za ubrzanje dizajna i proizvodnih procesa, često je ova industrija bila generator novih inovativnih rješenja koja su poslije bila implementirana i u drugim industrijama. Današnje moderno vrijeme odlikovano je intenzivnom upotrebom informaciono komunikacionih tehnologija i razvoj automobilske industrije se uveliko oslanja na dostignuća pomenutih tehnologija.

Vještačka inteligencija, kao jedna od najvažnijih računarskih tehnologija je jedno od područja koje pokreće val digitalne transformacije i podstiče inovacije u svim industrijama pa tako i u automobilske industriji. Alati vještačke inteligencije postaju globalno sve dostupniji proizvođačima motornih vozila te njihova inkorporacija u procesima proizvodnje, održavanja i korištenja proizvoda na kraju rezultira kontinuiranim povećanjem tržišta automobilske vještačke inteligencije. Prema nekim istraživanjima predviđa se da će tržište automobilske vještačke

inteligencije imati kontinuirani rast u narednim godinama te da će 2030 godine vrijediti skoro 75 milijardi američkih dolara što je veliki skok u odnosu na 2,5 milijardi u 2019. godini (Grafikon1).

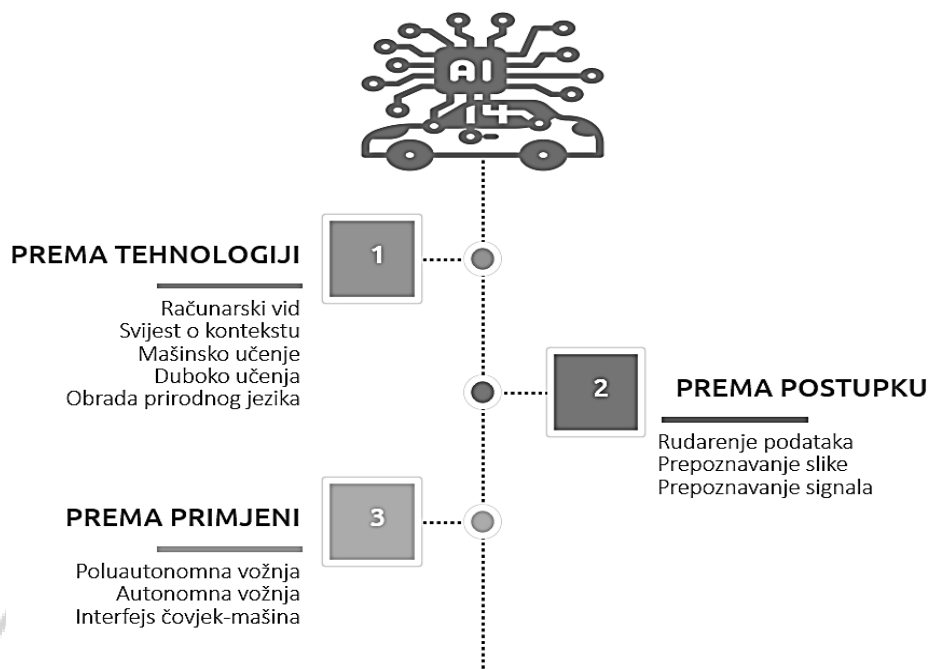


*Grafikon 1: Globalno tržište automobilske vještačke inteligencije u 2019. i 2020., s predviđanjem za 2021. do 2030.*

Izvor: <https://www.statista.com/statistics/1255028/automotive-artificial-intelligence-global-market-size-forecast/>

Aplikacija interfejs čovjek-mašina (engl. Human machine interface-HMI) trenutno je na prvom mjestu na tržištu automobilske vještačke inteligencije. HMI se koristi kao ulazni uređaj koji povezuje ljude sa strojevima i kao izlazni uređaj za komunikaciju između strojeva i ljudi (Marjadi et.al. 2021). Interfejs čovjek-mašina zadužen je za osiguravanje vozača s vozilom putem korištenja elektromehaničkih uređaja poput različitih pokazivačkih uređaja, tastature, indikatora i sl. Interakcija vozača i vozila podrazumijeva i omogućavanje prepoznavanja prirodnog govora, različitih gesta ili npr. praćenje očiju vozača. Drugo mjesto na tržištu automobilske vještačke inteligencije nalazi se mašinsko učenje. Mašinsko učenje daje automobilima mogućnost analize i učenja iz različitih situacija u vožnji utičući tako na povećanje sigurnosti i smanjenje nesreća.

Kada je riječ o segmentaciji vještačke inteligencije u automobilske industriji onda se uglavnom može govoriti o raspodjeli prema tehnologiji, prema postupcima i prema primjeni. Iz Sheme 2 koja predstavlja pomenutu segmentaciju vidljivo je da raspodjela prema tehnologiji obuhvata komponente kao što su računarski vid, svijest o kontekstu, mašinsko i duboko učenje te obradu prirodnog jezika. Raspodjela prema postupku obuhvata rudarenje podataka (engl. Data mining), prepoznavanje slika i signala dok raspodjela prema primjeni obuhvata poluautonomnu i autonomnu vožnju te interfejs čovjek-mašina.



#### *Segmentacija vještačke inteligencije u automobilske industriji*

Savremena automobilska industrija odlikuje se, između ostalog, velikom količinom senzorske tehnologije kao i prikupljanjem ogromne količine podataka. Takođe snažna umreženost s krajnjim kupcem kao bitna karakteristika današnje automobilske industrije implicira korištenje prediktivne analitike i metoda vještačke inteligencije. Sve obimnija inkorporiranost mašinskog učenja i vještačke inteligencije u automobilske industriji posljedično dovodi do strukturnih promjena i uvjetuje povećanje ulaganja u aplikacije koje su u skladu sa pomenutim tehnologijama.

### **3. PRIMJERI UPOTREBE VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI**

Mnogo je primjera upotrebe vještačke inteligencije u savremenoj automobilske industriji. Razvojem automobilske industrije kao i razvojem informaciono komunikacionih tehnologija razvijaju se nove mogućnosti primjene vještačke inteligencije u automobilske industriji. U nastavku će biti predstavljeno nekoliko, po ocjeni autora ovoga rada, najvažnijih načina primjene vještačke inteligencije u automobilske industriji.

### ➤ Dizajn i razvoj

Jedno od polja u automobilske industriji u kojemu vještačka inteligencija može dati značajan doprinos je dizajn i razvoj vozila. Na ovom polju vještačka inteligencija može doprinijeti poboljšanju efikasnosti proizvodnih procesa. Roboti sa inkorporiranom vještačkom inteligencijom koji se koriste u proizvodnom procesu sklapanja vozila mogu raditi efikasnije i preciznije od ljudi. Primjena ovakvih robota ima može biti u različitim poslovima poput farbanja vozila ili zavarivanja. Takođe, roboti pomoću algoritama mašinskog učenja mogu da se prilagođavaju promjenama u proizvodnom procesu. Na osnovu baze znanja koja se u proizvodnom procesu konstantno obogaćuje mogu se izgraditi modeli za donošenje odluka, rješavanja zadataka i predviđanje rezultata. Takvi modeli štede dragocjeno vrijeme jer bi intenzivno fizičko testiranje bilo vremenski veoma zahtjevno.



*Slika1: Roboti bazirani na vještačkoj inteligenciji u proizvodnji vozila*

Izvor: <https://roboticsandautomationnews.com/2021/04/22/robot-applications-in-auto-manufacturing/42632/>

Vještačka inteligencija u domenu dizajna i razvoja vozila nalazi primjenu na polju optimizacije dizajna i inženjeringa. Koristeći algoritme mašinskog učenja moguće je identificirati područja za poboljšanje kako bi se u konačnici mogli dizajnirati efikasniji i pouzdaniji automobili i druga vozila. Kao primjer može se navesti upotreba vještačke inteligencije za optimizaciju robotske ruke u svrhu rješavanja problema konvencionalnog programiranja koje je determinističko i stoga sprječava fleksibilnu prilagodbu robota promjenjivim okruženjima (Klarmann 2021).

### ➤ Marketing i prodaja

U mnogim industrijama vodeće kompanije ostvaruju benefite primjenom vještačke inteligencije u marketingu. U novije vrijeme taj trend je prisutan i u automobilske industriji koja sve više nastoji da putem marketinga baziranog na vještačkoj inteligenciji kako personalizirala svoje prodajne napore privlačenjem više kupaca s individualiziranim ponudama i personaliziranim cijenama. Uvođenjem umjetne inteligencije može se automatizovati i optimizirati predviđanje prodaje, konfiguracija proizvoda ili npr. raspodjela zaliha cijelih vozila ili njihovih dijelova.

Vještačka inteligencija u automobilskom marketingu olakšava dolaženje do kupaca u pravom trenutku prilagođenom, individualnom porukom. Takođe omogućava i donošenje odluka na koje se kupce treba fokusirati, s kojim porukama, u koje vrijeme i putem kojeg kanala. Najveća snaga marketinga baziranog na vještačkoj inteligenciji je skalabilnost i preciznost i upravo radi tih karakteristika proizvođači automobila sve više prihvataju vještačku inteligenciju u svojim marketinškim aktivnostima.

➤ Analiza uslova na cesti

Saobraćajne nezgode, bilo da su uzrokovane nemarom vozača bilo uslovima na cesti, svake godine odnose mnoge ljudske živote. Jedno od mogućih rješenja koje bi uticalo na smanjenje broja saobraćajnih nezgoda jeste razvoj vozila pokretanih umjetnom inteligencijom. Pametni automobili, odnosno automobili koji su opremljeni sistemima baziranim na vještačkoj inteligenciji mogu da mapiraju pješake ili npr. da prepoznaju boje na semaforima i u slučaju potrebe automatski aktiviraju kočnice vozila. Od praktične je važnosti za pojedinačna vozila da automatski identificiraju status semafora kako bi im se olakšalo donošenje odluka za poboljšanje performansi sigurnosti u prometu i maksimiziranje operativne učinkovitosti kada se približavaju raskrsnicama, posebno u skoroj budućnosti u potpuno ili poliautonomnom saobraćaju (Chen 2021).



*Detekcija svjetla na semaforima pomoću računarskog vida*

Izvor: [https://encrypted-](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTG0KmV841dyYvMmZ5lMTq5IOTqJvCL9u6jng&usqp=CAU)

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTG0KmV841dyYvMmZ5lMTq5IOTqJvCL9u6jng&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTG0KmV841dyYvMmZ5lMTq5IOTqJvCL9u6jng&usqp=CAU)

Vještačka inteligencija se takođe može iskoristiti za procjenu oštećenja ceste. To se postiže korištenjem distribuiranih senzora sistemima koji su bazirani na računarskom vidu i tehnikama rudarenja podataka. Pomenuti sistemi pokazali su se vrlo efikasnim i preciznim u otkrivanju prisutnosti ili odsutnosti višestrukih oštećenja ceste.

➤ Lanac opskrbe

Savremeni, izuzetno kompleksni proces proizvodnje automobila pred proizvođače automobila postavlja zadatke koje je praktično nemoguće ispuniti bez korištenja vještačke inteligencije u cijelom procesu opskrbnog lanca. Samo podatak koji govori da se prosječan automobil sastoji u prosjeku od 30 000 dijelova dovoljno govori o kompleksnosti lanca opskrbe u automobilskoj industriji. Pomenute dijelove proizvođači automobila moraju nabaviti od različitih dobavljača, ponekad i više stotina njih. Prilikom planiranja proizvodnje trebaju se uzeti mnogi faktori kao npr.

dostupnost dijelova, kapacitetima dobavljača, vremena isporuke i sl., što menadžmentu kompanija koje se bave proizvodnjom automobila otežava donošenje taktičkih i strateških odluka.

Područje primjene vještačke inteligencije na polju lanca opskrbe vrlo je široko i obuhvata pomoći pri sastavljanju vozila do automatizacije ponavljajućih zadataka tokom proizvodnje i postprodukcije. Takođe važan segment upotrebe vještačke inteligencije je i u detekciji nedostataka ili potencijalno ozbiljnih problema. Primjena vještačke inteligencije u lancu opskrbe u automobilske industriji nudi sljedeće najvažnije benefite:

- Poboljšana transparentnost - Poboljšana transparentnost-alati temeljeni na umjetnoj inteligenciji, usmjeravaju informacije i omogućavaju njihovu dostupnost kako bi se omogućilo informirano donošenje odluka i tako utiču na izbjegavanje kašnjenja u lancu opskrbe. Ovi alati takođe omogućavaju cjelokupan pregled u procesu otpreme, uz praćenje u stvarnom vremenu, praćenje trenutne lokacije dijelova od njihovog izlaska iz skladišta do krajnje isporuke i omogućavaju automatizirane obavijesti o svim bitnim promjenama.
- Brže rješavanje problema – jedna od ključnih odlika vještačke inteligencije je ogromna brzina obrade velike količine podataka. Tradicionalne metode se uglavnom baziraju na telefonskim pozivima ili e-mailovima prilikom koordinacije narudžbi, dok se metode vještačke inteligencije fokusiraju na budućnost i precizna predviđanja te mogu optimizirati svaki korak procesa.
- Tačnija predviđanja - Jedan od problema savremene automobilske industrije je ograničena sposobnost proizvođača automobila u pogledu predviđanja mogućih kvarova u toku proizvodnje. Posljedično to može rezultirati prekidom proizvodnih linija prekida koji se protežu kroz lanac opskrbe, a što proizvođačima donosi velike gubitke. Samo nekoliko sati zastoja u proizvodnoj liniji dovodi do gubitaka koji se mjere stotinama hiljada dolara. Upravo zbog toga proizvođači automobila se oslanjaju na alate vještačke inteligencije koji sa velikom preciznošću mogu predvidjeti neke zastoje. Jedan od načina kojim se to postiže jeste brza sintetizacija velike količine podataka o korištenju i održavanju ugrađenih komponenti u proizvodnim linijama.

➤ Otkrivanje emocija i prepoznavanje rizika

Svakim danom broj automobila na cestama se uvećava doprinoseći povećanju stvaranju gužvi u saobraćaju. Ako se tome pridoda činjenica da su današnji automobili uglavnom sposobni da razvijaju velike brzine onda se potreba za nadzorom emocija i umora vozača čini neophodnom. Automatizirani sistemi, koji su u stanju pratiti sve aspekte emocionalnog stanja, koncentracije i umora vozača i u skladu sa uočenim stanjem vozača poduzimati adekvatne akcije, bazirani su na tehnologijama vještačke inteligencije. Takvi sistemi doprinose sveukupnoj sigurnosti vozača, putnika i značajno smanjuju prometne nesreće. Može se kazati da je nadzor vozača jedna od najvažnijih primjena vještačke inteligencije u automobilske industriji. Konstantnim snimanjem lica vozača i mjerenjem ključnih parametara generiše se veliki broj alika koje se zatim obrađuju uz pomoć odgovarajućih algoritama mašinskog učenja, moguće je detektovati različita

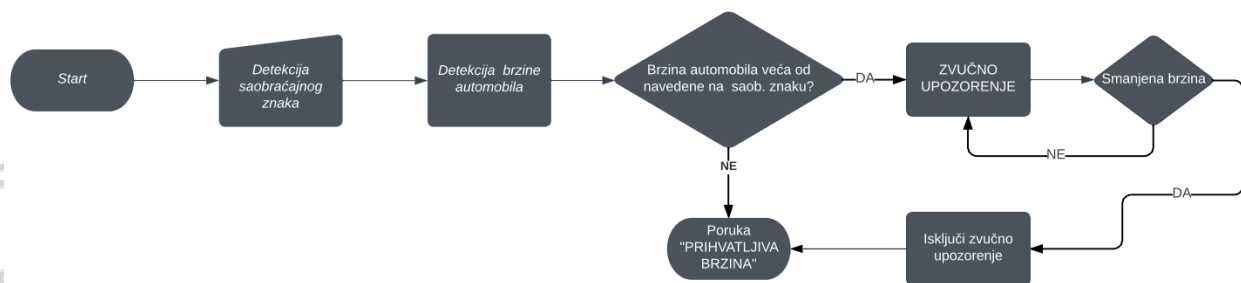
emocionalna stanja vozača kao što su ljutnja, radost, tuga i sl., kao i njegove atribute ponašanja, kao što su otvorenost očiju, položaj glave i drugo.



Slika 2: Nadzor vozača pomoću alata vještačke inteligencije

Izvor: <https://www.skyfilabs.com/project-ideas/checking-driver-behaviour-with-raspberrypi>

Pored nadzora emocionalnih stanja vozača, automatizovani sistemi bazirani na tehnologijama vještačke inteligencije sposobni su da detektuju prisutnost određenog, ranije memorisanog vozača, i izvršiti potrebna podešavanja prema njegovim fizičkim karakteristikama, kao što su retrovizori, temperatura i sjedala. Ovakvi pametni sistemi djeluju i slučaju da se dogodi nesreća te upravljaju aktiviranjem zračnih jastuka prema položaju tijela. Još jedna od mogućnosti je prilagođavanje brzine vozila na osnovu detektiranih saobraćajnih znakova o ograničenjima brzine.



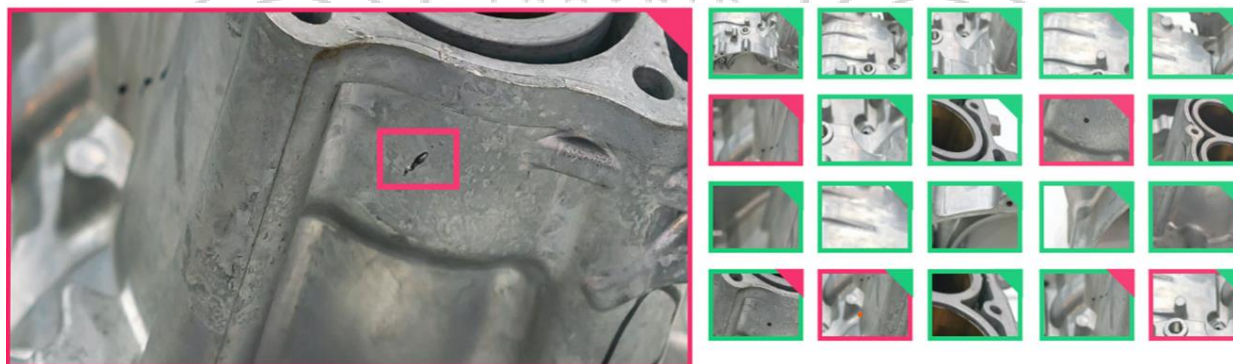
Dijagram1: Algoritam za prilagođavanje brzine vozila na osnovu detektiranih saobraćajnih znakova o ograničenjima brzine

Od mnogobrojnih mogućnosti koje nude pametni sistemi za nadzor vozača treba pomenuti i sposobnost detektiranja broja osoba u automobilu kao i prisutnost djece u vozilu te na osnovu toga

dodatno uticati na brzinu kretanja vozila ili pooštriti kriterije za određivanje donjeg praga za toleranciju umora vozača.

➤ Kontrola kvalitete

Tradicionalni sistemi i metodologije kontrole kvalitete oslanjaju se na uzorkovanje određenog broja proizvoda ali ne provjeravaju kvalitet svakog pojedinačnog proizvoda. U vrlo osjetljivoj proizvodnji nekada se mora provjeriti i svaki pojedinačni proizvod ali to iziskuje mnogo vremena i angažman velikog broja radnika. Moderna automobilska industrija u kontroli kvalitete sve više se oslanja na mašinsko učenje, duboko učenje i računarski vid za poboljšanje kontrole kvalitete i provjeru svih pojedinačnih proizvoda umjesto uzorkovanja. Potencijal vještačke inteligencije ne ogleda se samo u mogućnosti analiza ogromnih količina podataka već i u sposobnosti učenja i donošenja zaključaka. Upravo zbog toga sve je veća primjena vještačke inteligencije u kontroli kvalitete proizvoda u cilju sprječavanja da neispravni proizvodi napuste fabrike i tako budu ugrađeni u automobile.



*Slika 3: automatizirani vizualni pregled kvalitete proizvodnje pomoću umjetne inteligencije*

*Izvor: <https://www.elunic.com/en/ai-see/>*

Računarski vid se u tom smislu koristi za otkrivanje slabih varova, manjkavosti ofarbanih površina ili npr. detekcije pukotina u limu. Takođe, automobilska industrija koristi alate vještačke inteligencije za akustična testiranja što rasterećuje razvojne inženjere i smanjuje troškove testiranja.

## 4. ZAKLJUČAK

Kako bi potaknule povećanje produktivnosti, danas mnoge industrije koriste alate i tehnologije vještačke inteligencije. Takav trend ne zaobilazi ni automobilsku industriju koja zbog svoje fokusiranosti na korištenje inovativnih tehnologija često biva generator novih inovativnih rješenja. U novije vrijeme vještačka inteligencija sve više postaje ključna figura u modernoj automobilskoj industriji sa potencijalom da transformiše automobilsku industriju kao nijedna tehnologija prije nje. Sve veći broj proizvođača intenzivno radi na primjeni ove tehnologije u proizvodnji automobila. U ovoj industriji su se i prije pojave vještačke inteligencije koristili roboti, ali općenito oni su programirani za izvođenje određenog broja radnji u ograničenom broju scenarija prema strogo definisanim pravilima. Tehnologije vještačke inteligencije su naprednije i sposobne su da uče iz prethodnih scenarija kao i da na osnovu obrađenih podataka samostalno donose odluke. Mnogo je načina na koje se tehnologije vještačke inteligencije koriste u automobilskoj industriji a ovaj rad je predstavio šest specifičnih načina. Moderna algoritamska istraživanja kombinovana sa sve snažnijim računarskim hardverom, doprinijet će poboljšanju performantnosti vještačke inteligencije i u budućnosti je očekivati veću autonomiju u njenom radu kao i nove načine primjene u automobilskoj industriji.

## Literatura

1. Chen, X., Zhang, Y.G. (2021), A computer vision algorithm for locating and recognizing traffic signal control light status and countdown time, *Journal of Intelligent Transportation Systems*, Volume 25, Issue 5, 2021, Pages 533-546.
2. Garg, S., Mahajan, N., Ghosh, J.(2023), Artificial Intelligence and Its Impacts on Industry 4.0," Springer Books, in: Singh, G., Goel, R., Garg, V. (ed.), *Industry 4.0 and the Digital Transformation of International Business*, pages 123-133, Springer
3. Isonkobong, C. (2020), Machine Learning: A Review, *Semiconductor Science and Information Devices* , Volume 02, Issue 02
4. Klarmann, N., Malmir, M. (2021), Optimising Trajectories in Simulations with Deep Reinforcement Learning for Industrial Robots in Automotive Manufacturing, In book: *Artificial Intelligence for Digitising Industry*, River Publishers
5. Maryadi et.all.(2021), Development of Human Machine Interface (HMI) Training Kit as A Learning Media for Industrial Automation Engineering Practical Courses, *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 1737, 3rd International Conference on Electrical, Electronics, Informatics, and Vocational Education 5 October 2020, City, Indonesia
6. Sahari, M.,S., Zolkipli, M. F. (2023), Enhanced Generation Artificial Intelligence In Automotive Sector, *Borneo International Journal* eISSN 2636-9826, Vol. 6 (1), 6-10
7. Schmidt, R., Zimmermann, A., Moehring, M., & Keller, B. (2020). Value creation in connectionist artificial intelligence—A research agenda

8. Srivastava, N., Mansimov, E., Salakhudinov, R. (2015), Un-supervised learning of video representations using lstms. In International conference on machine learning, 843-852
9. <https://www.statista.com/statistics/1255028/automotive-artificial-intelligence-global-market-size-forecast/>
10. <https://roboticsandautomationnews.com/2021/04/22/robot-applications-in-auto-manufacturing/42632/>
11. <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTG0KmV841dyYvMmZ5lMTq5IOTqJvCL9u6jng&usqp=CAU>
12. <https://www.skyfilabs.com/project-ideas/checking-driver-behaviour-with-raspberrypi>
13. <https://www.elunic.com/en/ai-see/>

