

Modelovanie softvéru autonómnych aut*

Peter Bartoš

Slovenská technická univerzita v Bratislave

Fakulta informatiky a informačných technológií

xbartosp2@stuba.sk

2. november 2021

Abstrakt

Prvý príchod aut sa datuje už daleko do minulosti a všeobecný fakt je, že nám umožnil zdolávať pomerne dlhé vzdialenosť za oveľa kratší čas. Táto zvýšená rýchlosť nám skrátila čas na spracovávanie informácií a tým zväčšila šancu ohrozíť a poškodiť naše okolie počas riadenia tohto vozidla. Tiež vieme, že človek nedokáže konkurovať počítaču pri rýchlosti spracúvania informácií. Tak prečo nie autonómne autá? Funkcie auta by boli ovládané počítačom alebo umelou inteligenciou, ktoré by rozhodovali kedy pridať plyn alebo brzdiť, kedy sa preradiť do iného pruhu alebo kedy zastaviť na prechode pre chodcov. Prototypy týchto aut už v dnešnej dobe existujú a tento článok analyzuje ich modelovanie v oblasti softvérového inžinierstva.

1 Úvod

Podľa štúdii National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) [3] sa do hlavných dôvodov autonehôd zahŕňajú poruchy vozidiel, pochybenie vodiča, environmentálne faktory a neznáme príčiny. Vodiči zapríčinia okolo 94% autonehôd. Ďalej sa to delí do kategórie vozidiel, ktoré zapríčinujú 2% nehôd. Nasledujú environmentálne faktory a zahŕňajú tiež 2% škôd. Na poslednom mieste sú faktory neznámych príčin, ktoré sa pohybujú okolo 2%. Z týchto informácií je možné vydedukovať, že 94% takýchto neštastí zmizne vďaka odbremeneniu vodičov od riadenia vozidla a zavedenia autonómnych aut do každodenného života ľudí. Treba sa teda pozrieť hlbšie a zanalyzovať ako fungujú a operujú autonómne autá. Článok rozpracuje úrovne automatizácie autonómneho auta[2], systémy autonómie[3], ich fungovanie[3.1], ich funkcie[3.2], ako operuje autonómne auto[4] a zhrnutie týchto informácií na záver[5].

2 Úrovne automatizácie jazdy

Existuje 6 úrovní delenia automatizovanej jazdy. [6] [2] Tieto úrovne sa delia do dvoch skupín, kde prevažne človek monitoruje prostredie jazdy a kde prevažne systém monitoruje prostredie jazdy. Každá úroveň taktiež popisuje rolu

*Semestrálny projekt v predmete Metódy inžinierskej práce, ak. rok 2021/22, vedenie: Vladimír Mlynarovič

vodiča a rolu systému, ktorá sa týka ovládania riadiacich funkcií auta. Prvá úroveň je úplna manuálna kontrola vodiča, kde človek vykonáva všetky riadiace úkony, ako zabáčanie, brzdenie, prídavanie a pod. Druhá úroveň obsahuje jeden automatizovaný systém a tým je tempomat. Tretia úroveň zahrňuje čiastočnú automatizáciu. Systém ADAS[3.1] sa stará o túto čiastočnú automatizáciu a vie vykonávať lokalizáciu, zabáčanie, rozpoznávanie značiek, brzdenie, detekciu slepého bodu a veľa ďalších. Človek stále monitoruje všetky úkony a vie prevziať kontrolu ľubovoľne. Teraz sa dostávame k bodu, kde prevažne systém monituuje prostredie jazdy. Štvrtá úroveň pozostáva z podmienečnej automatizácie. Auto má schopnosť detektovať prostredie a vie robiť väčšinu jazdných úkonov, napr. predbehnúť pomaly pohybujúce vozidlo, ale ľudské schvaľovanie jazdných úkonov auta a prípadne zakročenie je nutné. Piata úroveň je vysoká automatizácia. Systém ovláda všetky operácie jazdy pod určitými podmienkami, napr. systém má povolené prevziať kontrolu nad vozidlom iba v mestských častiach, kde sa neprekračuje rýchlosť 50km/h. Geofencing¹ je nevyhnutný a ľudské zasiahnutie je stále možnosťou. Šiesta úroveň prezentuje úplnu automatizáciu, kde auto ovláda všetky úkony pod hocjakými podmienkami a ľudská pozornosť nie je vôbec vyžadovaná a ľudská interakcia nie je možná.

Úrovne automatizovanej jazdy					
Nulová automatizácia	Assistencia vodiča	Čiastočná automatizácia	Prípadná automatizácia	Vysoká automatizácia	Úplna automatizácia
Úplna manuálna kontrola vodiča	Vozidlo má jediný automatizovaný systém - tempomat	Čiastočná automatizácia pomocou systému ADAS	Schopnosť detektie prostredia, informované rozhodnutia, nevyhnutná kontrola vodiča a jeho zasiahnutie	Schopnosť samoriadenia len v určitých podmienkach obmedzované legislatívou, človek má stále možnosť ovládať auto	Nepotrebuje kontrolu a človek nemá možnosť zasiahnuť
Človek monitoruje jazdné prostredie			Systém monitoruje jazdné prostredie		

Obr. 1: Tabuľka úrovni delenia automatizovanej jazdy [6]

3 Advanced Driver Assistance Systems

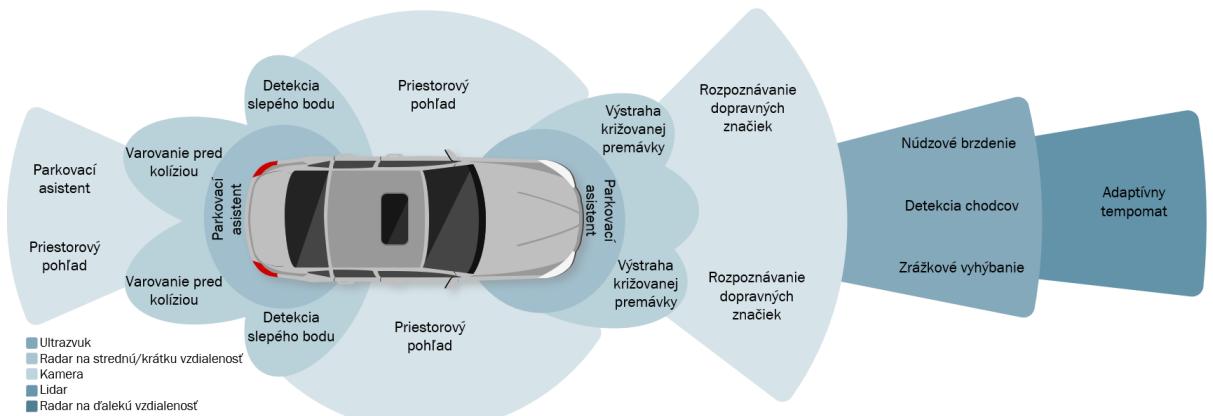
Podľa uvedenej štatistiky[1] vieme, že skoro všetky autonehody sú zapríčinené ľudskou chybou. Vďaka ADAS-u (Advanced Driver Assistance Systems) vieme tieto škody redukovať. ADAS obsahuje základné bezpečnostné aplikácie, ku ktorým patrí detekcia a vyhýbanie chodcov, varovanie a oprava vybočenia z jazdného pruhu, rozpoznávanie dopravných značiek, núdzové brzdenie a detekcia slepého bodu. ADAS toto všetko zvládá vďaka jeho najnovším štandardom rozhrania. Používa viacero algoritmov založených na videní, ktoré v realnom čase

¹ Použitie technológie GPS alebo RFID na vytvorenie virtuálnej geografickej hranice, ktorá umožňuje softvéru spustiť reakciu, keď zariadenie vstúpi alebo opustí konkrétnu oblasť.

podporujú subsystémy multimédii, spoločného spracovania videnia a syntézy senzorov. [5]

3.1 Fungovanie systému ADAS

ADAS [4] vykonáva svoje funkcie pomocou autonómnych aplikačných riešení. Autonómne aplikačné riešenia sú rozčlenené do rôznych čipov, ktoré sa volajú SoC². Tieto čipy zlúčujú senzory s akčnými členmi pomocou rozhraní a vysoko výkonných ECU³. Samoriadiace autá používajú niekoľko takýchto aplikácií a technológií na získanie 360-stupňového videnia, ktoré sa sústredujú aj na blízke a aj na ďaleké okolie. ADAS systémy sa stále aktívne zdokonaľujú s pomocou tzv. vnoreného videnia. Implementácia kamier do vozidla tiež zahŕňa funkciu umelej inteligencie, ktorá pomocou senzorovej fúzie⁴ rozpoznáva a spracúva objekty. Táto umelá inteligencia a senzorová fúzia pracujú podobne ako ľudský mozog pri spracúvaní informácií. Kombinujú sa veľké množstvá údajov vďaka softvéru na rozpoznávanie obrazu, ultrazvukových senzorov, lidaru a radaru. Umelá inteligencia vie analyzovať video v reálnom čase, rozpoznať všetky objekty, a vymerať požadovanú reakciu na okolie. Táto technológia vie reagovať rýchlejšie, ako by dokázal ľudský vodič. Obrázok senzorového vnimania autonómneho vozidla



Obr. 2: ADAS - senzorové vnímanie autonómneho vozidla [1]

3.2 Funkcie ADAS systému

Adaptívny tempomat [4] je najmä užitočný na diaľnici. Tento systém sleduje svoju rýchlosť a rýchlosť ostatných vozidiel na diaľnici na neobmedzenú dobu, kde človeku to robí problém po pári minútach. Aplikácia dokáže zrýchliť,

²Integrovaný obvod, ktorý spája všetky alebo väčšinu komponentov počítača alebo iného elektrického systému.

³Vstavaný systém v automobilovej elektronike, ktorý spravuje jeden alebo viac elektrických systémov alebo subsystémov.

⁴Proces kombinovania senzorických údajov, aby výsledná informácia mala menšiu neistotu.

spomaliť a vie aj zastaviť vozidlo v závislosti od akcií iných objektov v bezprostrednej blízkosti.

Dialkové a pixelové svetlo bez oslnenia [4] využíva senzory na prispôsobenie sa tme a okoliu vozidla bez rušenia protiľudúcich vozidiel. Táto nová aplikácia svetlometov zisťuje, že či sa vyskytujú oproti autu svetlá iných vozidiel a pre-smeruje svetlá vozidla preč. Vďaka tomuto úkonu zabráni dočasnému oslepeniu ostatných účastníkov cestnej premávky.

Adaptívne ovládanie svetiel [4]...

Autonómne parkovanie [4] je nová technológia, ktorá funguje prostredníctvom sietovania senzorov vozidla, sietovej komunikácie 5G, s cloudovými službami, ktoré spravujú autonómne vozidlá na parkoviskách. Senzory vozidiel poskytujú vozidlu informácie o tom, kde sa nachádza, kam musí ísť a ako sa tam bezpečne dostať. Všetky tieto informácie sú metodicky vyhodnocované a používané pri akcelerácii jazdy, brzdení a riadení až do bezpečného zaparkovania vozidla.

Navigačný systém [4]...

Nočné videnie [4]...

Monitorovanie slepého bodu [4]...

Automatické núdzové brzdenie [4]...

Detekcia ospalosti vodiča [4]...

Systém monitorovania vodičov [4]...

4 Ako operuje autonómne auto

5 Záver

Literatúra

- [1] ARCCA. Adas and vehicle autonomy. <https://arcca.com/capabilities/engineering/accident-reconstruction/technology/adas-vehicle-autonomy/>.
- [2] T. English. How do self-driving cars work? <https://interestingengineering.com/how-do-self-driving-cars-work>.
- [3] S. Singh. Critical reasons for crashes investigated in the national motor vehicle crash causation survey. Technical report, Mathematical Analysis Division of the National Center for Statistics and Analysis, NHTSA, March 2018.

- [4] Synopsys. What is advanced driver assistance systems? <https://www.synopsys.com/automotive/what-is-adas.html>.
- [5] Synopsys. What is an autonomous car? <https://www.synopsys.com/automotive/what-is-autonomous-car.html>.
- [6] T. Yigitcanlar, A. Faisal, M. Kamruzzaman, and G. Currie. Understanding autonomous vehicles. Technical report, Journal of Transport and Land Use, January 2019.