

# Mladá veda

## Young Science



# Mladá veda

## Young Science

### MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 2, ročník 11., vydané v júni 2023

ISSN 1339-3189, EV 167/23/EPP

Kontakt: [info@mladaveda.sk](mailto:info@mladaveda.sk), tel.: +421 908 546 716, [www.mladaveda.sk](http://www.mladaveda.sk)

Fotografia na obálke: Saint-Tropez. © Branislav A. Švorc, [foto.branisko.at](http://foto.branisko.at)

#### REDAKČNÁ RADA

*doc. Ing. Peter Adamišín, PhD.* (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

*doc. Dr. Pavel Chromý, PhD.* (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

*Mgr. Jakub Köry, PhD.* (School of Mathematics & Statistics, University of Glasgow, Glasgow)

*prof. Dr. Paul Robert Magocsi* (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

*Ing. Lucia Mikušová, PhD.* (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

*doc. Ing. Peter Skok, CSc.* (Ekomos s. r. o., Prešov)

*prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D.* (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

*prof. PhDr. Peter Švorc, CSc.*, predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

*doc. Ing. Petr Tománek, CSc.* (Katedra verejnej ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

*Mgr. Michal Garaj, PhD.* (Katedra politických vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda, Trnava)

#### REDAKCIA

*Mgr. Branislav A. Švorc, PhD.*, šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

*Mgr. Martin Hajduk, PhD.* (Banícke múzeum, Rožňava)

*PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD.* (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

*RNDr. Richard Nikischer, Ph.D.* (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

*PhDr. Veronika Trstianska, PhD.* (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSS UKF, Nitra)

*Mgr. Veronika Zuskáčová* (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

#### VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

[www.universum-eu.sk](http://www.universum-eu.sk)

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

# VÝVOJOVÉ TRENDY SÚČASNÝCH CESTNÝCH DOPRAVNÝCH PROSTRIEDKOV

DEVELOPMENT TRENDS OF CURRENT ROAD VEHICLES

Milan Mališ<sup>1</sup>

Autor pôsobí ako interný doktorand na Vysokej škole bezpečnostného manažérstva v Košiciach. Vo svojom výskume (resp. dizertačnej práci) sa venuje minimalizácii bezpečnostných rizík dopravných nehôd.

The author works as an internal doctoral student at the University of Security Management in Košice. In his research (or dissertation) he is devoted to minimizing the safety risks of traffic accidents.

## Abstract

This article deals with development trends of road means of transport. It describes technologies and current safety development elements that should be approved by road vehicle producers to save car owners' lives and health. Providing both, a comfort zone as well as safety, is the main factor of vehicles safety. Means of transport have been developing in many ways and use of up to date trends includes electrification, autonomy and use of alternative fuels which brings technological progress and creates new possibilities of data processing as well as information in many other fields needed for manufacturers' research use. These improvements do not avoid the transportation sphere because autonomous vehicles are becoming one of the main topics and a subject of interest of automobile industry. Autonomous vehicles represent intelligent means of transport enabling to be driven without any human driver presence.

Key words: development trends, autonomous vehicles, safety elements, intelligent means of transport

## Abstrakt

Článok sa zaoberá vývojovými trendami cestných dopravných prostriedkov. Popisuje technológie a súčasné vývojové prvky bezpečnosti, ktoré výrobcovia dopravných prostriedkov mali prijať, aby chránili život a zdravie majiteľov cestných vozidiel, pretože zabezpečenie zóny komfortu a bezpečnosti súčasne je hlavným prvkom zabezpečenia výrobcov dopravných prostriedkov. Cestné dopravné prostriedky sa vyvíjajú v mnohých

---

<sup>1</sup> Adresa pracoviska: Ing. Milan Mališ, Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach, Ústav bezpečnostných vied, Košťová 1, 040 11 Košice  
E-mail: milan.malis@vsbm.sk

smeroch, pričom využívanie súčasných trendov zahŕňa elektrifikáciu, autonómiu a využívanie alternatívnych palív, ktoré prinášajú technologický pokrok a vytvárajú nové možnosti spracovania dát a informácií v mnohých oblastiach pre potreby výskumu výrobcov dopravných prostriedkov. Tieto zlepšenia sa nevyhýbajú ani oblasti dopravy, pretože autonómne vozidlá sa stávajú jednou z hlavných tém a predmetom záujmu automobilového priemyslu. Autonómne vozidlá predstavujú inteligentné dopravné prostriedky, ktoré umožňujú dopravným prostriedkom jazdiť bez potreby prítomnosti ľudského vodiča.

**Kľúčové slová:** vývojové trendy, autonómne vozidlá, bezpečnostné prvky, inteligentné dopravné prostriedky

## Úvod

Hlavné zameranie článku je bezpečnosť problematiky autonómnej dopravy, ktorá je čoraz diskutovanejšou témou. Článok sa zaoberá vývojovými trendami súčasných cestných dopravných prostriedkov, charakteristikou autonómnej dopravy, klasifikáciou asistovanej jazdy výhodami a nevýhodami autonómnej cestnej dopravy a legislatívou týkajúcou sa autonómnych vozidiel. Avšak, pred uvedením automobilu do prevádzky je potrebné, aby výrobcovia získali súhlas majiteľa a zabezpečili, že potrebné dáta bezpečnostných prvkov dopravných prostriedkov jednotlivých majiteľov budú chránené proti neoprávnenému prístupu prípadne zneužitiu ďalšími osobami. Súčasné cestné dopravné prostriedky sa vyvíjajú v mnohých smeroch. Podľa Organizácie pre hospodársku spoluprácu na rozvoj týchto trendov zahŕňajú elektrifikáciu, autonómiu, využívanie alternatívnych palív stratégie CASE - zosieťovanie, autonómne jazdenie, flexibilné používanie a elektrické pohony pre oblasť životného prostredia sa do roku 2050 predpokladá vzrast počtu obyvateľstva na planéte zo súčasných 7 miliárd na vyše 9 miliárd, pričom až 70% svetovej populácie budú v roku 2050 predstavovať obyvatelia miest. Vo veľkých mestách bude narastať potreba prepraviť masy ľudí, pričom vďaka rôznym prístupom k inteligentnej mobilite mala byť doprava bezproblémová.

## Charakteristika autonómnej dopravy

Autonómnym vozidlom rozumieme jazdný systém, ktorý pozoruje a chápe svoje okolité prostredie, samostatne uskutočňuje rozhodnutia, aby bezpečne a hladko dosiahol požadované miesto, a na základe rozhodnutí podniká potrebné kroky na ovládanie vozidla. Počas celej evolučnej histórii človeka bol príčinou náhleho úmrtia divoká príroda, ľudská ruka, dnes tieto štatistiky vedú hlavne autonehody. Príčinou autonehôd sú najčastejšie samotní vodiči, ktorí sa nevenujú dostatočne jazde sú unavení, jazdia príliš riskantne alebo pod vplyvom návykovej látky. Riešenie vznikajúcich problémov v poslednom desaťročí sa naskytuje v zavádzaní autonómnej dopravy. Odborníci pomocou sofistikovaných metód odhadli množstvo výhod, ktoré by so sebou autonómna cestná doprava priniesla. Je tu však aj druhá strana, ktorá sa týka etiky, čo v prípade hroziacej nehody, ktorá sa nedá odvrátiť. V konečnom dôsledku to budú však práve softvéroví inžinieri, ktorí si vyberú jedno z riešení, ktoré by si malo získať všeobecnú priazeň ľudskej populácie. Autonómne jazdenie by prinieslo nové možnosti v oblasti prepravy. Umožnilo by cestovať ľuďom bez vodičského preukazu, deťom, zdravotne a telesne postihnutým ľuďom. Takisto by umožnilo menšie náklady na prepravu rôznych materiálov, tovaru a osôb. (Dede et al., 2021)

### **Klasifikácia asistovanej jazdy**

Združenie odborníkov na automobilový a dopravný priemysel, s názvom SAE International vypracovala klasifikáciu/ normu SAE J3016 pre automatizáciu jazdy. Táto klasifikácia pozostáva zo šiestich stupňov automatizácie jazdy, začínajúca stupňom 0 a končiaca stupňom 5.

Šesťstupňová klasifikácia od úrovne 0 –žiadna automatizácia až do úrovne 5 –úplná automatizácia, zohľadňuje schopnosť vozidla ovládať vozidlo, porozumieť okoliu a umožniť vodičovi venovať pozornosť iným činnostiam počas jazdy.

**Úroveň 0** je definovaná ako „žiadna automatizácia“; kedy je vodič zodpovedný za vykonávanie všetkých dynamických jazdných úloh (pozdĺžnych aj priečnych) počas jazdy a za monitorovanie životného prostredia. Napriek tomu do tejto triedy patria dve druhy systémov zasahujúcich bez vstupu vodiča. Prvým druhom sú núdzové systémy, kde patrí protiblokovací brzdový systém –ABS (Anti-lock Braking System alebo Anti Blocking System), systém trakčnej kontroly –TCR (Traction Control System), elektronická kontrola stability –ESP alebo ESC (Electronic Stability Program alebo Electronic Stability Control), brzdový asistent –BAS (Brake Assistant System), asistent núdzového brzdzenia –EBA(Emergency Brake Assist). Druhým druhom sú varovné systémy, kde patrí akustická kontrola parkovania –PDC (Park Distance Control), asistent zmeny jazdných pruhov –LCA (Lane Change Assist), systém varovania pred vybočením zjazdných pruhov –LDWS (Lane Departure Warning), protikolízne varovanie –FCW (Front Collision Warning).

**Úroveň 1** je definovaná ako asistencia pre vodiča: automatizované systémy tejto úrovne vykonávajú iba čiastkové úlohy dynamickej jazdy. Vodič vozidla je zodpovedný za vedenie vozidla, taktiež sledovanie cestnej premávky a reagovanie na ňu. Musí tiež dohliadať nad automatizovanou úlohou dynamickej jazdy a vykonávaním dynamických úloh riadenia, ktoré nie sú automatizované a má taktiež zodpovednosť za aktiváciu/deaktiváciu systémov pomoci. Medzi tieto automatizované systémy patrí parkovací asistent s automatizovaným riadením –PA (Park Assist), asistent sledovania jazdných pruhov –LKA (Lane Keeping Assist), adaptívny tempomat –ACC (Adaptive Cruise Control).

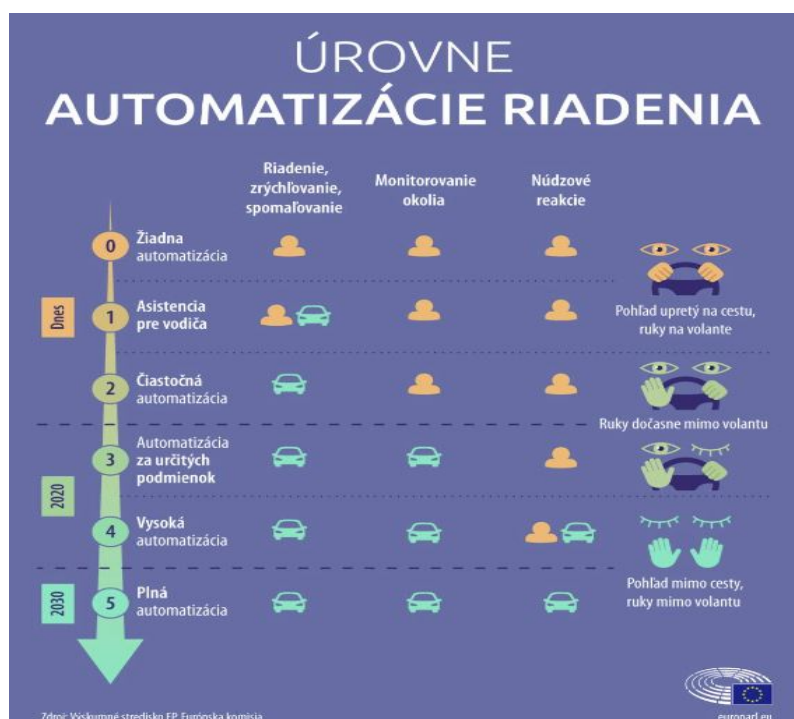
**Úroveň 2** je chápaná ako čiastočná automatizácia, kde automatizované systémy vykonávajú časti pozdĺžneho (zrýchľovacieho/brzdiaceho) a bočného (riadiaceho) riadenia. Vodič vozidla je zodpovedný za dohľad nad týmito automatizovanými systémami, aktiváciu a deaktiváciu automatizovaných systémov. Vodič vozidla môže za určitých okolností prestať fyzicky ovládať vozidlo, príkladom sú ruky mimo volantu. Musí však neustále monitorovať cestnú premávku a musí byť schopný, ak je to potrebné okamžite prevziať úplnú kontrolu nad vozidlom. Medzi takéto systémy úrovne 2 patria parkovací asistent –PA2 (Park Assist Level 2) a asistent pre jazdu v dopravnej zápche (Traffic Jam Assist).

**Úroveň 3** sa týka automatizácie za určitých podmienok (podmienenej automatizácie). Od vodiča vozidla sa nevyžaduje, aby nepretržite monitoroval automatizované úlohy dynamickej jazdy, keď je systém aktívny. Vodič však musí byť schopný prevziať kontrolu s

primeraným časom reakcie. Systém musí varovať vodiča vozidla vopred, ak si podmienky vyžadujú prechod na riadenie vodičom. Medzi takéto systémy patrí asistenčný systém vodiča v dopravných zápchach a na diaľniciach (Traffic Jam and Highway Chauffeurs).

**Úroveň 4** je charakterizovaná pre vysoko automatizované autá vykonávajú všetky aspekty dynamických jazdných úloh za špecifických podmienok podobným spôsobom ako systémy úrovne 3. Systémy pod úrovňou 4 však nevyžadujú, aby vodič riešil núdzové situácie. Pokiaľ nie sú splnené konštrukčné podmienky pre riešenie krízových situácií, systém sám iniciuje deaktiváciu, pričom úplne deaktivovať sa môže až keď vodič vozidla prevezme kontrolu nad vozidlom alebo sa dosiahne stav minimálneho rizika. Vodič vozidla môže vykonávať rôzne sekundárne akcie, zatiaľ čo je automatizovaný systém aktívny.

**Úroveň 5** označuje plne automatizované autá, ktoré sú vybavené množstvom senzorov, aby vedeli autonómne vykonávať všetky jazdné funkcie za všetkých podmienok kedykoľvek a na akejkoľvek ceste. Tento typ auta nemusí obsahovať ani volant, či pedále plynu alebo brzdy. (Moravčík, 2020).



Obr. 1 – Úrovně automatizácie riadenia

Zdroj: <https://www.europarl.europa.eu/news/sk/headlines/economy/20190110STO23102/samojazdiace-auta/>

### Legislatíva týkajúca sa autonómnych vozidiel

Hlavným cieľom Európskej únie v téme autonómnych vozidiel je, aby sa Európa stala svetovým lídrom pri zavádzaní prepojenej a automatizovanej mobility, čo by znamenalo zmenu v znižovaní počtu smrteľných nehôd na komunikáciách taktiež znižovanie škodlivých emisií z cestnej dopravy a limitovanie dopravného preťaženia. V poslednom kroku by prevádzkovanie autonómnych vozidiel malo viesť k dosiahnutiu vízie nulovej nehodovosti to

je k situácii, keď na európskych cestách nebude do roku 2050 dochádzať k žiadnym smrteľným nehodám.

(Biela kniha: Plán jednotného európskeho dopravného priestoru - Vytvorenie konkurencie schopného dopravnému systému efektívne využívajúceho zdroje, 2011).

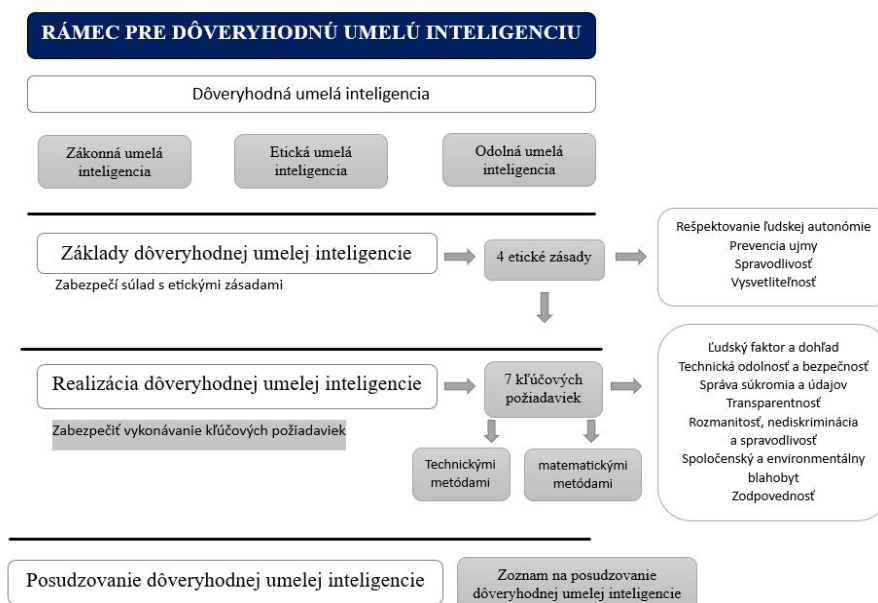
Európska únia sa snaží vyjsť v ústrety členským štátom a vypracovať určité unifikované základy pre právny rámec autonómnych vozidiel. Na druhej strane však necháva členským štátom vysokú mieru nezávislosti v tvorbe relevantnej právnej úpravy. Európska komisia vydala v roku 2018 oznámenie COM(2018) 283 „Na ceste k automatizovanej mobilite: stratégia EÚ pre mobilitu budúcnosti“, v ktorej vysvetľuje význam autonómneho jazdenia, sociálne a ekonomické dôvody rozvoja a podpory tohto odvetvia a rôzne štatistické údaje. (Janiga, 2021)

V januári roku 2019 vydal Európsky parlament uznesenie 2018/2089 (INI) o autonómnom riadení vozidiel v európskej doprave, v ktorom potvrdzuje dôležitú úlohu kooperatívnych inteligentných dopravných systémov (K-IDS) pri poskytovaní pripojenia pre automatizované/autonómne vozidlá úrovni 2, 3 a prípadne aj 4, ktoré sú vymedzené. Spoločnosťou automobilových inžinierov (SAE); nabáda členské štáty a priemysel, aby ďalej zavádzali K-IDS, a vyzýva Komisiu, aby podporovala členské štáty a priemysel pri zavádzaní služieb K-IDS. Čo sa týka cestnej dopravy, pripomína tiež nové bezpečnostné pravidlá obsiahnuté v hlavných zásadách pre rozhranie človek – stroj, navrhnutých v záverečnej správe skupiny GEAR 2030; ďalej zdôrazňuje, že je potrebné, aby právne predpisy týkajúce sa bezpečnosti cestnej premávky na úrovni Európskej hospodárskej komisie OSN (EHK OSN), EÚ a členských štátov boli čo najskôr spôsobilé podporiť autonómne riadenie s cieľom znížiť množstvo ľudských pochybení, znížiť taktiež počet dopravných nehôd a smrteľných dopravných nehôd; zdôrazňuje taktiež potrebu jasných právnych predpisov, ktoré sa budú pravidelne revidovať, v prípade potreby aktualizovať a harmonizovať a ktorými sa zavedie povinnosť zavádzať prístroje na záznam údajov o udalostiach v súlade s revidovaným nariadením o všeobecnej bezpečnosti s cieľom zlepšiť vyšetrowanie dopravných nehôd, ako aj čo najskôr objasniť a vyriešiť otázky týkajúce sa zodpovednosti; konštatuje, že tieto prístroje na záznam údajov o udalostiach sú potrebné na určenie zodpovedností rôznych účastníkov nehody; čo sa týka využívania umelej inteligencie vyzýva Komisiu, aby vypracovala jasné etické usmernenia pre umelú inteligenciu využívanú v cestnej doprave.

Na Európskej úrovni sa ďalej vyvíja aj niekoľko medzinárodných štandardov a odporúčacích dokumentov v oblasti kybernetickej bezpečnosti. Predovšetkým Európska hospodárska komisia Organizácie Spojených národov (EHK/OSN) vydala nariadenie o kybernetickej bezpečnosti, ktoré definuje súbor požiadaviek, ktoré musia spĺňať výrobcovia vozidiel, dodávatelia a poskytovatelia služieb, pokrývajúci celý životný cyklus vozidla od vývoja vozidla až po jeho vyradenie z prevádzky (Dede et al., 2021)

V roku 2020 agentúra ENISA (Agentúra Európskej únie pre kybernetickú bezpečnosť) zriadila expertnú skupinu pre prepojenú a automatizovanú bezpečnosť mobility (CAMSec) zaoberajúca sa hrozbami, výzvami a riešeniami kybernetickej bezpečnosti v oblasti inteligentných dopravných systémov. Členmi CAMSec sú výrobcovia vozidiel so zameraním na kybernetickú bezpečnosť, dodávatelia a vývojári vstavaného hardvéru/softvéru pre

inteligentné automobily, ďalej združenia a neziskové organizácie zapojené do bezpečnosti vozidiel, cestné úrady a akademická obec, ako aj normalizačné orgány a tvorcovia politík.



Obr. 2 - Návrh rámca pre etickú AI z dielne AI HLEG, ktorý vychádza z etických princípov, definuje kľúčové požiadavky a poskytuje prvý zoznam otázok na posúdenie dôveryhodnosti AI  
Zdroj: [http://e-tika.sk/Zodpovedne\\_AI.pdf](http://e-tika.sk/Zodpovedne_AI.pdf)

### Bezpečnostné riziká umelej inteligencie

Umelá inteligencia je definovaná ako súbor metód, ktoré sú schopné racionálne a autonómne uvažovať, konať alebo rozhodovať a taktiež sa prispôbiť zložitým prostrediam a predtým nevídaným okolnostiam.

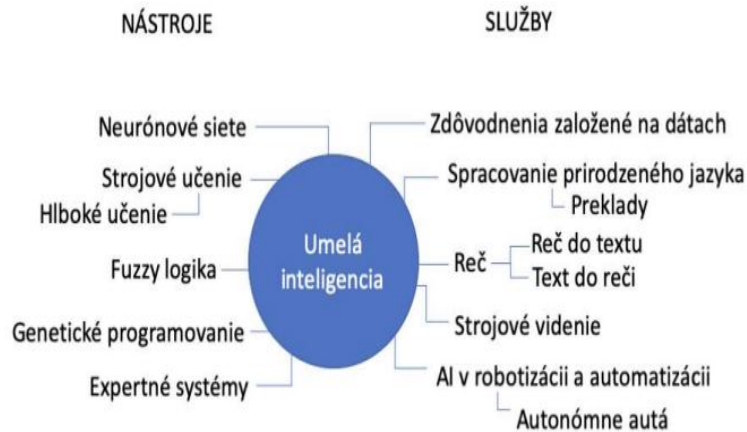
Nové generácie automobilov využívajú pokroky v oblasti umelej inteligencie na poskytovanie polo-autonómnych a autonómnych jazdných schopností. Jedným z hlavných komponentov umelej inteligencie sa považujú techniky strojového učenia (SU). Ukázalo sa, že sú tieto techniky vysoko zraniteľné voči širokému spektru útokov, ktoré by mohli ohroziť správne fungovanie autonómnych vozidiel a mohli by tak zapríčiniť vážne ohrozenie bezpečnosti osôb vo vozidle aj mimo neho. SU je v súčasnosti hlavným prístupom náchylným na kompromitáciu v autonómnych vozidlách. Umožňujú zlomyseľnému aktérovi navrhnuť konkrétne útoky. Presnejšie povedané, dôkladne vytvorené vzory môžu byť šírené v prostredí, aby sa zmenil rozhodovací proces a tým vyvolalo neočakávané správanie vozidla. Medzi typické príklady patrí pridávanie farby na cestu, ktorá má viesť navigáciu, alebo nálepky na stopke, ktoré bránia jej rozpoznaníu. (Moor, 2006)

Podľa konsolidovanej praxe modelovania hrozieb (Wang, Wu, Niu, 2020) možno riziká súvisiace s umelou inteligenciou rozdeliť do dvoch skupín:

- **Úmyselné hrozby** zahŕňajú tie, ktoré pochádzajú zo zlomyseľného využívania obmedzení a zraniteľností prítomných v metódach UI a SU na zamýšľané ublíženie.



- **Neúmyselné hrozby** zahŕňajú nepredvídateľné nesprávne fungovanie, zlyhania alebo negatívne následky spôsobené nedostatkami, zlým dizajnom a/alebo vnútornými zvláštnosťami UI a SU.



Obr. 3 - Základné rozdelenie funkcionalít AI  
Zdroj: Bieliková a kol., 2019

### Výhody a nevýhody autonómnej cestnej dopravy

K výhodám autonómneho riadenia vozidiel môže v budúcnosti patriť zvýšenie bezpečnosti prepravy a zníženie nehodovosti.

Benefitom by malo byť taktiež skrátenie reakčného času oproti človeku. Reakčná doba je jedným z najdôležitejších faktorov pri vzniku dopravných nehôd.

Nižšie je uvedená tabuľka 1 počtu dopravných nehôd podľa zavinenia za rok 2022 podľa informácii Ministerstva vnútra SR.

Z tabuľky 1 vyplýva, že za celý rok 2022 bolo 10980 nehôd, z celkového počtu 12065 nehôd, spôsobených vodičom. Daný počet nehôd predstavuje 91% z celkového počtu. Na základe údajov z grafu 1 môžeme teda tvrdiť, že zlyhanie ľudského faktora pri vedení vozidla stálo za väčšinou dopravných nehôd. (<https://www.minv.sk/>)

Príčina nehody	Počet nehôd	%	Počet usmrtených	%
<b>Spolu</b>	12065	-	244	-
<b>Porušenie povinností vodiča</b>	5809	48	74	30
<b>Nedovolená rýchlosť</b>	1475	12	47	19
<b>Nesprávna jazda cez križovatku</b>	758	6	9	4
<b>Nesprávne otáčanie a cúvanie</b>	638	5	0	0
<b>Nedodržanie vzdialenosti medzi vozidlami</b>	518	4	3	1
<b>Nesprávny spôsob jazdy</b>	469	4	53	22
<b>Porušenie povinností</b>	463	4	8	3

účastníka cestnej premávky				
<b>Porušenie osobitných ustanovení o chodcoch</b>	340	3	20	8
<b>Nesprávne odbočovanie</b>	324	3	3	1
<b>Nesprávne predchádzanie</b>	235	2	10	4
<b>Iné zavinenie</b>	1085	9	20	8

Tabuľka 1 - Prehľad počtu dopravných nehôd podľa zavinenia za rok 2022

Zdroj: Vlastné spracovanie (podľa dát z Ministerstva vnútra)

Za pozitívum autonómnej dopravy je považované aj celkové zlepšenie dopravnej situácie v mestách, a to napríklad znížením nákladov na spotrebu paliva, znížením potreby parkovacích miest a ešte väčšia premena bežnej mobility na mobilitu fungujúcu na princípe zdieľania

Okrem výhod autonómnych vozidiel prináša so sebou táto téma mnoho kontroverzných názorov. Týka sa témy súkromia a etiky. Prvým problémom narušania môže byť neustále monitorovanie okolitého prostredia a ľudí, ktorí sa pohybujú v okolí, a to monitorovanie bez ich súhlasu. Vozidlo bude schopné na základe denných jászd vyskladať užívateľov profil a s ním generovať tým množstvo dát. Dôležité bude preto jasne určiť, kto bude tieto údaje vlastniť a ako sa bude s nimi neskôr zaobchádzať. (Veteška, 2019)

### **Technické zabezpečenie automobilov na vysokej úrovni**

Medzi hlavné zložky jazdného asistenta, taktiež aj autonómneho vozidla sú zoskupené do hardvérových a softvérových komponentov. Hardvérová časť zahŕňa senzory, zariadenia V2X a ovládače na riadenie. Softvérový komponent obsahuje metódy na implementáciu schopnosti vnímania, plánovania, rozhodovania a kontroly vozidla.

V súčasnosti medzi funkcie komerčne využívaných vozidiel, ktoré využívajú UI a SU patrí napríklad brzdivý asistent, inteligentné parkovanie alebo rôzne hlasové interakcie. Aktuálne, pri riešení plne autonómneho riadenia sa experimentuje s prototypom. Medzi najbežnejšie automobilové funkcie, ktoré sa považujú za nevyhnutné na dosiahnutie autonómneho riadenia patria ACC, automatické parkovacie (alebo parkovacie asistenčné) systémy, systémy na predchádzanie kolíziám, pomoc pri mŕtvom uhle, automobilová navigácia, ALKS, systémy na predchádzanie kolíziám, rozpoznávanie dopravných značiek a detekcia okolitých zvukov. (Dede et al., 2021)

Adaptívny tempomat - ACC, zabezpečuje úpravu rýchlosti vozidla s cieľom udržať optimálnu vzdialenosť od vozidiel vpredu. Odhaduje vzdialenosť medzi vozidlami a zrýchľuje alebo spomaľuje, aby zachoval správnu vzdialenosť.

Automatické parkovacie (alebo parkovacie asistenčné) systémy zabezpečujú presun vozidla z jazdného pruhu na parkovisko. Zohľadňujú značky na ceste, okolité vozidlá a dostupný priestor a generujú postupnosť príkazov.

Pomoc pri mŕtvom uhle spočíva v detekcii vozidiel a chodcov nachádzajúcich sa na boku, za a pred vozidlom, napr. pri odbočovaní vozidla v križovatke alebo pri zmene jazdného pruhu. Detekcia sa zvyčajne vykonáva pomocou snímačov umiestnených v rôznych bodoch automobilu. (Jensen, 2009)

Automobilová navigácia zabezpečuje v hľadanie smerov na dosiahnutie požadovaného cieľa pomocou údajov o polohe poskytovaných zariadeniami GNSS a polohe vozidla vo vnímanom prostredí.

ALKS, automatizované systémy udržiavania v jazdnom pruhu spočívajú v udržiavaní vozidla v strede jeho jazdného pruhu pomocou riadenia. Na to využíva detekciu značenia jazdného pruhu, odhad trajektórie jazdného pruhu v možných náročných podmienkach a generovanie akcií na riadenie vozidla.

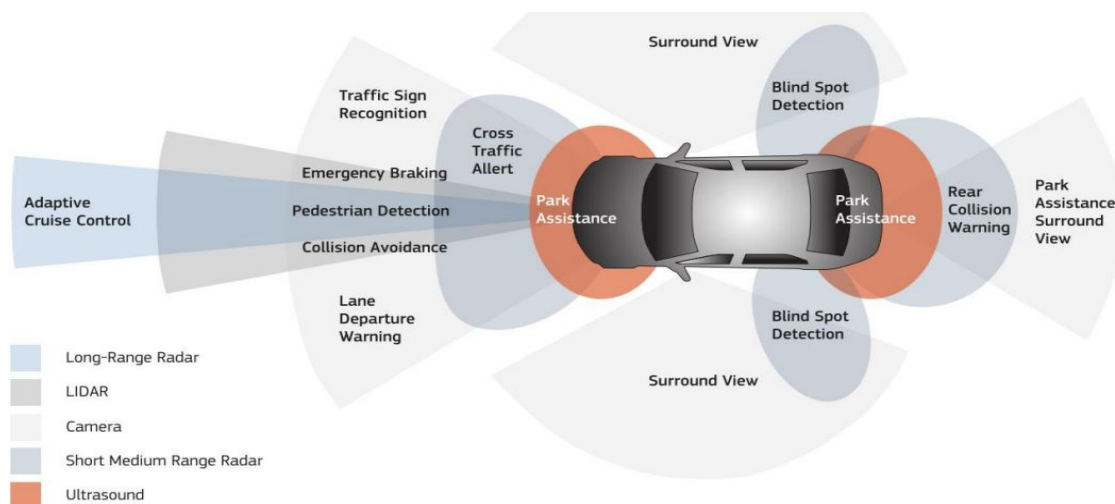
Rozpoznávanie dopravných značiek je založené na rozpoznaní dopravných značiek umiestnených na ceste a vo všeobecnosti všetkých dopravných značiek, ktoré dávajú pokyny pre jazdu, napríklad semaforey, dopravné značky alebo značky. Ide o detekciu z kamerových senzorov na základe rôznych indikátorov tvaru, farieb, symbolov a textov. (Lim et al., 2017)

### Hardvér a senzory v autonómnych vozidlách

Hardvér umožňuje vozidlám snímať vonkajšie a vnútorné prostredie prostredníctvom jednotlivých senzorov, funguje pomocou ovládačov, ktoré regulujú pohyb auta a komunikuje s inými zariadeniami prostredníctvom technológie V2X.

Senzory ako primárny zdroj informácií pre systémy UI sú kritickým prvkom AV. Všetky senzory možno vo všeobecnosti rozdeliť do troch odlišných skupín: (Wang, Wu, Niu, 2020)

- Exteroceptívne senzory
- propioceptívne senzory
- Iné senzory



Obr. 4 - Lokalizácia snímačov na vozidle a ich hlavné použitie  
Zdroj: Dede a kol., 2021

**Exteroceptívne senzory** sú navrhnuté tak, aby vnímali prostredie, ktoré obklopuje vozidlo. Sú to relatívne nové senzory prítomné v autách. Patria sem kamery a systém detekcie a natáčania svetla (LIDAR), ktoré sú hlavnými vektormi informácií na účely riadenia. Iné senzory, ako sú globálne navigačné satelitné systémy (GNSS), radary a ultrazvukové senzory, sa tiež používajú na sondovanie prostredia, ale zvyčajne sa obmedzujú na špecifické úlohy

(napr. blízke detekcie, počúvanie zvuku). Zvyšuje sa tým spoľahlivosť výsledkov v prípade poruchy snímača.

**Proprioceptívne senzory** sú tie, ktoré vykonávajú merania v samotnom vozidle. V autách sú prítomné už desaťročia a väčšinou sa používajú na účely kontroly. Obsahujú súbor analógových meraní, ktoré sú zakódované v digitálnej forme a uvádzajú hodnoty, ako sú otáčky motora za minútu (RPM), rýchlosť vozidla (meraná otáčaním kolesa), smer volantu a podobne.

**Iné senzory** sú tie, ktoré odosielajú informácie, ktoré môže vozidlo dostať zo svojej digitálnej komunikácie s inými vozidlami, V2V komunikácie alebo V2I. (Dede et al., 2021)

	<b>Typ snímača</b>	<b>Rozsah snímača</b>	<b>Pozitíva</b>	<b>Negatíva</b>
<b>Exteroceptívne senzory (senzory, ktoré vnímajú prostredie)</b>	LiDAR	Až 200 metrov	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vysoká presnosť</li> <li>• Široké zorné pole</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vysoká cena</li> <li>• Žiadne informácie o farbe</li> <li>• Zhoršená aerodynamika (zvyčajne namontovaná na streche)</li> </ul>
	Kamery	Až 100 metrov	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Môže vidieť farby a textúry</li> <li>• Nízke náklady</li> <li>• Vysoká dostupnosť</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Citlivé na svetlo s nízkou intenzitou</li> <li>• Silne ovplyvnené nepriaznivými poveternostnými podmienkami</li> <li>• Nepresný odhad rozsahu</li> </ul>
	Radar	5-200 metrov	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odolný voči podmienkam prostredia</li> <li>• Lacnejšie ako LiDAR</li> <li>• Zrelé a ľahko dostupné</li> <li>• Schopný určiť relatívny pohyb predmetov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hlučná odozva na kovové predmety</li> <li>• Nevhodné pre statické predmety</li> <li>• Slabé bočné rozlíšenie</li> </ul>
	Zvukový mikrofón	Niekoľko stoviek metrov	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rýchla odozva detekcie</li> <li>• Umožňuje počuť zvuky prostredia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obmedzené na zvukové signály</li> </ul>
	Ultrazvukové senzory	Až 2 metre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odolný voči nepriaznivým poveternostným podmienkam</li> <li>• Osvedčená stopa spoľahlivosti</li> <li>• Najpresnejší senzor pre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vhodné len pre veľmi krátky dosah</li> <li>• Nízke rozlíšenie</li> <li>• Nevhodné pre vysoké rýchlosti</li> <li>• Silne ovplyvnené zmenami</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>blízkosť</li> <li>• Lacné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podmienok prostredia (teplota, vlhkosť)</li> </ul>
<b>Proprioceptívne (senzory, ktoré merajú hodnoty v systéme)</b>	GNSS		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vysoká presnosť.</li> <li>• Relatívne lacné.</li> <li>• Široké nasadenie</li> <li>• Vysoká integrita a vysoko presné polohovacie schopnosti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signály GNSS neprenikajú do budov, ako sú poschodové parkoviská alebo do tunelov</li> <li>• Problémy odrazivosti a satelitnej viditeľnosti v zastavaných mestských oblastiach</li> <li>• Zraniteľnosť voči úmyselnému a neúmyselnému rušeniu signálu</li> </ul>
	NOS	Vo vozidle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nepotrebuje žiadne spojenie alebo znalosť vonkajšieho sveta 6 stupňov voľnosti</li> <li>• Používa sa pri fúzii senzorov s inými lokalizačnými technikami</li> <li>• Lacné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presnosť závisí od kalibrácie akcelerometra a trojosového snímača rýchlosti</li> <li>• Presnosť približne 30 cm, takže je potrebné ho použiť v kombinácii s inými snímačmi</li> </ul>
	Kódovače (poloha, rýchlosť a pod.	Vo vozidle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poskytuje presný stav vozidla</li> <li>• Nízka cena</li> <li>• Jednoduchá inštalácia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obmedzená presnosť</li> </ul>

Tabuľka 2 - Porovnanie AV senzorov

Zdroj: Campbell a kol., 2018 a Z. Wang, Wu, Niu, 2020

### LiDAR a kamery

LiDAR a kamery sú najrozšírenejšími snímačmi v autonómnych vozidlách. LiDAR funguje na princípe osvetľovania prostredia laserami a zbiera odrazené svetlo. Analýzou prijatých signálov umožňuje generovanie hĺbkovej mapy scény Hĺbková mapa sa ďalej spracováva, pre vytvorenie 3D mapy prostredia.

Kamery majú oproti LiDARu tú výhodu, že rozlišujú farby a umožňujú tak rozpoznávanie prvkov ako sú dopravné značky, semaforey, svetlá vozidiel alebo textové upozornenia. Vykazujú však aj určité obmedzenia ako napríklad zhoršené videnie kamery v nepriaznivých poveternostných podmienkach, ako je dážď, hmla alebo náhle zmeny svetla.

## **Softvér v autonómnych vozidlách**

Cieľom softvéru zabudovaných v AV je rozhodnúť o akcii, ktorú treba vykonať na základe spracovaných údajov zhromaždených prostredníctvom senzorov a ich interpretáciou. Softvérové komponenty majú tri hlavné typy schopností spracovania údajov; Modul vnímania, Plánovací modul, Riadiaci modul.

Modul vnímania je zodpovedný za zhromažďovanie viacerých tokov údajov získaných od senzorov a z nich získavať relevantné informácie o prostredí. To zahŕňa detekciu a sledovanie vozidiel (autá, nákladné autá, bicykle...), chodcov a predmetov v čase a ich sledovanie v čase, rozpoznávanie dopravných značiek, semaforov, značenia, jazdných pruhov. Sleduje tiež lokalizáciu vozidla v tomto prostredí, zisťuje jeho polohu a orientáciu vzhľadom na cestu a ostatných agentov zapojených do scény.

Plánovací modul má za úlohu výpočet trajektórie, ktorou vozidlo prejde, pričom zohľadňuje trasu medzi miestom štartu a požadovaným cieľom, ako aj všetky potrebné obmedzenia, ktoré musí vozidlo rešpektovať pozdĺž celej dráhy. Tieto obmedzenia zahŕňajú návrh bezpečnej a plynulej trasy, berúc do úvahy všetky možné prekážky (nehybné predmety, pohybujúce sa vozidlá..) a dodržiavanie pravidiel jazdy, vyžadujú si však aj zohľadnenie všetkých aspektov správania v dôsledku prítomnosti ľudí v prostredí.

Riadiaci modul je zodpovedný za vykonávanie sekvencií činností plánovaných systémom pôsobením na ovládače (rýchlosť, uhol natočenia volantu, svetlá...), aby sa zabezpečilo správne vykonanie trajektórie. (Dede et al., 2021)

## **Modul plánovania**

Úlohy plánovania zahŕňajú všetky výpočty potrebné na autonómne vykonávanie akcií vozidla, od plánovania trasy až po implementáciu okamžitej trajektórie pohybu v danej jazdnej situácii. Hodnotenie výkonnosti plánovacích systémov vyžaduje testovanie v reálnom svete v kontrolovanom prostredí, alebo fázu hodnotenia na simulátore. Dokonca aj v týchto náročných nastaveniach sú AV schopné zvládnuť väčšinu situácií, ale nemusia prijať správne rozhodnutie v scenároch, ktoré neboli zohľadnené v údajoch, modeli alebo simuláciách. Uvažovacie funkcie sa spoliehajú najmä na pokročilé metódy umelej inteligencie. (Schwartzing, Alonso-Mora, Rus, 2018, Yurtsever et al., 2020)

K plánovaniu radíme plánovanie trasy a správania. Plánovanie trasy (alebo routing), tiež nazývané globálne plánovanie, spočíva v nájdení najlepšej trasy medzi aktuálnou polohou vozidla a cieľom, ktorý požaduje používateľ. Spolieha sa na súradnice GNSS a offline mapy, ktoré sú zabudované vo vozidle. Plánovanie správania zahŕňa výber najvhodnejšieho jazdného správania pre vozidlo na základe reprezentácie prostredia a trasy, po ktorej sa treba vydať.

Jednou z kľúčových úloh pre modelovanie správania je detekcia štýlu jazdy iných agentov. Štýl jazdy označuje rôzne správanie, ktoré si vodiči môžu osvojiť počas jazdy, klasifikované s kvalifikačnými pojmami ako agresívny, športový, pokojný, mierny, málo zručný alebo prehnane opatrný. (Kuderer, Gulati, Burgard, 2015)

### **Modul riadenia**

Riadiaci systém je zodpovedný za vykonanie trajektórie, ktorá bola vypočítaná plánovacím systémom použitím príkazov pre rôzne ovládače vozidla na úrovni hardvéru. V prípade AV spočíva hlavný problém vo vysokej zložitosti vzťahov medzi riadenými premennými (ako je rýchlosť alebo uhol riadenia) a skutočnými príkazmi pre ovládače. Ľudskí vodiči so svojimi skúsenosťami a pochopením fyzického sveta neustále monitorujú pohyb vozidla a rôzne ukazovatele, ako napríklad rýchlomer, aby napravili a ubezpečili sa, že správanie vozidla je v súlade s ich zámermi.

### **Monitorovanie interiéru vozidla**

Monitorovanie interiéru vozidla spočíva pomocou senzorov (ako sú kamery, mikrofóny, teplotné senzory...), aby bol zabezpečený všeobecný komfort cestujúcich. Túto funkciu pôvodne navrhnutí na monitorovanie únavy vodiča prostredníctvom sledovania správania vodiča počas jazdy pomocou analýzy biometrických faktorov v reálnom čase ako napríklad srdcová frekvencia, frekvencia dýchania, žmurkanie očí by preto mohla spustiť varovný poplach, ktorý upozorní vodiča. V prípade plne AV možno túto funkciu použiť na ovládanie úrovne pohodlia automatickým nastavením zvukov, svetiel alebo akýchkoľvek ďalších faktorov na základe prediktívnych modelov pohody ľudských pasažierov. (Dede et al., 2021)

### **Nepriaznivé narušenie modelov spracovania obrazu na rozpoznávanie značiek a detekciu jazdných pruhov**

Pri tomto scenári protivníci zavádzajú fyzické útoky na značenie dopravných ciest, aby oklamali model, ktorý momentálne vníma informácie o prostredí. To zahŕňa úpravy, umiestnenie nálepiek alebo premietanie svetla na nátery jazdných pruhov alebo na dopravné značky, stopky, značenie obmedzujúce rýchlosť. Tieto starostlivo vytvorené vzory vedú k nesprávnej klasifikácii predmetov alebo symbolov zložkou vnímania a následne k nesprávnemu správaniu AV. Vplyv tohto útoku môže spôsobiť nesprávnu klasifikáciu značiek, môže ľahko spôsobiť problémy s bezpečnosťou, čo môže spôsobiť nesprávne správanie vo funkciách autonómnej navigácie ohrozujúce bezpečnosť účastníkov cestnej premávky a viesť k úmrtiam vodiča, spolujazdca alebo chodca. Riziko účinku je nízke, pretože porucha je lokálna a môže ovplyvniť iba autá prechádzajúce okolo upraveného označenia. Medzi dotknuté aktíva patria algoritmy rozpoznávania značiek, senzory, funkcie vozidla. Po zistení je možné zmeniť značenie alebo dopravné značenie v priebehu niekoľkých hodín. Medzi opatrenia proti takémuto typu útoku patrí použitie mechanizmov redundancie (odolnosti) hardvéru, použitie mechanizmov redundancie údajov, ako sú napríklad viaceré senzory, overenie údajov, napríklad porovnaním informácií o znakoch zhromaždených snímačom s informáciami z digitálnych máp uložených vo vozidle, Použitie komunikácie V2X na prijímanie informácií o prečítaných znakoch.

## **Útok súvisiaci s rozsiahlym nasadením nečestného firmvéru po hackovaní OEM back-end serverov**

V tomto scenári môže protivník objaviť vzdialene zneužiteľnú zraniteľnosť a nasadiť škodlivý firmvér umelej inteligencie zo serverov typu back-end. Toto by mohli iniciovať zamestnanci OEM napríklad vývojári alebo externí útočníci schopní preniknúť na back-end serverov. Škodlivé aktualizácie OTA (Over-the-air) modelov AI by sa potom mohli spustiť, takže AV si budú myslieť, že sú legitímne, pretože sú iniciované z dôveryhodného servera. Útok by sa mohol použiť na to, aby bola AI „slepá“ pre chodcov, napríklad manipuláciou s komponentom rozpoznávania obrazu s cieľom nesprávne klasifikovať chodcov. To by mohlo viesť k chaosu v uliciach, pretože autonómne autá môžu zraziť chodcov na ceste alebo na prechodoch pre chodcov. Vplyv tohto útoku je rozhodujúci, pretože vzdialené servery môžu komunikovať s viacerými vozidlami súčasne. Ohrozenie modelov AI takéhoto centralizovaného servera by teda mohlo ovplyvniť celý ekosystém vrátane bezpečnosti cestujúcich. Riziká takýchto útokov sú vysoko škálovateľné, pretože môžu byť vykonávané na diaľku. Medzi dotknuté aktíva patria OEM Back-end systém, Softvér a licencie, OTA aktualizácie, funkcie vozidla, informácie (používateľ, zariadenie, kľúče a certifikáty). Medzi opatrenia pri tomto type útoku patrí vyhodnocovanie bezpečnostných kontrol a slabých miest, nasadenie systémov detekcie narušenia (IDS) na úrovni vozidiel a koncových zariadení, vytvorenie procesov riešenia incidentov, hlásenie incidentu na back-end servery, pred inštaláciou skontrolovanie pravosti a integrity softvéru, používanie zabezpečených aktualizácií firmvéru OTA, umožnenie a podporovanie používania silných autentifikačných mechanizmov.

### **Detekcia chodcov v autonómnom režime**

Detekcia chodcov je technika počítačového videnia a jedna z najdôležitejších funkcií pre autonómne vozidlá. V posledných rokoch bol predstavený systém s názvom Advanced Driving Assistance System (ADS), ktorý pomáha predchádzať nepredvídateľným nehodám. Tento systém má mnoho funkcií, jednou z nich je detekcia chodcov. Táto funkcia, detekcia chodcov stále čelí mnohým problémom. Medzi tieto náročné problémy patria slabá detekcia prekážok za rôznych svetelných podmienok, ako sú problémy s jasnou viditeľnosťou v noci, okúzlia, nízke rozlíšenie, výskyt malých rozmerov a sledovanie a rozpoznávanie chodcov. Tieto problémy sú triedené pomocou rôznych techník. Na začiatku sa používali tradičné techniky, ako napríklad techniky strojového učenia. Poskytovali veľmi dobré výsledky od roku 2005 do roku 2015, avšak od roku 2015 do roku 2017 výskumníci prešli na nové „hybridné“ prístupy, pretože tieto prístupy priniesli lepšie výsledky. V poslednej dobe sa používanie hlbokého učenia DL stalo oveľa populárnejším v porovnaní s predchádzajúcimi tradičnými algoritmami kvôli jeho skvelému výkonu, výsledkom a odbornosti. (Iftikhar et al., 2022)

Zhu et al. (2020) skúmali kľúčové problémy detekcie chodcov na veľké vzdialenosti kombináciou techník odčítania pozadia a DL. Táto metóda má dva kroky spracovania. V prvom kroku táto metóda poskytuje fakty oddelených rámcov strojového učenia. V druhom kroku je pomocou modulu pozornosti vylepšené vykonávanie identifikácie malých chodcov zariadením RefineDet. RefineDet bol navrhnutý s cieľom dosiahnuť vyššiu presnosť detekcie objektov pri zachovaní nízkej výpočtovej náročnosti, čo je obzvlášť dôležité pre detekciu v



reálnom čase. Toto zariadenie je určené pre detekciu objektov v digitálnych obrázkoch alebo videách a je založené na konvolučnej neurónovej sieti, ktorá dokáže extrahovať rôzne príznaky z obrázkov a tieto príznaky použiť na lokalizáciu a klasifikáciu objektov. RefineDet sa líši od iných detekčných sietí tým, že používa postupné rafinovanie objektových oblastí pomocou regresnej siete. Tento proces umožňuje zlepšiť presnosť lokalizácie objektov a zároveň minimalizuje falošne pozitívne výsledky detekcie tým, že vypočíta jemné korekcie v polohe objektu.

## **Záver**

Autonómna doprava je jednou z hlavných oblastí, ktorá sa v súčasnosti vyvíja v oblasti dopravy. Ako technológia, ktorá sa stále rozvíja a zlepšuje, autonómne vozidlá sú však stále pomerne nové a ešte sa musí vyriešiť mnoho výziev v oblasti bezpečnosti a spoločenského prijatia.

Záver z článku nás vedú k tomu, že autonómne vozidlá sú technológia budúcnosti, ktorá môže priniesť množstvo výhod, ako sú znížené emisie, zlepšená bezpečnosť a zvýšená efektivita. Avšak, ešte stále sú tu niektoré prekážky, ktoré musia byť prekonané, aby sme mohli dosiahnuť plné potenciály autonómnych vozidiel. Jednou z najväčších prekážok je práve bezpečnosť. Sú tu stále otázky o tom, ako autonómne vozidlá reagujú na rôzne situácie a ako by mali byť navrhnuté systémy ochrany a bezpečnosti. Výsledky z posledných niekoľkých rokov ukazujú, že aj s najlepšimi snahami o zabezpečenie autonómnych vozidiel, môže dôjsť k nehodám a zraneniam.

Zlepšovanie autonómnych vozidiel bude vyžadovať pokračujúce úsilie vývojárov a regulačných orgánov, aby sa zabezpečilo, že sú bezpečné a spoľahlivé. Avšak, rovnako dôležité je mať na pamäti, že autonómne vozidlá sú stále v ranom štádiu vývoja a ich bezpečnosť musí byť stále testovaná a zdokonaľovaná. V posledných rokoch sa na celom svete začali vyvíjať nové technológie a zlepšenia v oblasti autonómnej dopravy, pričom sa tieto technológie postupne dostávajú na trh. Avšak, dôkladné testovanie a overovanie bezpečnosti týchto technológií je kľúčové pre ich široké použitie a akceptáciu medzi verejnosťou. Celkový vývoj autonómnych vozidiel a inteligentnej mobility sľubuje veľa v oblasti bezpečnosti a efektívnosti cestnej dopravy. Avšak, aby sme dosiahli plný potenciál týchto technológií, musíme zabezpečiť, že budú vyvíjané a testované s bezpečnosťou ako prvotnou prioritou. Potrebujeme aj silnú reguláciu a legislatívu, ktorá zabezpečí, že autonómne vozidlá budú bezpečné a spoľahlivé pre každodenné použitie.

*Tento článok odporúča na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:  
Dr.h.c. prof. Ing. Josef Reitšpis, CSc., DBA, MSc.*

## **Použitá literatúra**

1. BIELIKOVÁ, Mária a kol. 2019. *Analýza a návrh možností výskumu, vývoja a aplikácie umelej inteligencie na Slovensku*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, Úrad podpredsedu vlády SR pre investície a informatizáciu, 143s.

2. CAMPBELL, Sean. et al. 2018. *Sensor Technology in Autonomous Vehicles: A review*. Belfast: 2018 29th Irish Signals and Systems Conference (ISSC). ISBN: 978-1-5386-6047-8
3. DEDE, Georgia et al. 2021. *Cybersecurity challenges in the uptake of artificial intelligence in autonomous driving*. Luxembourg: Publications Office of the European Union., 56 s. ISBN 978-92-76-28646-2.
4. EURÓPSKA KOMISIA. 2011. *BIELA KNIHA Plán jednotného európskeho dopravného priestoru – Vytvorenie konkurencieschopného dopravnému systému efektívne využívajúceho zdroje (\* KOM/2011/0144 v konečnom znení \*)*. Brusel: EURÓPSKA KOMISIA.
5. <https://www.europarl.europa.eu/news/sk/headlines/economy/20190110STO23102/samozjazdiace-auta/>
6. [http://e-tika.sk/Zodpovedne\\_AI.pdf](http://e-tika.sk/Zodpovedne_AI.pdf)
7. IFTIKHAR, Sundas et al. 2022. Deep Learning-Based Pedestrian Detection in Autonomous Vehicles: Substantial Issues and Challenges. In *Electronics* [online]. 2022, vol.11 [cit. 2023-02-10]. Dostupné na internete: <<https://doi.org/10.3390/electronics11213551>>. ISSN 2079-9292.
8. JENSEN, Christopher. 2009. Are Blind Spots a Myth?. In *New York Times* [online]. [cit. 2023-01-23]. Dostupné na internete: <<https://archive.nytimes.com/wheels.blogs.nytimes.com/2009/08/18/are-blind-spots-a-myth/>>. ISSN 0362-4331.
9. JANIGA, Ján. 2021. *Právna úprava autonómnych vozidiel*: diplomová práca. Brno: Masarykova univerzita, 59 s.
10. KUDERER, Markus – GULATI, Shilpa - BURGARD, Wolfram. 2015. *Learning driving styles for autonomous vehicles from demonstration*. Seattle: 2015 *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)* [online].[cit.2023-01-24]. Dostupné na internete: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7139555>>.
11. LIM, Kwangyong et al. 2017. Real-time traffic sign recognition based on a general purpose GPU and deep-learning. In *PLOS ONE* [online]. vol. 12, No. 3 [cit. 2023-01-25]. Dostupné na internete: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173317>>. ISSN 2717-8811.
12. MORAVČÍK, Lubomír. 2020. Typové schválenie autonómnych (samozjazdiacich) vozidiel. In *Perner's Contacts*. [online]. vol. 15, no. 2 [cit. 2023-01-15]. Dostupné na internete: <<https://doi.org/10.46585/pc.2020.2.1642>>. ISSN 1801-674X.
13. MOOR, James. 2006. The Dartmouth College Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years. In *Ai Magazine* [online]. vol. 27, no. 4, [cit. 2023-01-16]. Dostupné na internete: <[https://www.researchgate.net/publication/220605256\\_The\\_Dartmouth\\_College\\_Artificial\\_Intelligence\\_Conference\\_The\\_Next\\_Fifty\\_Years](https://www.researchgate.net/publication/220605256_The_Dartmouth_College_Artificial_Intelligence_Conference_The_Next_Fifty_Years)>. ISSN 0738-4602.
14. <https://www.minv.sk/>
15. SCHWARTING, Wilko – MORA, Javier Alonso - RUS, Daniela. 2018. Planning and decision-making for autonomous vehicles. In *Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems* [online]. vol.1 [cit. 2023-01-24]. Dostupné na internete: <<https://doi.org/10.1146/annurev-control-060117-105157>>. ISSN 2573-5144.
16. VETEŠKA, Lukáš. 2019. *Autonómna doprava a jej dopad na makroekonomické ukazovatele a spoločnosť*: diplomová práca. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, 75 s.
17. WANG, Zhangjing – WU, YU - NIU, Qingqing. 2020. Multi-Sensor Fusion in Automated Driving: A Survey. In *IEEE Access* [online] vol. 8 [cit. 2023-01-25]. Dostupné na internete: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8943388>>. ISSN 2169-3536.
18. ZHU, Yaling et al. 2020. Long-distanceinfrared video pedestrian detection using deep learning and backgroundsubtraction. In *Journal of Physics Conference Series* [online].vol.1682 [cit. 2023-02-01]. Dostupné na internete: <<http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1682/1/012012>>. ISSN: 1742-6596.

# **Mladá veda**

## **Young Science**

**ISSN 1339-3189**