



Ernst Dickmanns



Západočeská Univerzita V Plzni
Katedra Kybernetiky
Semestrální práce - HKUI

Matěj Tesárek
1. semestr
9. února 2026

1 Úvod

V současné době autonomních vozidlech dominují jména velkých technologických korporací jako Tesla či Waymo. Historie samořídících vozů však nezačíná v 21. století, ale v Německu v 80. letech minulého století. Ústřední postavou tohoto vývoje byl Ernst Dickmanns, profesor na Univerzitě obrany v Mnichově (Universität der Bundeswehr München), jehož tým dokázal realizovat autonomní jízdu v reálném provozu desítky let před nástupem hlubokých neuronových sítí.

Tato práce si klade za cíl popsat technická řešení, která Dickmannsovi umožnila dosáhnout autonomie úrovně 3 až 4 (podle dnešní klasifikace SAE) s výpočetním výkonem, který je zlomkem kapacity dnešních chytrých hodinek. Klíčem k tomuto úspěchu nebylo hrubé zpracování dat, ale elegantní matematický model chápání prostoru a času.

2 4D přístup

V 80. letech přistupovala většina výzkumníků v oblasti umělé inteligence (AI) k počítačovému vidění staticky. Analyzovali jednotlivé snímky (frames) izolovaně, hledali v nich hrany a objekty, a teprve poté se snažili odvodit pohyb. Tento proces byl výpočetně extrémně náročný a pomalý.

Dickmanns zvolil opačný postup, který nazval **4D přístup** (prostor + čas). Jeho základní myšlenkou bylo, že řízení je dynamický proces, nikoliv série statických obrázků.

2.1 Role Kalmanových filtrů

Hlavní myšlenka Dickmannsova systému byla aplikace rekurzivního odhadování stavu, známého jako Kalmanův filtr. Místo aby počítač v každém snímku zkoumal celou scénu "od nuly", systém využíval diferenciální rovnice k predikci, kde se budou silnice a objekty nacházet v následujícím časovém kroku.

V obraze se pak hledaly pouze rozdíly (chyby) mezi touto predikcí a realitou. To drasticky snížilo množství dat, která bylo nutné zpracovat. Díky tomu bylo možné zpracovávat obraz přibližně v cyklech kolem 40 milisekund, což bylo nezbytné pro jízdu vysokou rychlostí.[1]

3 Vývoj autonomních vozidel

Dickmannsův tým postupně vyvinul několik generací vozidel, která demonstrovala pokrok v sensorice i výpočetní technice.

3.1 VaMoRs (1986–2003)

Prvním přelomovým vozidlem byla dodávka Mercedes-Benz 508 D, pojmenovaná VaMoRs (*Versuchsfahrzeug für autonome Mobilität und Rechnersuchen*). Vzhledem k velikosti tehdejších počítačů bylo nutné vozidlo zkonstruovat do dodávky. celý nákladový prostor byl zaplněn procesory Intel 8086 a později 80286.

Unikátní vlastností VaMoRs byl systém "aktivního pohledu". Kamery nebyly fixní, ale byly umístěny na pohyblivých plošinách, které simulovaly pohyby lidského oka. Systém se mohl "dívat" do zatáčky nebo se zaměřit na dopravní značku, čímž kompenzoval nízké rozlišení senzorů. Již v roce 1987 zvládl VaMoRs jízdu rychlostí 96 km/h.

3.2 VaMP a projekt PROMETHEUS (1994)

V rámci evropského projektu EUREKA PROMETHEUS získal tým přístup k moderním limuzínám Mercedes-Benz třídy S (W140). Vůz VaMP již disponoval pokročilejšími transputery a barevnými kamerami.

V říjnu 1994 proběhla demonstrace na tříproudé dálnici u letiště Charlese de Gaulla v Paříži. S hosty na palubě a v běžném provozu dokázal VaMP autonomně:

- Udržovat jízdu v pruhu.
- Sledovat až 12 objektů současně (vpředu i vzadu).
- Iniciovat a dokončit předjížděcí manévry po schválení bezpečnostním řidičem.

4 Cesta: Mnichov – Kodaň 1995

Největším úspěchem Dickmannsovy kariéry byla dálková jízda v roce 1995, kdy se tým s vozem VaMP vydal z Mnichova do dánského Odense. Trasa měřila přibližně 1 750 km.

Experiment prokázal vysokou úroveň autonomie:

1. Vůz jel plně autonomně 95 % cesty (cca 1 678 km).
2. Maximální rychlost na německé dálnici dosáhla 175 km/h.
3. Systém zvládal autonomní změnu pruhů (předjíždění).

Veškerá orientace probíhala vizuálně pomocí detekce vodorovného značení a analýzy scény v reálném čase. Zásahy řidiče byly nutné pouze v místech bez značení, při průjezdu mýtnými branami nebo při extrémně špatném počasí.

5 Závěr

Práce Ernsta Dickmannse položila základy pro moderní asistenční systémy (ADAS). Funkce jako Lane Keep Assist (udržování v pruhu) nebo adaptivní tempomat jsou přímými potomky algoritmů vyvinutých pro VaMoRs.

Zatímco dnešní autonomní systémy (např. Tesla FSD) spoléhají masivně na neuronové sítě a učení "end-to-end", Dickmannsův přístup byl striktně analytický a modelový.

Seznam použitých zdrojů

- [1] DICKMANNS, Ernst D. *Dynamic Vision for Perception and Control of Motion*. London: Springer-Verlag, 2007. ISBN 978-1-84628-637-7. Dostupné z: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-84628-638-4>
- [2] DELCKER, Janosch. The man who invented the self-driving car (in 1986). *POLITICO* [online]. 2018 [cit. 2023-10-25]. Dostupné z: <https://www.politico.eu/article/delf-driving-car-born-1986-ernst-dickmanns-mercedes/>
- [3] Dickmanns, E.D. Evolution of the “4-D Approach” to Dynamic Vision for Vehicles. *Electronics* 2024, 13, 4133. Dostupné z : <https://doi.org/10.3390/electronics13204133>