

Virtuální prostředí - nástroj rozvoje městské aglomerace



prof. Ing. Josef ŠTĚTINA, Ph.D.
ředitel Ústavu automobilního
a dopravního inženýrství



FAKULTA ústav automobilního
STROJNÍHO a dopravního
INŽENÝRSTVÍ inženýrství





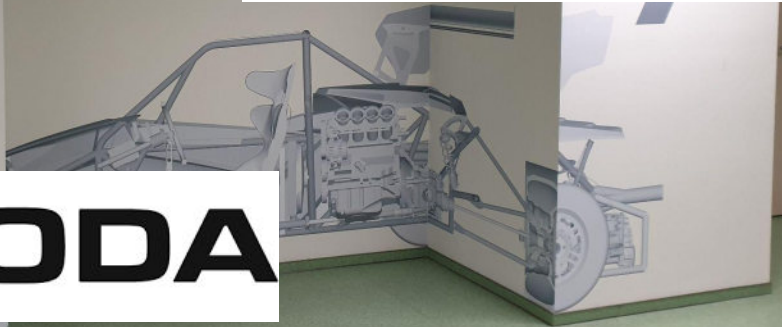
COMBUSTION ENGINES
SPALOVACÍ MOTORY

VEHICLE DYNAMICS
DYNAMIKA VOZIDEL

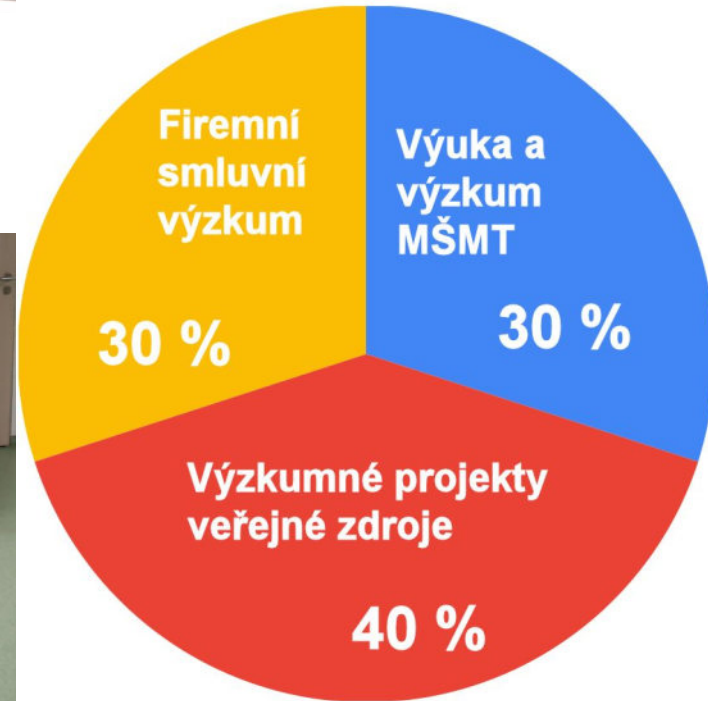
AERODYNAMICS
AERODYNAMIKA

CONTROL & AUTONOMY
ŘÍZENÍ A AUTONOMIE

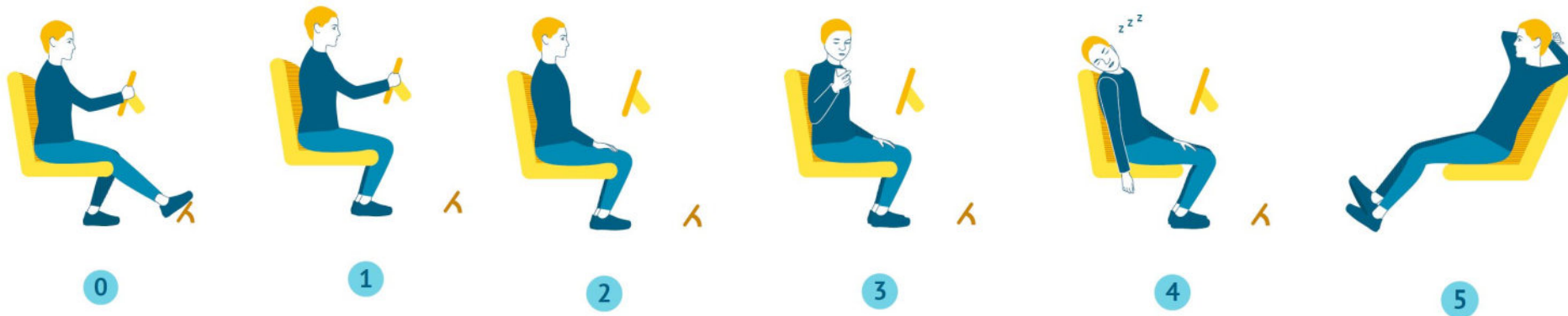
43 zaměstnanců
31 Ph.D. studentů
každý rok úspěšně končí
70 automobilových inženýrů



Zdroje financování
Ústavu automobilního a dopravního inženýrství



Autonomní vozidla



BEZ AUTOMATIZACE ASISTENTI ŘIDIČE ČÁSTEČNÁ AUTOMATIZACE PODMÍNĚNÁ AUTOMATIZACE VYSOKÁ AUTOMATIZACE PLNÁ AUTOMATIZACE

Sledujete prostředí. Jste řidičem, i když jsou zapnuté automatizační funkce.

Systém vás podporuje při řízení

Řízení NEBO rychlost jsou automatizované

Když si to systém vyžádá, musíte převzít kontrolu.

Systém pracuje, když je specifikovaný jsou splněny podmínky.

Řízení a rychlost jsou automatizované

Nevyžaduje se, abyste převzali řízení

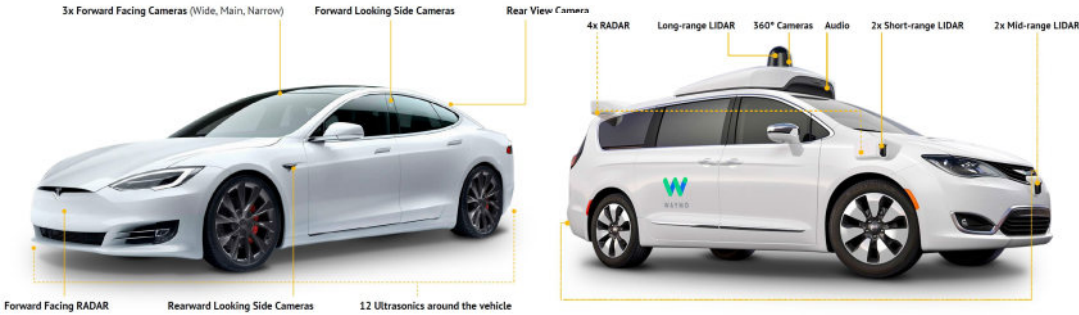
Systém funguje za všech podmínek

Advanced Driver Assistance Systems = ADAS

Autonomní vozidla

4

<http://automotiveengineering.online/>



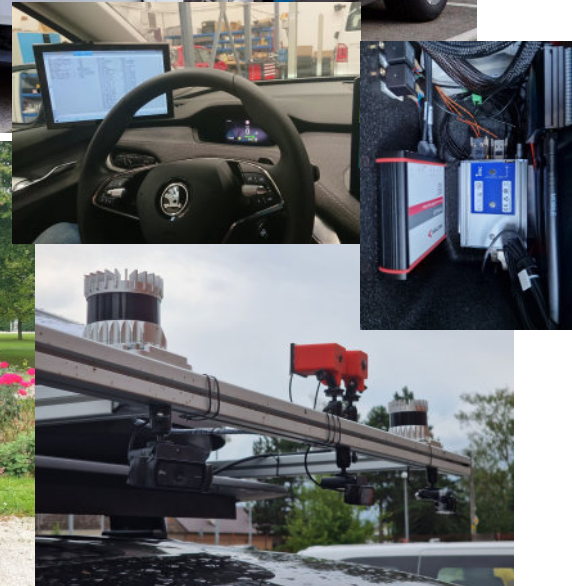
Uber's Hardware:

Forward Facing Cameras LIDAR Side and Rear Cameras

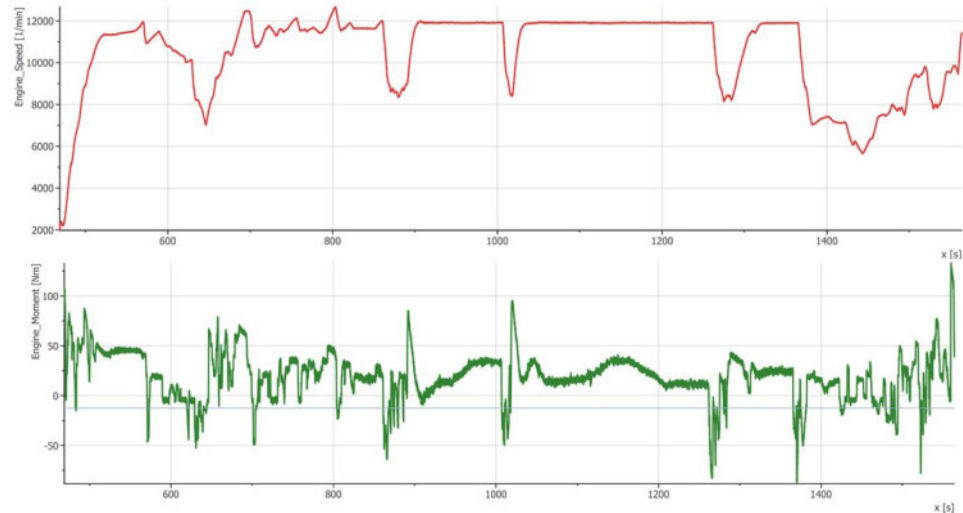


Volvo's Hardware:

RADAR, front & back Forward Facing Cameras Side Cameras Ultrasound, front & back Rear Camera



Testovací vozidlo Škoda Enyaq 60 iV

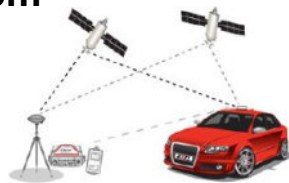


Testování vozidel

- Osobní automobily
- Závodní vozy (formule, rallye)
- Hasičské vozy

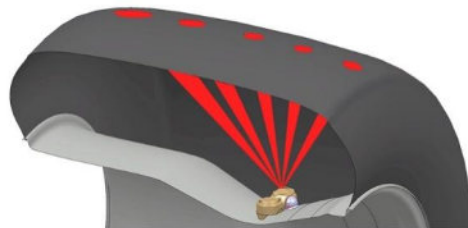
RT3002G - Inerciální a GPS navigační systém

- vysoce přesná poloha (14 mm),
- rychlost, zrychlení a úhlové rychlosti.
- orientace (odklon, náklon, převrácení), úhel skluzu.
- 2x CORREVIT® 2osé optické senzory



Měření rychlosti, vzdálenosti a úhlu skluzu

- Snímače výšky
- Měření světlé výšky vozidla
- Infračervené snímače teploty
- Měření teplot (pneumatiky)
- Snímače zrychlení
- Rychlost odklonu
- Tenzometrické snímače



Jak získat dostatek dat pro naučení umělé inteligence v automobilech?

Jak testovat vozidla s pokročilými asistenčními systémy řidiče (ADAS) tedy s autonomními prvky?

Jak navrhovat města, tak, aby byly kompatibilní s pokročilými asistenčními systémy řidiče (ADAS) vozidel a v budoucnu pro autonomní vozidla?

Toto není v rozporu se zájmem dělat tzv. města pro lidi (pěší doprava, cyklistika, mikromobilita, MHD)

Nízké překážky, kužely, tyče, zábradlí a různě dodatečně montované prvky, stavební zábrany apod. jsou většinou problematické pro vozidla s ADAS, ale i pro chodce, cyklisty, koloběžkáře atd.

Odpověď: Simulation City je virtuální svět, kde **Waymo (Google)**, testuje svá autonomní vozidla v rámci přípravy na použití v reálném světě. **Stejný simulátor lze využít na to, aby se testovali dopravní úpravy a jejich vhodnost z pohledu autonomních vozidel, chodců, cyklistů ...**

CARLA je open-source simulátor



FAKULTA Ústav automobilního
STROJNÍHO a dopravního
INŽENÝRSTVÍ inženýrství

8

<http://automotiveengineering.online/>



Founding sponsor

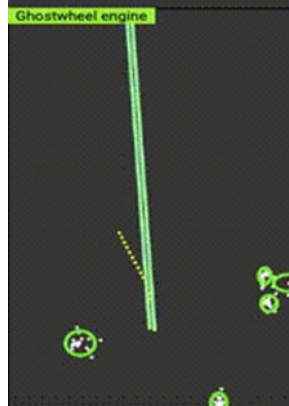
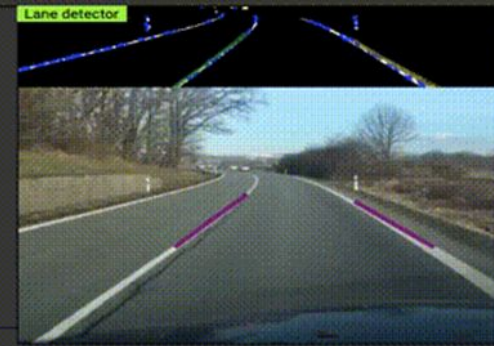
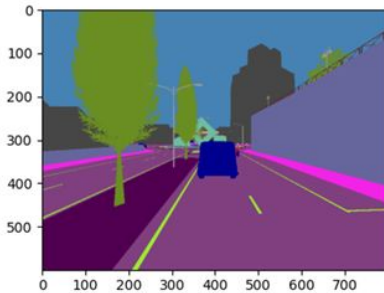
Sponsors



CARLA, detekce pruhů a vozidel

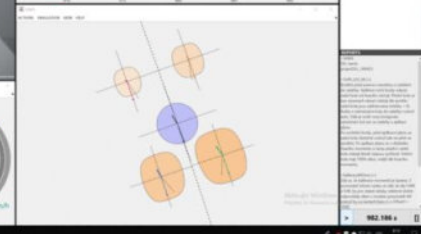
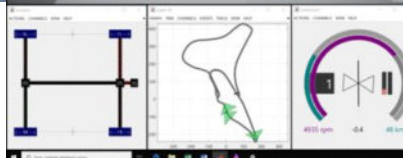
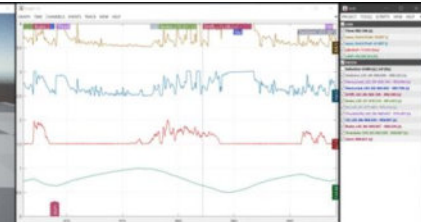
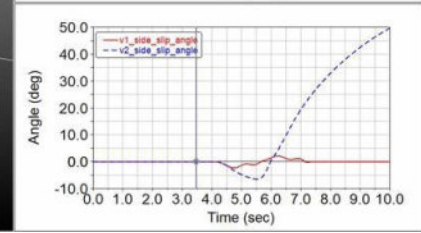
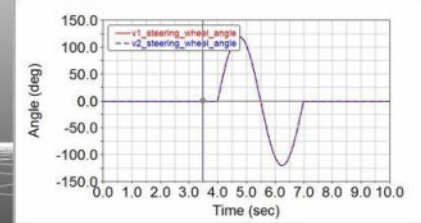
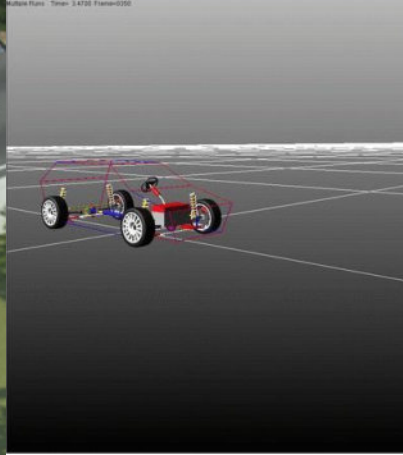
9

<http://automotiveengineering.online/>



- Detektor pruhů
- GPS, GPX
- Detektor objektů (značky, auta)
- Odhad pozice a predikce pohybu objektů
- Sensory – radar, lidar, IMU
- Kamery – RGB kamera, Kamera pro sémantickou segmentaci
- Kamera pro hloubkovou mapu

Digitální dvojčata vozidel Matlab & Simulink & RoadRunner



**V modelech reálné vlastnosti vozidel a pneumatik.
Verifikováno experimenty.**

VIRES Virtual Test Drive



OpenCRG
OpenDRIVE
Open SCENARIO

DYNA4 - Virtual Test Driving

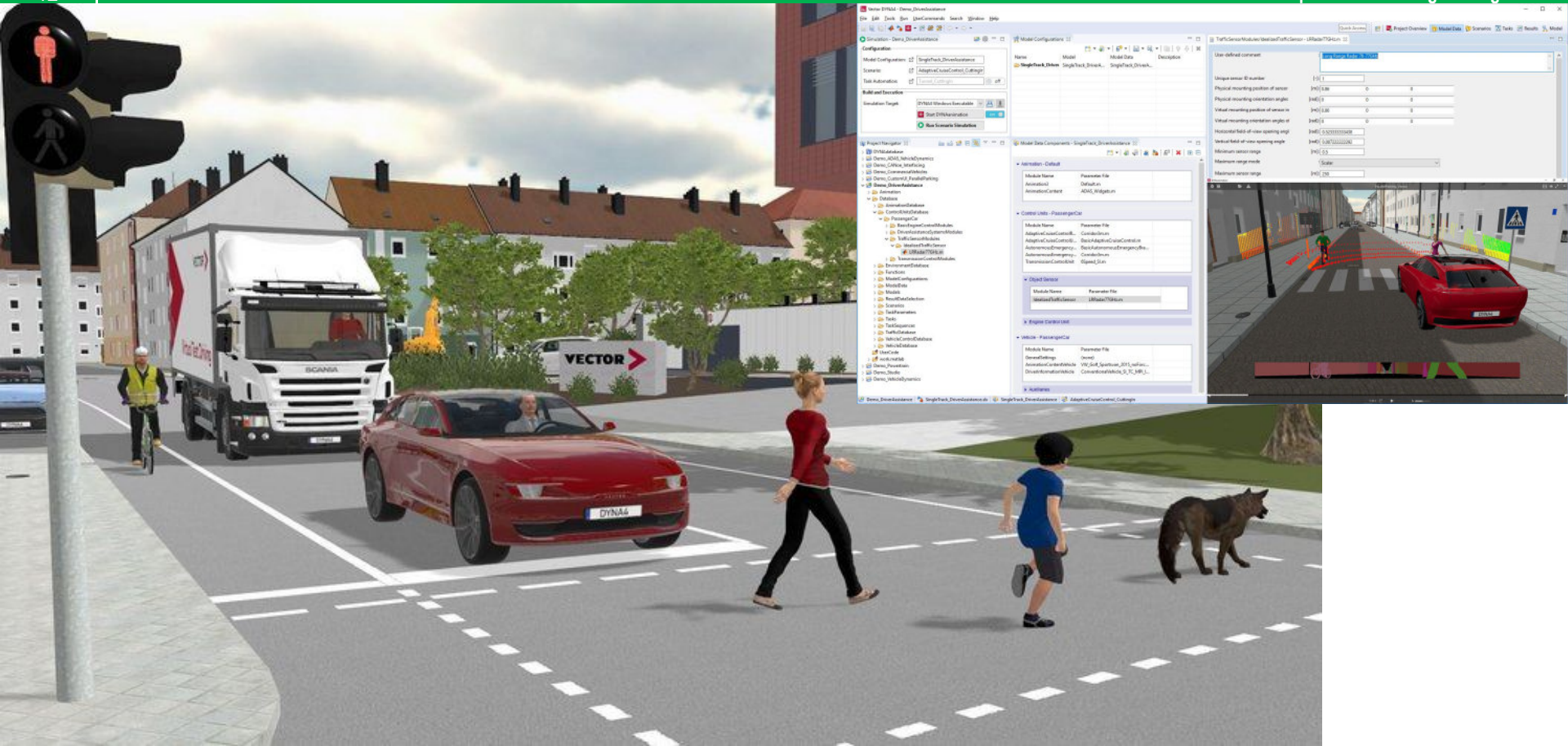
VECTOR

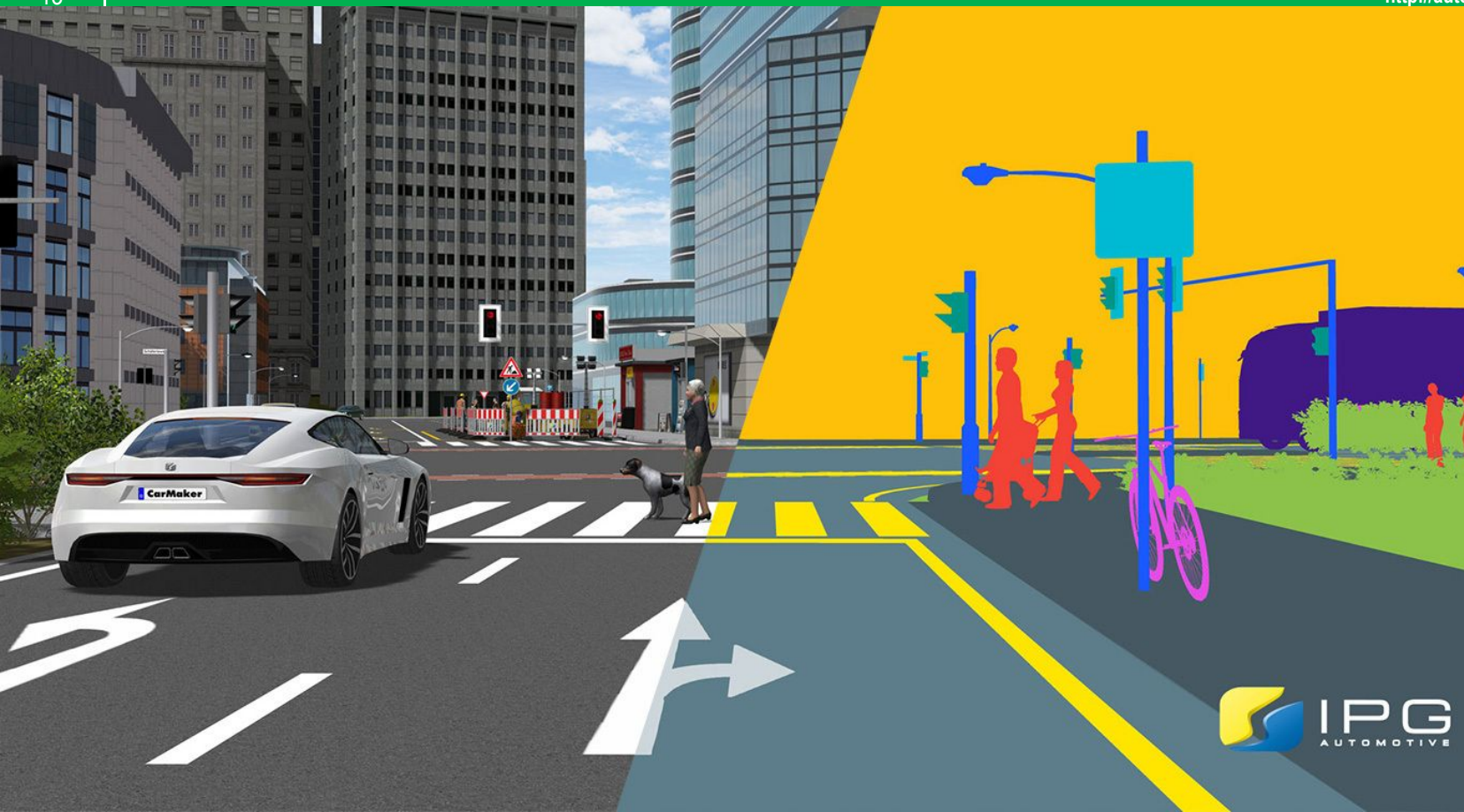


FAKULTA ústav automobilního
STROJNÍHO a dopravního
INŽENÝRSTVÍ inženýrství

<http://automotiveengineering.online/>

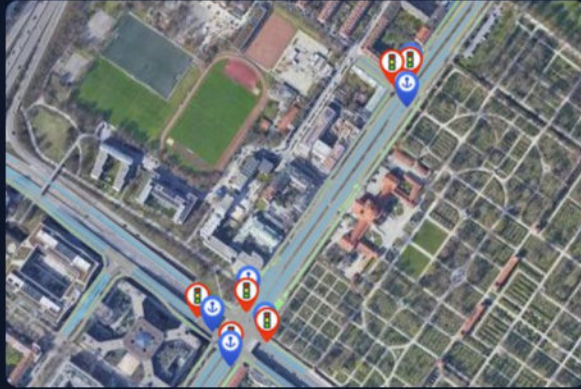
12



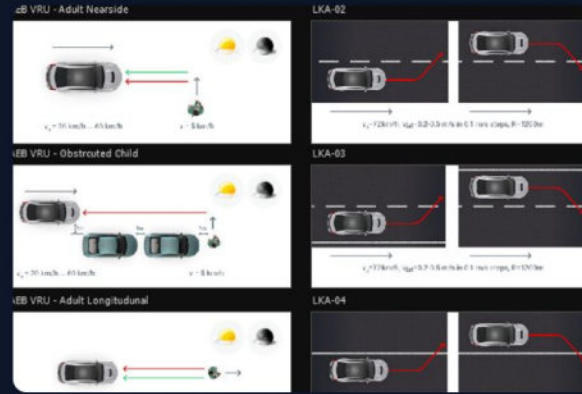


Large-Scale Scenario Generation

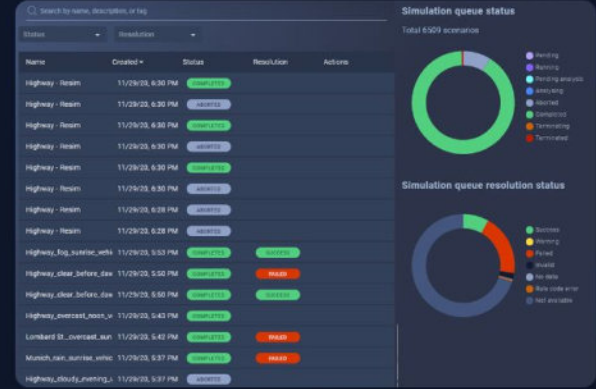
SCENARIO GENERATION



SCENARIO LIBRARY

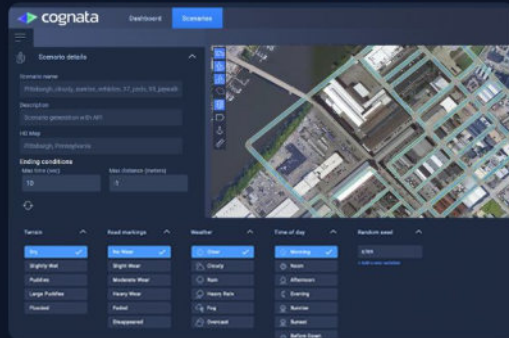


TESTING & ANALYSIS



Name	Created	Status	Resolution	Actions
Highway - Regen	11/29/23, 6:30 PM	Completed	Success	
Highway - Regen	11/29/23, 6:30 PM	ABORTED		
Highway - Regen	11/29/23, 6:30 PM	Completed	Success	
Highway - Regen	11/29/23, 6:30 PM	ABORTED		
Highway - Regen	11/29/23, 6:30 PM	Completed	Success	
Highway - Regen	11/29/23, 6:30 PM	ABORTED		
Highway - Regen	11/29/23, 6:28 PM	ABORTED		
Highway_Reg_justice_vch	11/29/23, 5:32 PM	Completed	Success	
Highway_clear_before_dav	11/29/23, 5:50 PM	Completed	FAIL	
Highway_clear_before_dav	11/29/23, 5:50 PM	Completed	Success	
Highway_clear_before_dav	11/29/23, 5:50 PM	Completed	Success	
Highway_clear_before_dav	11/29/23, 5:50 PM	Completed	Success	
Highway_clear_before_dav	11/29/23, 5:50 PM	Completed	Success	
Lombard St_oversat_sun	11/29/23, 5:42 PM	Completed	FAIL	
Munich_sun_sunrise_vch	11/29/23, 5:37 PM	Completed	Success	
Highway_clear_before_dav	11/29/23, 5:37 PM	Completed	Success	

SCENARIO GENERATION



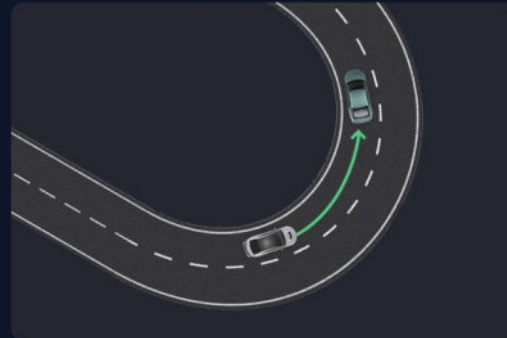
Scenario details

Scenario name: [input field]
Description: [input field]
Ending conditions: [input field]

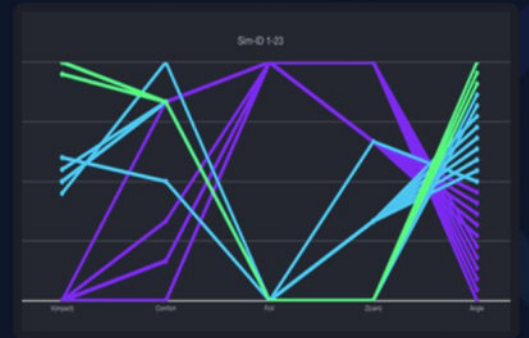
Vehicle

Light	Daytime	Weather	Time of Day	Reaction speed
Daytime	Daytime	Clear	Daytime	VRU
Daytime	Daytime	Sunny	Daytime	VRU
Daytime	Daytime	Overcast	Daytime	VRU
Daytime	Daytime	Rain	Daytime	VRU
Daytime	Daytime	Heavy Rain	Daytime	VRU
Daytime	Daytime	Thunder	Daytime	VRU

SCENARIO LIBRARY



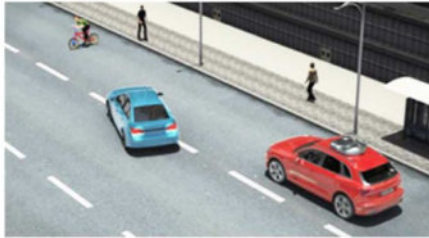
TESTING & ANALYSIS



Problematika počasí

Problematika nestandardních situací

Cyklisté



Chodci

Děšť



Sníh

Špatné světlo Různá vozidla



Zatáčka ve městě



Křižovatky



Různé scénáře.
Optimalizace:

- Vozidel
- Dopravní infrastruktury

Opilý řidič



Oslnění Sluncem

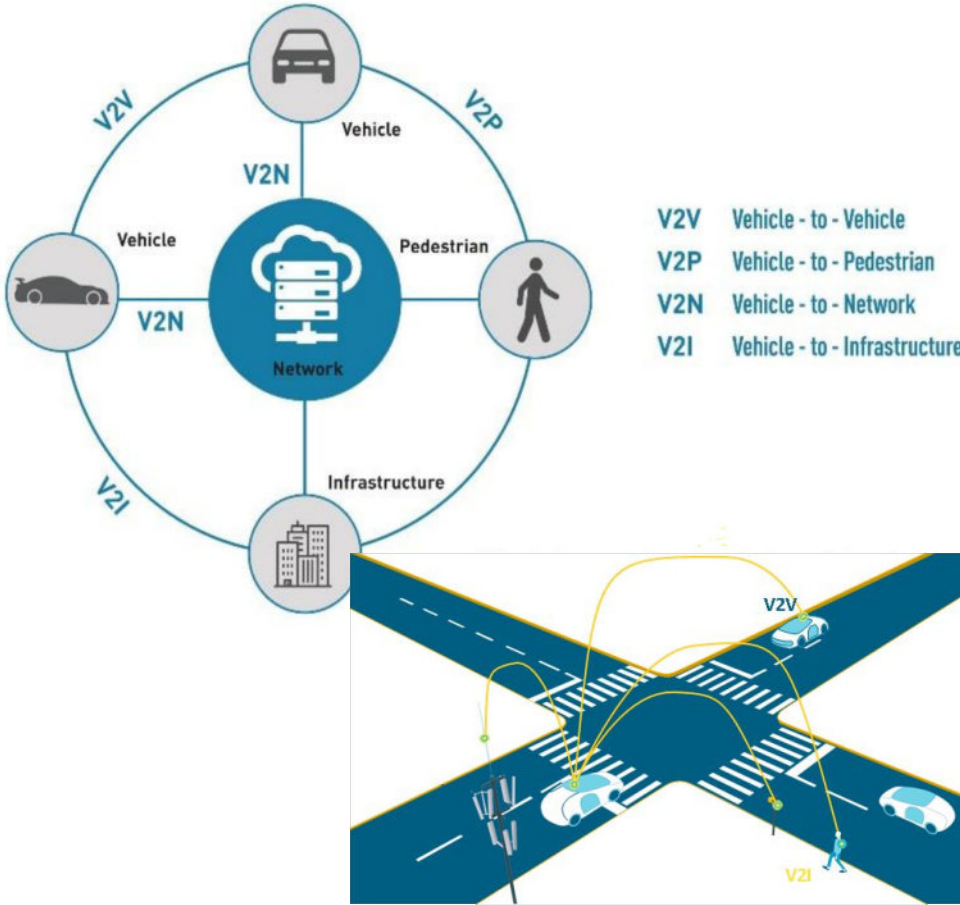


Obchvaty, dálnice



Komunikace a velikost zpracovaných dat

Budoucnost G sítě



Autonomous car data vs. human data

In 2020, the average autonomous car may process 4,000 gigabytes of data per day, while the average internet user will process 1.5 gigabytes.

THE COMING FLOOD OF DATA IN AUTONOMOUS VEHICLES

RADAR	~10-100 KB PER SECOND
SONAR	~10-100 KB PER SECOND
CAMERAS	~20-40 KB PER SECOND
GPS	~50 KB PER SECOND
LIDAR	~10-70 MB PER SECOND

AUTONOMOUS VEHICLES 4000 GB PER DAY... EACH DAY

1 autonomous car = 2,666 internet user

Source: Intel

**Praktické zkušenosti STU Bratislava 25 TB denně
+
data z městských kamer a další infrastruktury**

Digitální dvojče: Potenciál pro chytrá města

Dynamické řízení provozu

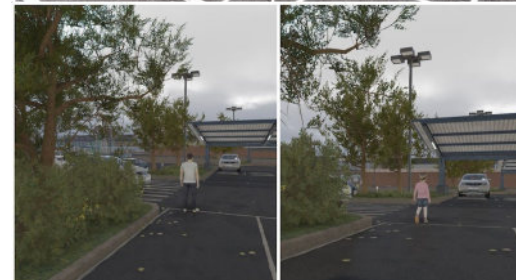
- Dynamické plánování infrastruktury, uzavírky
- Plánování kapacit dopravy
- Pokročilé plány a analýzy testů AI

Plánování bezpečnostních rizik

- Bezpečnostní kritické scénáře – analýza nehod
- Simulace přímého pohledu účastníka dopravy
- Testování a analýza různých jízdních vlastností dopravních prostředků

Detekce a učení senzorů parkovacích a dobíjecích míst

- Různé typy parkovišť, parkovacích domů, nabíjecích bodů
- Možnost lépe anonymizovat data pro předpisy o ochraně soukromí
- Ideální prostředí pro testování a ověřování (parkovací místa, chodci a další)



Vysoké náklady

- **Software**
- **Výkonný hardware, 5G síť, kamery, snímače, pronájem cloudu**
- **Kvalifikovaná obsluha**

Lze, ale budovat postupně.

Kdo bude první?



+420 778 790 549

josef.stetina@vutbr.cz

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.

Vysoké učení
technické v Brně
Fakulta strojního
inženýrství
Ústav
automobilního a
dopravního
inženýrství

FAKULTA ústav automobilního
STROJNÍHO a dopravního
INŽENÝRSTVÍ inženýrství

