

# Princip autonomních robotických platforem (ARP) používaných pro testování ADAS systémů

Ondřej Lufinka

Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací

Fakulta elektrotechnická

Západočeská univerzita v Plzni

lufinkao@kae.zcu.cz

## Introduction to Autonomous Robotic Platforms (ARP) Used for Testing of ADAS systems

**Abstract** – In this paper, flat and overrunable autonomous robotic platforms (ARP) used for the testing of ADAS systems in automotive are described. In the beginning there is an explanation of ARP and ADAS systems. Then the design possibilities to improve such ARP are introduced (e.g. omnidirectional movement, different possibilities of localization, synchronization of more platforms and cars). In the next part the paper talks about the concept that is being developed in the company Valeo Autoklimatizace k. s. in Prague and which will be used to improve autonomy of ADAS testing. Also safety mechanisms that must be implemented are mentioned. The conclusion then summarizes the main ideas and outlines the course of the future development of the current concept.

**Keywords** – ADAS Systems; Autonomous Robotic Platform; Localization; Multiple Robots Cooperation; Omnidirectional Movement; Safety Mechanisms

### I. ÚVOD

Tento článek popisuje možnosti testování ADAS systémů (Advanced Driver-Assistance Systems) v automobilovém průmyslu pomocí autonomních robotických platforem. Takové platformy již dnes existují (viz [1]) a začínají se více a více používat pro zvýšení autonomie testování. V automobilovém průmyslu je obecně nutné veškeré použité systémy validovat pro udělení homologace danému vozidlu. ADAS systémy (viz [2], [3]), které slouží jako aktivní bezpečnostní prvek, zvyšují komfort jízdy nebo se v budoucnu můžou použít ke zcela autonomní jízdě vozidla, nejsou v tomto výjimkou. Cílem testování je splnit normy Euro NCAP (viz [4]), jež se postupem času staly ukazatelem kvality bezpečného automobilu.

Článek se postupně věnuje popisu ADAS systémů a testovacích platforem. Dále představuje možnosti jejich vývoje (všesměrový pohyb, možnosti lokalizace a řízení, synchronizace více platforem mezi sebou i platforem s automobily), které bude navazující disertační práce dále rozvíjet a konzultovat. V další kapitole je popsán také konkrétní projekt vznikající ve společnosti Valeo Autoklimatizace k. s. v Praze, který bude sloužit k praktickému ověřování teoretických návrhů. Závěrem jsou shrnuté hlavní myšlenky článku a nastíněn další vývoj projektu.

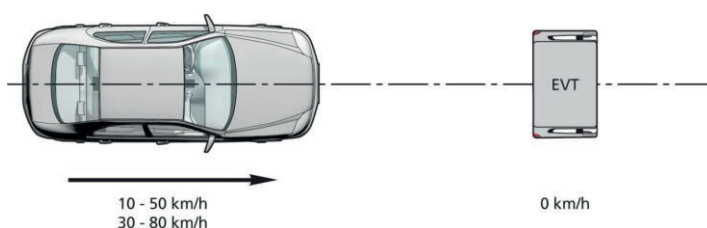
### II. ADAS SYSTÉMY A AUTONOMNÍ ROBOTICKÁ PLATFORMA (ARP)

V této kapitole se nachází obecné vysvětlení ADAS systémů a autonomních robotických platforem použitých k jejich testování.

## A. ADAS systémy

ADAS systémy (Advanced Driver-Assistance Systems) je pojem, který se ustálil pro pokročilé systémy k asistenci v jízdě. Může se jednat například o systémy podílející se na aktivní bezpečnosti automobilu (AEB, SAS, ESC), zvyšující komfort jízdy (Lane Keeping, ACC) a systémy obecně postupně umožňující autonomní provoz vozidla.

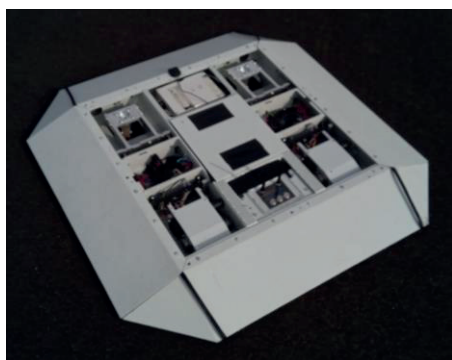
Na obrázku I. lze vidět příklad scénáře pro automatické brždění (Autonomous Emergency Braking) tak, jak je pospán v normách Euro NCAP. Zkratka VUT představuje Vehicle Under Test a EVT znamená Euro NCAP Vehicle Target.



**Obrázek I.** Příklad scénáře pro testování ADAS systémů (převzato z [5])

## B. Autonomní robotická platforma (ARP)

Autonomní robotickou platformou pro ADAS testování se obecně rozumí zařízení, které je více či méně samostatně schopné provádět scénáře dané normami. Postupně se platforma vyvinula v plochého a nízkého robota, kterého lze přejet autem, lze na něj umístit testovací objekty (makety chodce, cyklisty, automobilu apod.) a jež disponuje senzory pro lokalizaci a autonomní řízení. Často dochází k synchronizaci s testovaným vozidlem a v budoucnu, začne být nutné například i synchronizovat více platformem nebo tvořit náhodné scénáře.



**Obrázek II.** Fotografie autonomní robotické platformy

## III. MOŽNOSTI NÁVRHU AUTONOMNÍCH ROBOTICKÝCH PLATFORM

Aktuálně existující platformy se zaměřují především na lokalizaci pomocí diferenciální GPS a na pohyb kopírující pohyb automobilu (jedna říditelná a jedna hnaná náprava). Disertační práce vycházející dále z článku si klade za cíle popsat hotová řešení a nalézt principy nové, které by dále zlepšovaly autonomnost testování v tomto oboru. Jedná se především o následující možnosti:

- způsob pohybu: prozkoumat všesměrový pohyb pomocí 4 říditelných kol.
- principy lokalizace: pomocí „low-cost“ senzorů a Kalman filtrace, „lokální GPS“ (synchronizace s majáky umístěnými kolem testovacího polygonu), senzorů snímajících posun vůči podložce nebo pomocí kamer.

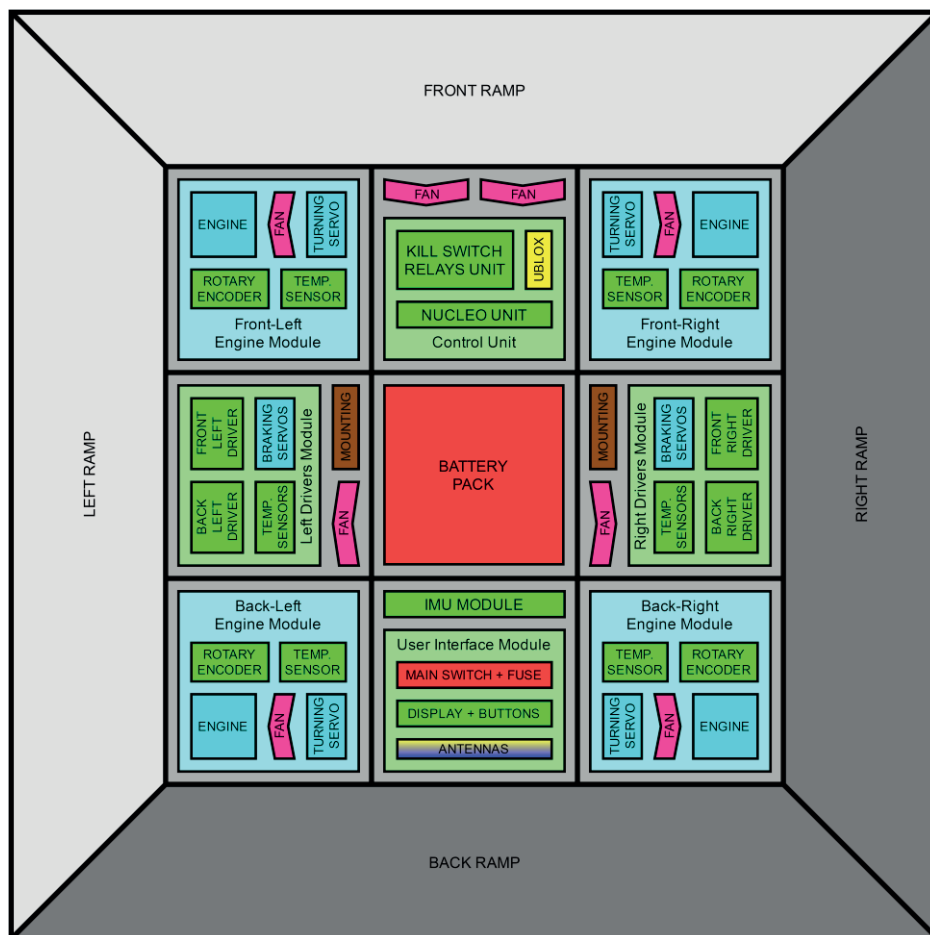
- možnosti řízení založeného na různém způsobu lokalizace a porovnání dosažené přesnosti.
- návrhy synchronizace více platforem a více vozidel s možností tvorby náhodných scénářů, které umožní sofistikovanější testování v budoucnosti.

#### IV. NÁVRH AKTUÁLNÍHO KONCEPTU

Prototyp vyvíjený k praktickému ověření možností popsanych v kapitole III je popsán v této sekci. Jedná se o prototyp splňující normy Euro NCAP pro testovací platformy. Lze ho přejet autem, aktuálně umožňuje pohyb pomocí čtyř pevně umístěných kol, kde k zatáčení dochází smykem. Dosahuje rychlosti až 25 km/h, čímž je schopen pokrýt testy scénářů pro chodce a cyklisty vůči automobilu. Je schopen semi-autonomního pohybu, kdy opakuje jeden zvolený scénář. Lokalizace probíhá pomocí odometrie, čímž ovšem dochází k akumulaci chyby s rostoucím časem.

##### A. Koncept hardwaru

Součástí systému autonomní robotické platformy je samotná platforma, dále základnová stanice sloužící jako referenční souřadný bod nebo pro připojení synchronizačních mechanismů s automobilem (optická závora), bezpečnostní stop tlačítko a počítačová aplikace umožňující vizualizaci a nastavení parametrů.



Obrázek III. Fotografie autonomní robotické platformy

##### B. Návrh softwaru

Řídící software platformy je založen na real-time embedded řešení, kde čas je synchronizován pomocí GPS a hlídá se časová náročnost prováděných operací tak, aby

se vždy všechny vešly do dané periody. V každé smyčce se postupně přijímají zprávy mezi jednotkami, zpracovávají údaje ze senzorů, lokalizuje se pozice platformy, probíhá řízení pohybu a nastavení otáček motorů a kontrolují se všechny chybové stavy.

### C. Bezpečnostní mechanismy

Důraz je kladen zvláště na bezpečnostní mechanismy, jelikož platforma váží 100 – 150 kg podle umístěné zátěže, a nelze k jejímu pohybu přistupovat lehkovážně. Jednotlivé prvky pro zajištění bezpečnostního zastavení v případě poruchy jsou následující:

- HW: hlavní vypínač na platformě, bezpečnostní bezdrátové tlačítko pro odpojení motorů, vypnutí ze základové stanice.
- SW: systémy watchdog pro všechny periférie, nezávislý watchdog v řídicím mikroprocesoru, měření teploty a napětí na baterii, možnost zastavení z PC aplikace, možnost nastavení hlídání údajů o poloze.

## V. ZÁVĚR

V článku byl probrán úvod do problematiky testování ADAS systémů pomocí autonomních robotických platform (ARP). V druhé kapitole se nachází popis systémů a platform obecně, v další se projednávají možnosti pohybu, lokalizace, řízení a synchronizace platform, kterými se bude vývoj ubírat do budoucna. Následně je popsán již existující prototyp, který zatím umožňuje provádění jednodušších scénářů, ovšem v budoucnu bude sloužit jako základ pro implementaci řešení popsaných v kapitole III. Tento článek je úvodem k tezi disertační práce, která bude na toto téma dále řešena a bude jednotlivé možnosti podrobně zkoumat.

## PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory interního projektu na podporu studentských vědeckých konferencí SVK-2018-005 a projektu SGS-2018-001: Výzkum a vývoj elektronických a komunikačních systémů ve vědeckých a inženýrských aplikacích, dále ve spolupráci se společností Valeo Autoklimatizace k. s. v Praze (projekt: Příležitosti pro Studenty – Valeo R&D Program).

## LITERATURA

- [1] DSD [online]. Copyright © DSD, Linz, 2014. Dostupné z: [http://www.dsd.at/index.php?option=com\\_content&view=article&id=259:ufo-en&catid=16:crash-facilities&lang=de](http://www.dsd.at/index.php?option=com_content&view=article&id=259:ufo-en&catid=16:crash-facilities&lang=de)
- [2] J. M. Blossville. Driver assistance systems, a long way to AHS. 2006 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Tokyo, 2006, pp. 237-237. doi: 10.1109/IVS.2006.1689634.
- [3] C. Laugier. Some key technologies for the next car generation. 2014 13th International Conference on Control Automation Robotics & Vision (ICARCV), Singapore, 2014, pp. 1-2. doi: 10.1109/ICARCV.2014.7064482.
- [4] The Official Site of The European New Car Assessment Programme [online]. Copyright © Euro NCAP, 2018. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en>
- [5] European New Car Assessment Programme. Test Protocol – AEB Systems [online]. Copyright © Euro NCAP, 2015. Dostupné z: <https://cdn.euroncap.com/media/17719/euro-ncap-aeb-test-protocol-v11.pdf>