

Autonomní vozidla a vizuální vnímání okolního prostředí

Marek Hanzl

Leden 2022

1 Úvod

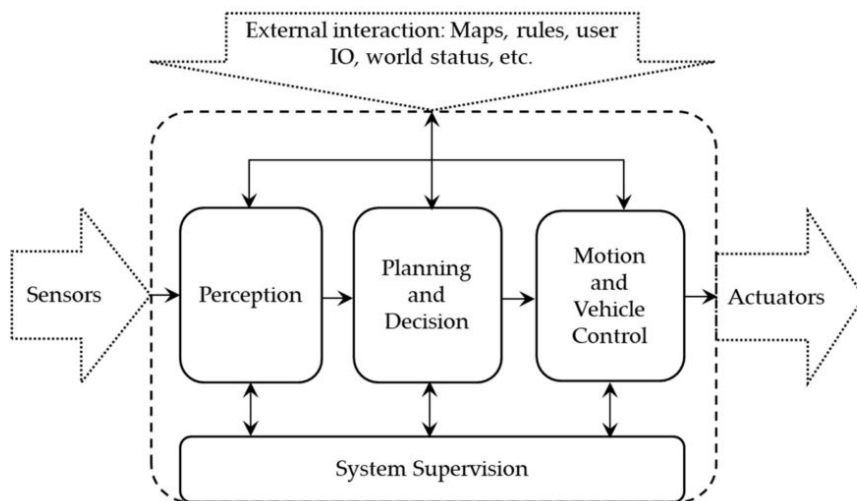
Je to chodec, auto, nebo dokonce holičství? I když taková otázka může znít poněkud směšné, vysvětlit ji stroji může představovat poměrně výzvu.

Jednou z nejslibnějších oblastí technologického pokroku je bezpochyby vývoj plně autonomních vozidel, která by mohla v budoucnu zcela nahradit lidského řidiče, a tím tak dramaticky změnit současnou dopravní strukturu využívanou společností. Aby bylo možné

vytvořit nezávislý, plně autonomní stroj, který by vhodně reagoval na vyvíjející se dopravní situaci, tak je klíčové správně vnímat okolní prostředí, neboť bez jasných informací je jakékoliv rozhodování riskantní, ne-li přímo nebezpečné, a je tudíž předem předurčené k neúspěchu. Proto hlavním předmětem této eseje bude stručný přehled vizuálně-percepčního procesu, realizovaného nově vyvinutými autonomními vozidly.

2 Stať

Vzhledem k tomu, že současný dopravní systém byl záměrně navržen pro lidské řidiče, tak musíme být schopni vnímat a chápat prostředí stejným způsobem. To znamená, že autonomní vozidlo musí být schopno správně vyhodnotit vzdálenosti od ostatních členů dopravního provozu či potenciálních překážek, a zároveň musí umět na základě jejich chování předvídat jejich budoucí pozice. Rovněž musí rozpoznávat sjízdný povrch a rozlišovat mezi ostatními vozidly, chodci, pouličním osvětlením nebo dopravními značkami. Tohoto cíle lze dosáhnout současnou spoluprací několika komplexních systémů, které lze pro zjednodušení rozdělit na čtyři hlavní kategorie: vnímání, plánování a rozhodování, pohyb a řízení vozidla a celkový dohled nad systémem [1, 2]. Vzhledem ke značné složitosti zvoleného tématu se bude tento článek soustředit především na strojové vnímání.



Obrázek 1: Architektura systému autonomního řízení. [2]

2.1 Vizuální vnímání

Jelikož se jedná o jednu z nejdůležitějších částí celého systému autonomního řízení, je zapotřebí takového řešení, které by bylo dostatečně robustní a bezpečné, schopné odolat selhání a které by se umělo vyrovnat s náročnými dopravními situacemi. Toho je běžně dosahováno využitím informací poskytovaných sensorickými zařízeními různých kvalit, jež jsou založena na odlišných fyzikálních principech, čímž lze dosáhnout až tzv. procesu Sensor Fusion, neboli fúze senzorů. Mezi tyto senzory [2] patří například kamery, LiDAR, radar, GPS (pro určení přesné polohy), případně i mikrofon (k rozeznání sirény) atd. Tímto způsobem je možné překonat nevýhody každého sensorického typu, což vede k zlepšení celkové spolehlivosti samořídícího se vozidla.

2.2 Kamery

Kamera je senzor fungující na principu detekce emitovaného světelného záření ze svého okolí a jeho následného zachycení na fotocitlivý povrch. Tato informace je poté zpracována a reprodukována do čistého obrazu okolního prostředí, poskytující vysoké rozlišení. S vhodným softwarem a algoritmy vizuálního rozpoznávání lze pak rozlišovat mezi pohybujícími se a nehybnými předměty. Kamery jsou nepostradatelné při identifikaci dopravních značek, semaforů, silničních čar, závor atd., jelikož oproti jiným alternativám dokážou zachytit barvu.

Kamerový systém samořídícího auta se obvykle skládá z více kamer, které mohou být monokulární nebo binokulární (stereo-kamery). Tím je nejen dosahováno širokého vizuálního pokrytí okolní oblasti, ale rovněž je tím tak získáván stejný pocit hloubky jako mají lidé, jelikož porovnáním dvou mírně odlišných obrázků (na základě vzdáleností mezi vybranými kamerami), je možné definovat vzdálenost zvoleného objektu.

Tato metoda je však výpočetně velmi náročná a kvalita výsledného obrazu je závislá na počasí a aktuálních světelných podmínkách. Proto za účelem vytvoření přesné reprezentace prostředí bývají extrahovaná data slučována s informacemi z jiných senzorů.

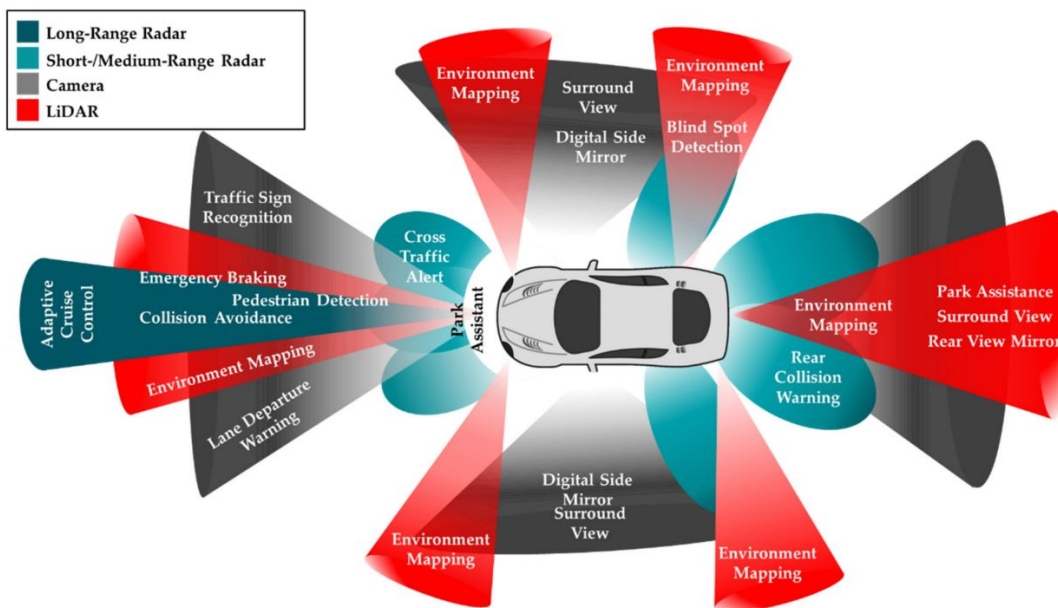
2.3 LiDAR - Light Detection and Ranging

LiDAR je technologie založená na principu fungování laseru, kdy dochází k záměrnému vyzařování elektromagnetických pulzů do okolí, které se následně odráží od předmětů. Tyto odražené elektromagnetické paprsky jsou pak detekovány a díky srovnání časového posunu mezi vyzařovanými a odraženými světelnými pulzy lze určit vlastnosti prostředí, respektive dochází k přesnému odhadu vzdáleností okolních předmětů. Shromážděná data jsou pak prezentována jako 3D mapa ve formě „point cloudu“ (mračno bodů). Tento pojem si můžeme představovat jako mapu bodů, jež obsahuje odpovídající souřadnice x, y, z. Mezi výhody LiDARu patří velký dosah, vysoká rychlost a také přesnost. Jelikož však neposkytuje žádné údaje o barvě, jsou tak získaná data rovněž sloučena s výstupy z jiných senzorů.

2.4 Radar – Radio Detection and Ranging

Radar funguje podobně jako LiDAR s výjimkou toho, že využívá elektromagnetické pulzy o nižší frekvenci. To poskytuje možnost aplikace několika fyzikálních jevů, a to

například Dopplerova jevu, pomocí něhož lze určit rychlost zachycených objektů. Ve srovnání s předchozími, radar není téměř vůbec ovlivňován špatnými povětrnostními podmínkami. Na druhou stranu nenabízí dostatečně přesné rozlišení.



Obrázek 2: Příklad rozložení senzorů v autonomním vozidle. [2]

2.5 Sensor Fusion

Sensor fusion, neboli „fúze senzorů“, [1, 4] může být popsána jako vícevrstvý proces spojování extrahovaných sensorických informací za účelem vytvoření spolehlivější a přesnější reprezentace okolního světa. Skládá se z několika fází filtrování a „vylepšování dat“ (data enhancement), což lze buď provést lokálně v každém senzoru zvlášť, nebo externě ze všech nashromážděných informací. Následně jsou použity algoritmy vizuálního rozpoznávání (detekování objektů, sledování cíle). Na základě své povahy je pole sensor fusion velmi složité, neboť zasahuje do mnoha disciplín, jako je například zpracování signálu, strojové učení, pravděpodobnost a statistika či umělá inteligence.

V prvním kroku musí být odpovídající data přiřazena k přesným místům v prostoru a čase, což je rovněž podmíněno správnou kalibrací senzorů. Dále se využívají různorodé metody a algoritmy za účelem extrakce důležitých dat a k určení přesné polohy vozidla ve svém okolí. Mezi nejdůležitější lze zmínit: Kalman Filtering, Symbolic Dynamic Filtering (SDF), SLAM (Simultaneous Localisation and Mapping) [4]. Stejně tak za pomoci již nasbíraných informací jsou vyvíjeny algoritmy hlubokého učení (deep-learning algorithms), které umožňují efektivně zpracovávat nová data a provádět náročné a inteligenční úkoly. Patří mezi ně CNN (Convolutional Neural Network), REC (Recurrent Neural Network) a nejnovější je YOLO (You Look Only Once) CNN algoritmus [1].

Relevantní informace jsou pak použity v další fázi rozhodování a plánování.

3 Závěr

I když jsou autonomní vozidla poměrně mladým vynálezem, představují ohromný potenciál, jelikož autonomní vozidla mají ve srovnání s člověkem značné výhody. To lze pozorovat na již existujících příkladech, jako tomu je v případě společnosti Waymo [6], neboť jejich zkušební automobily disponují mnoha senzory, dosahujícími 360° stupňové viditelnosti s dosahem až 300 m. Tato vozidla společně najezdila přes 30 milionů kilometrů na veřejných komunikacích (k dosažení stejné zkušenosti by musel průměrný řidič jezdit více jak 1000 let) a až 30 miliard kilometrů v simulacích. Navíc samořídící vozidla jsou zcela imunní vůči běžným rušivým vlivům, jakou jsou únava nebo nepozornost. Zároveň nesmíme zapomenout, že není hlavní vytvořit dokonalý autonomní stroj, ale jen takový, který by byl schopný předčít člověka.



Obrázek 3: Vizualizace dopravní situace. [7]

4 Zdroje

1. Shi, W., Alawieh, M. B., Li, X., & Yu, H. (2017, Červenec 29). Algorithm and hardware implementation for visual perception system in Autonomous Vehicle: A survey. Integration. Získáno 20. listopadu, 2021, ze stránky:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167926017303218>
2. Yeong, D. J., Velasco-Hernandez, G., Barry, J., & Walsh, J. (2021, Březen 18). Sensor and Sensor Fusion Technology in autonomous vehicles: A Review. MDPI. Získáno 20. listopadu, 2021, ze stránky:
<https://www.mdpi.com/1424-8220/21/6/2140/htm>
3. Chen, S., Jian, Z., Huang, Y., Chen, Y., Zhou, Z., & Zheng, N. (2019, Červenec 12). Autonomous driving: Cognitive construction and situation understanding. Science China Information Sciences. Získáno 20. listopadu, 2021, ze stránky:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11432-018-9850-9>
4. Velasco-Hernández, G., Yeong, D. J., Barry, J., & Walsh, J. (2020, Září). Autonomous Driving Architectures, Perception and Data Fusion: A Review. Získáno 20. listopadu, 2021, ze stránky:
https://www.researchgate.net/publication/344173222_Autonomous_Driving_Architectures_Perception_and_Data_Fusion_A_Review
5. Yang J., Song H., Meng Q. Visual perception enabled industry intelligence: State of the art, challenges and prospects. IEEE Xplore. (n.d.). Získáno 20. listopadu, 2021, ze stránky:
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9106415>
6. Veritasium. (2021, Červenec 23). Why you should want driverless cars on roads now. YouTube. Získáno 20. listopadu, 2021, ze stránky:
<https://www.youtube.com/watch?v=yjztvddhZmI>
7. Dana Henry. 6 mind-bending ways self-driving cars will change life as we know it, traffic safety resource center. Traffic Safety Resource Center. Získáno 3. prosince, 2021, ze stránky:
<https://www.trafficsafetystore.com/blog/automated-vehicles-will-change-the-world/>