

Autonóm Rendszerek Nemzeti Laboratórium



AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium

Dr. Gáspár Péter, SZTAKI szakmai vezető

Dr. Szalay Zsolt, BME

Dr. Szauter Ferenc, SZE

Előadó: Dr. Bécsi Tamás

2022. 09. 30.



NEMZETI
LABORATÓRIUM

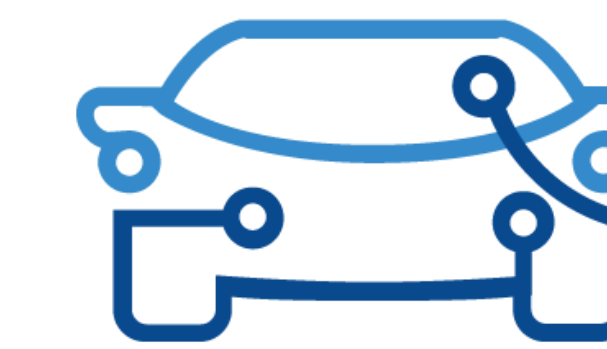


NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL



INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLOGIAI
MINISZTERIUM

Mikor?



AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium

 **Tom Randall**  @tsrandall · 23 Jan 2017

At what point will "Full Self-Driving Capability" features noticeably depart from "Enhanced Autopilot" features?

 5  28  57

 **Elon Musk**  @elonmusk

[Follow](#)

Replying to @tsrandall

3 months maybe, 6 months definitely

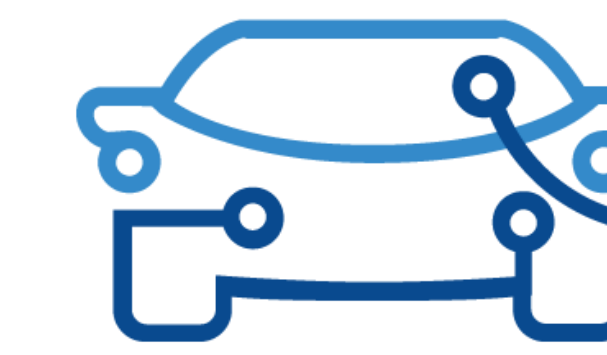
7:00 PM - 23 Jan 2017

150 Retweets 596 Likes



 55  150  596

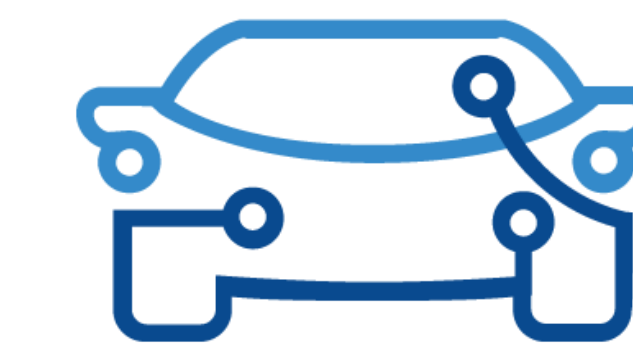
Gong...



AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium



Varró Dániel: Machine Learning szakértő

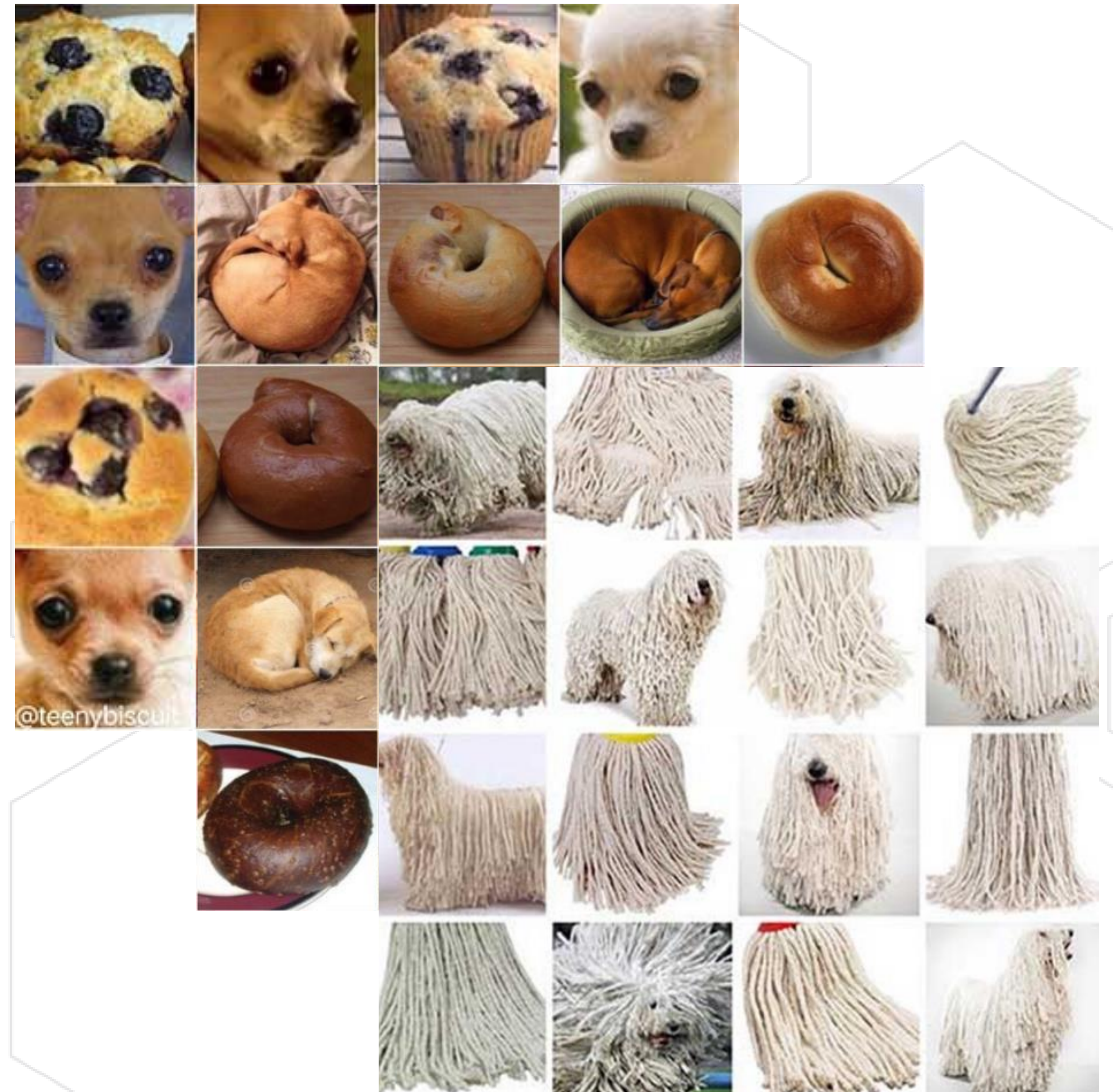


AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium

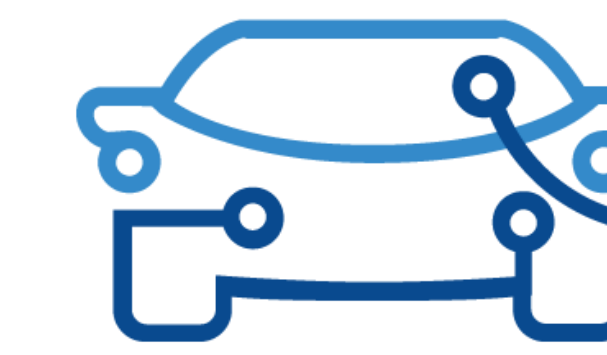
Rendőr, postás, pék is lennék,
kertészek is vígan mennék,
de leginkább azért főleg
machine learning szakértőnek.

Nem törődnek semmi mással,
mint a gépi tanulással.
Megtanítanám a gépem,
hogy kell viselkedni szépen.

A férfiktól a nőket
hogy különböztesse ő meg,
s mi egymástól nem áll távol:
a muffint a csivavától.



A konzorcium



AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium

Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet (SZTAKI)

- Az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat (ELKH) tagja
- Alap-, és alkalmazott kutatás a számítástudomány, műszaki tudományok és az intelligens rendszerek területén
- EU „Centre of Excellence”



**Gáspár
Péter**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME)

- Hazánk legnagyobb műszaki egyeteme nyolc karral
- Az oktatás és a kutatás magas színvonalon tartása, utánpótlásnevelés
- Az ipari kapcsolatok ápolása
- Kilenc egyetemi tudásközpont



**Szalay
Zsolt**

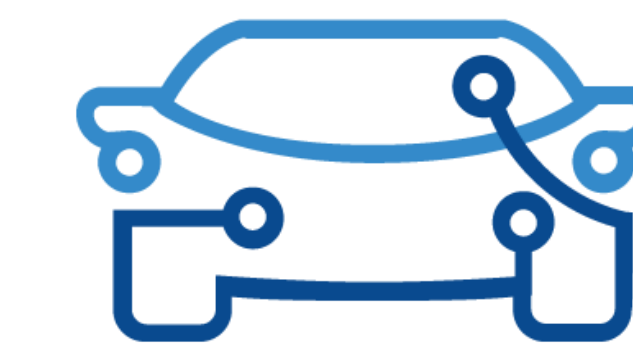
Széchenyi István Egyetem (SZE)

- Járműmérnöki, közlekedés-mérnöki és infokommunikációs kompetenciák
- Egyetem-Ipar kooperáció: 2015 Audi-Hungarian Faculty of Automotive Engineering
- 7 tudásközpont



**Szauter
Ferenc**

Alkalmazási területek



AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium

Autonóm közúti járművek

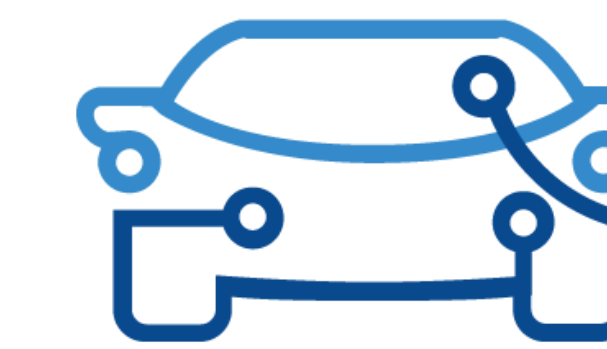


Autonóm légi járművek

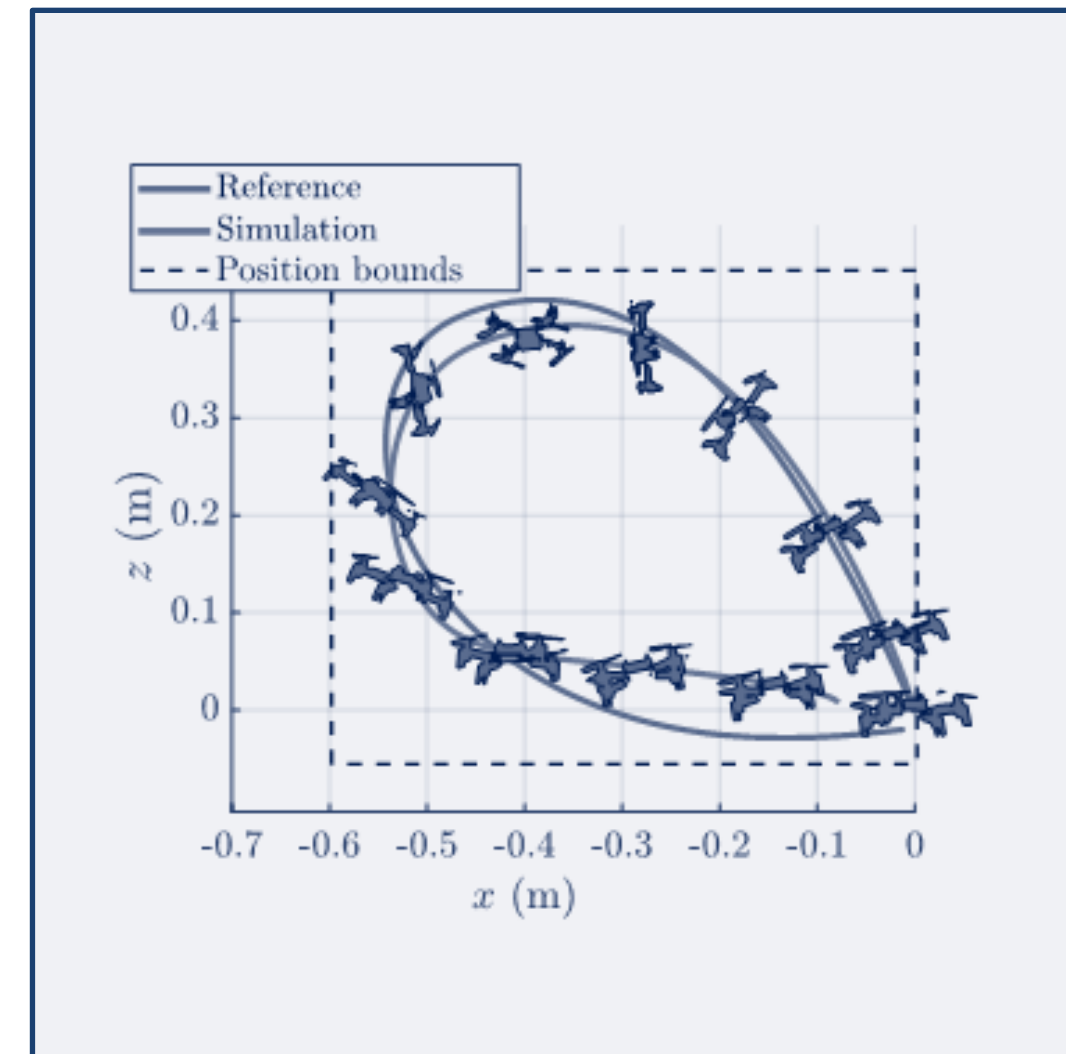


Autonóm robotika és gyártórendszerek



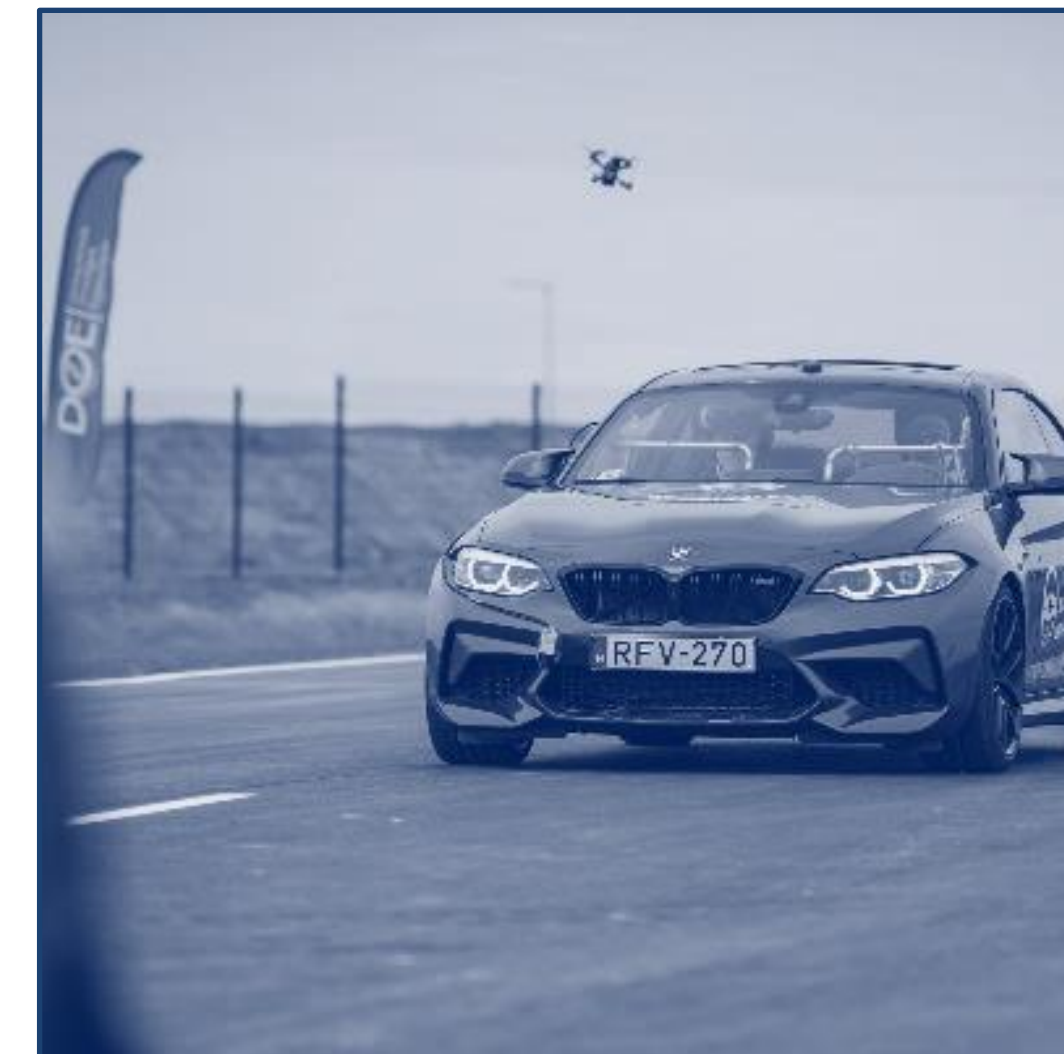


AUTONÓM RENDSZEREK NEMZETI LABORATÓRIUM



Járműirányítási stratégiák

- Adataalapú irányítás
- Identifikáció és irányítás
- Öntanuló és prediktív rendszerek



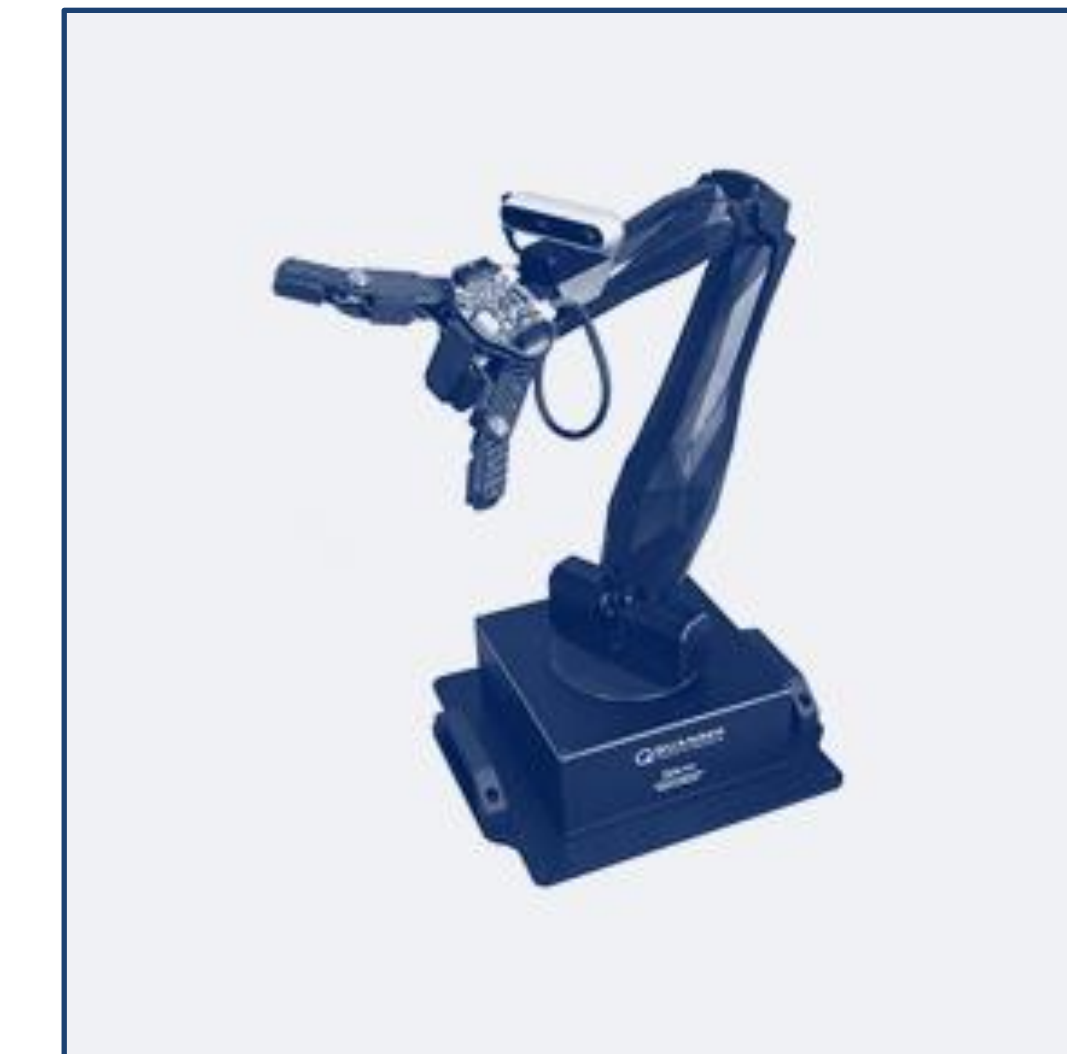
Járműdinamika és szabályozás

- Környezetérzékelés és lokalizáció
- Szenzor és aktuátor hibadetektálás
- Gépi tanulás alapú tervezés
- Autonóm járműirányítás



Kooperatív irányítás

- UAV és földi járművek együttműködése
- Közlekedésszabályozás



Robotikai modellezés és szabályozás

- Robotikai modellezés
- Autonóm logisztikai rendszerek
- Ember robot együttműködés monitorozása



Infokommunikáció

- Kommunikáció és adatmenedzsment
- V2X Rendszerek
- Autonóm rendszerek kiberbiztonsága
- Diagnosztika és prediktív karbantartás
- Társadalmi elfogadottság

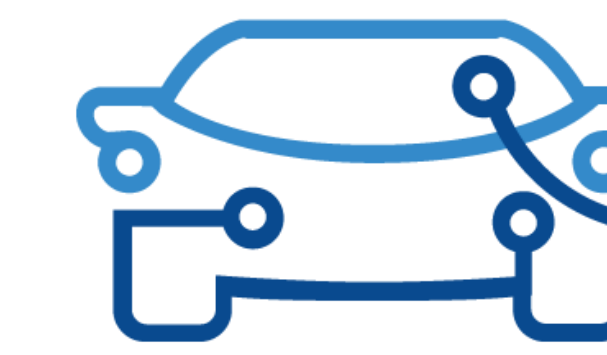


Alkalmazott Infrastruktúra

- Kültéri Demonstrációs Platform
- Beltéri Demonstrációs platform
- Felhő és Big Data alapú kutatási platform
- Drón technológiák
- ZalaZONE szolgáltatások

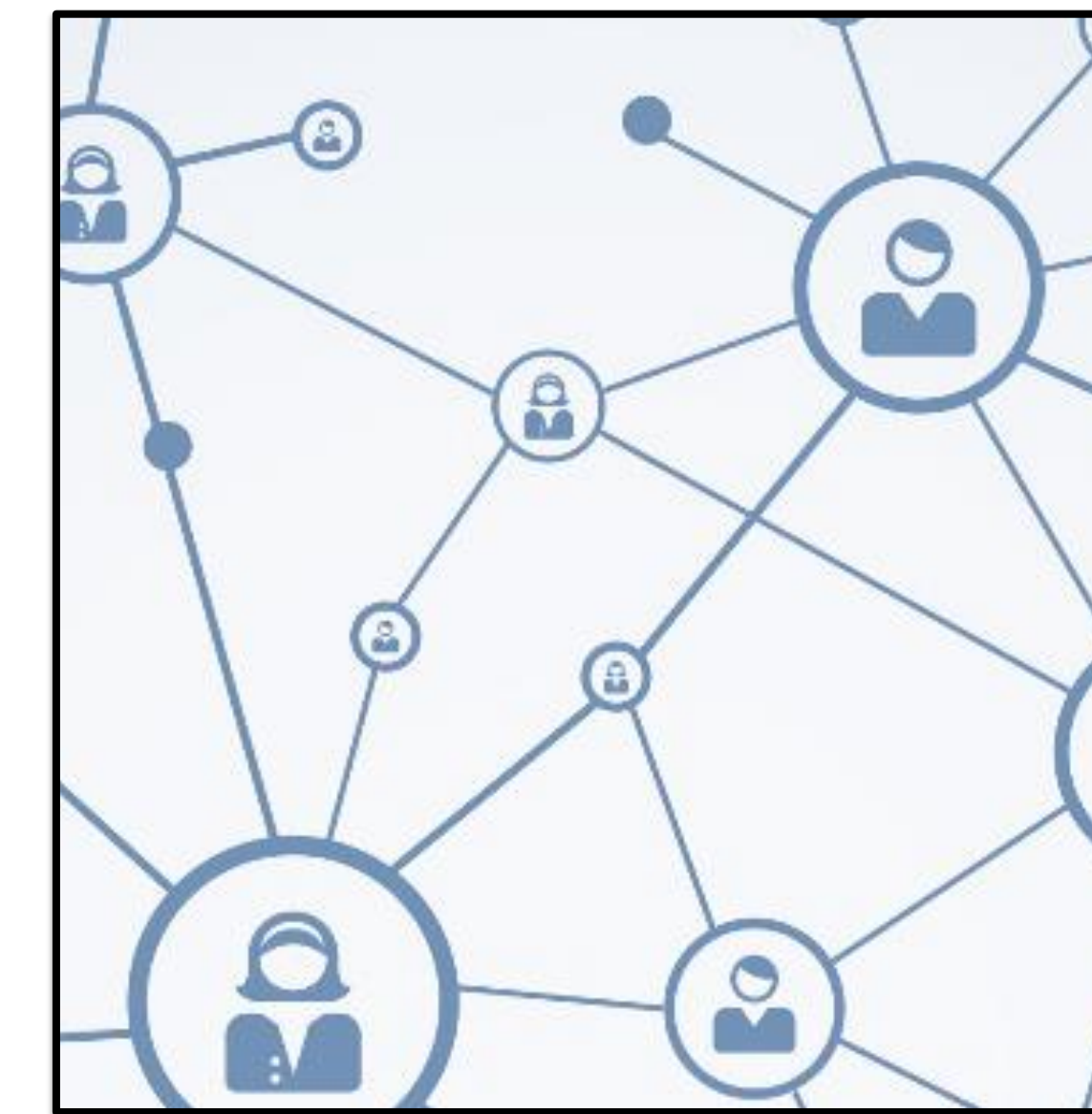


Célok



Kutatás-fejlesztés

- Alapkutatás
- Alkalmazott kutatás
- Publikációk

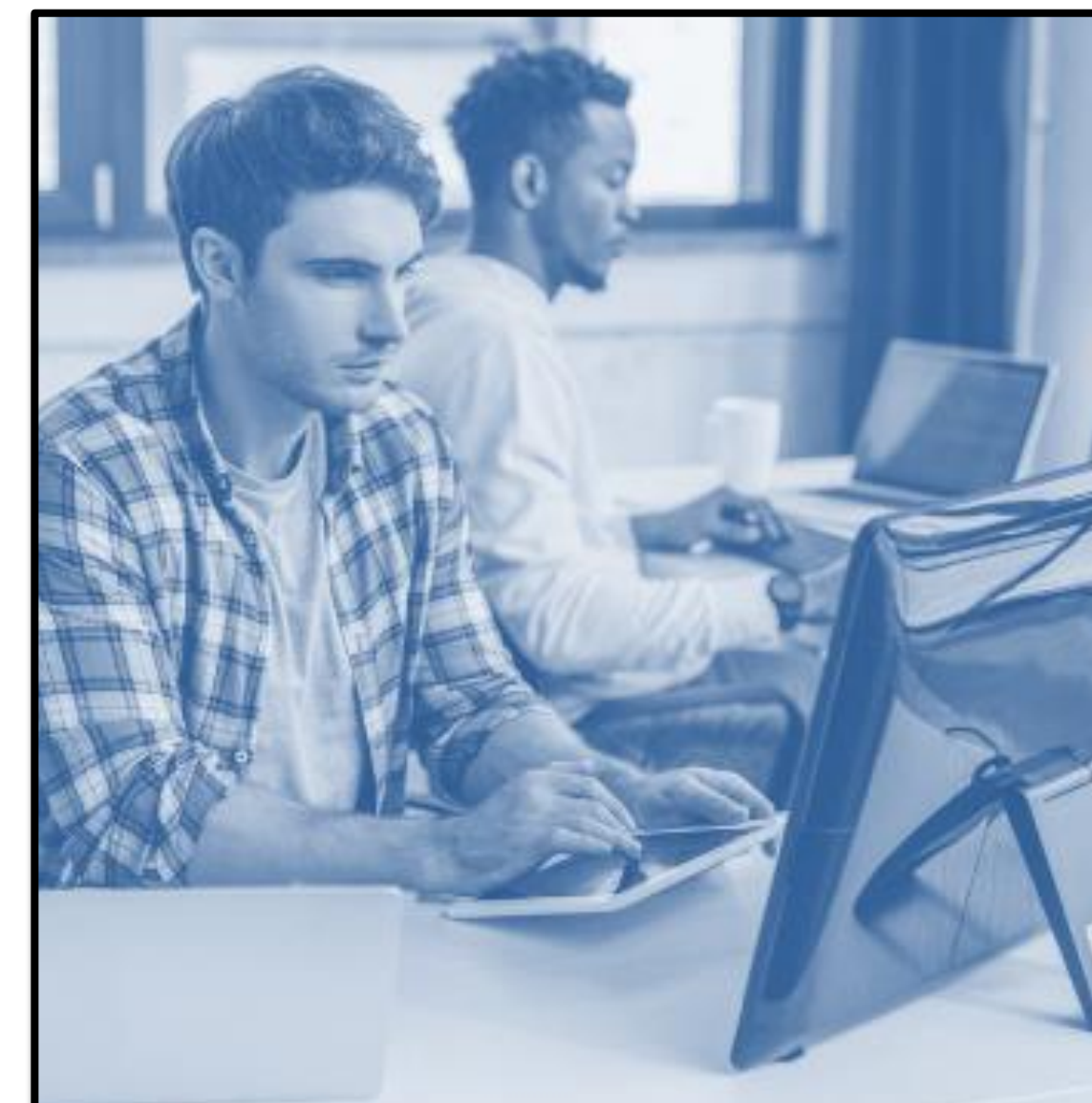


Kapcsolatépítés

- Ipari kapcsolatok
- Kutatóhálózatok

Utánpótlásnevelés

- Fiatal kutatók bevonása
- Előrelépés
- Oktatás fejlesztése



Pályázatok



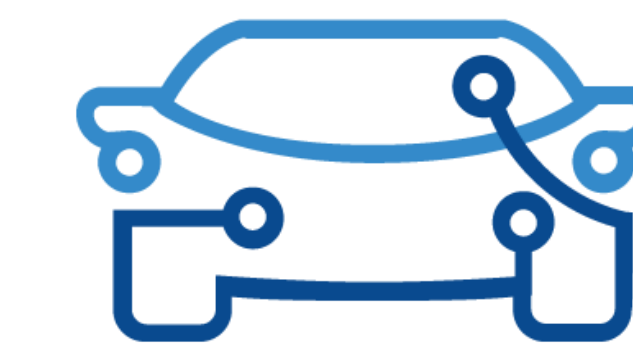
Innováció, szabadalmak



Infrastruktúra-fejlesztés

- Kutatások támogatása
- Tesztek támogatása

Utánpótlásnevelés

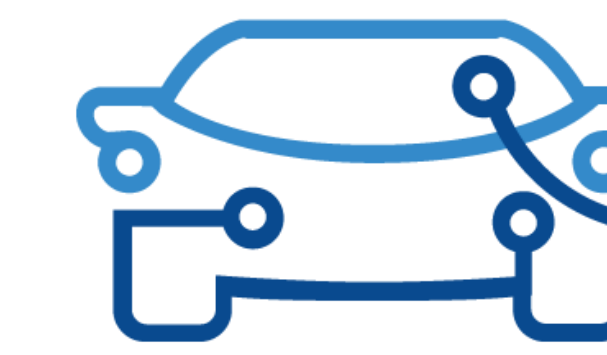


AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium

- Autonóm Járműirányítási Mérnök mesterszak
- 23 BSc hallgató
- 25 MSc hallgató
- 45 PhD hallgató
- TDK eredmények
- Diplomatervek
- PhD védések



Utánpótlásnevelés



AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium



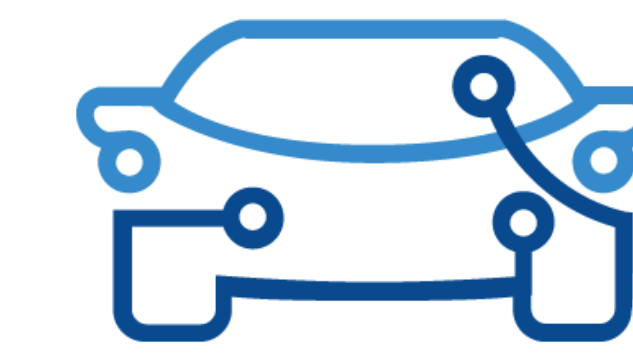
Világcsúccsal nyert Európa legnagyobb energiahatékonysági versenyén a Széchenyi-egyetem csapata

2022. június 8.



Infrastruktúra

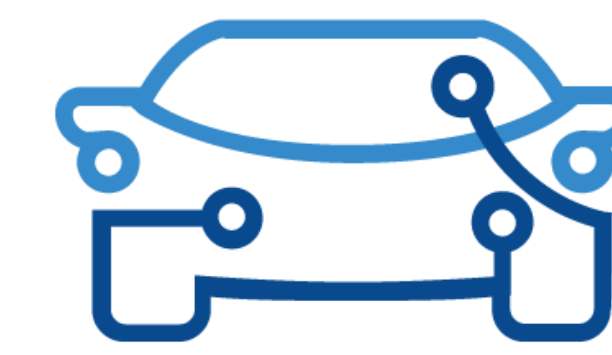
- SZTAKI Innovációs és Demonstrációs Tér
- BME J épület
- Beltéri demonstrációk
- Kültéri demonstrációk
- Tesztjárművek
- ZalaZone Traffic Light Control



AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium



Kutatási eredmények 2022Q2



AUTONÓM RENDSZEREK Nemzeti Laboratórium

ADATALAPÚ IRÁNYÍTÁS:

- Ultra-lokális MFC alapú irányítástervezési eljárások vizsgálata autonóm járművekre: új módszert dolgoztunk ki autonóm járműrendszerek adat-alapú pályakövető irányításának tervezéséhez, amiben a model free control (MFC) eljárást kombináltuk a pályatervezésben modell alapú dead-beat LQ megközelítéssel.
- Új szabályozási paraméter-hangolási módszert javasoltunk az ultralokális modellen, hogy javított pályakövetést érjünk el.

IDENTIFIKÁCIÓ ÉS IRÁNYÍTÁS:

- Automatikus konverzációs eljárás fejlesztése történt meg, amely lehetővé teszi véges Koopman modellek szisztematikus generálását. A projekt korábbi szakaszában kifejlesztett mélytanulás alapú Koopman modellezési eljárást alkalmaztuk Crazyflie 2.1 kvadkopterekre szimulációs adatok alapján.

ÖNTANULÓ ÉS PREDIKTÍV RENDSZEREK:

- A korábbi periódusban kifejlesztett Gauss folyamattal megvalósított, adaptív pályakövető irányításra építve olyan pályatervezési eljárást fejlesztettünk ki, amellyel a drón képes az aljára szerelt rúdon függő kampóval egy alkalmas hurokkal ellátott tárgyat a földről felemelni, egy célpontba elszállítani és ott letenni.
- A pályatervezést a gyors (real-time) implementálhatóság érdekében konvex optimalizálásra vezettük vissza. A drón mozgását leíró dinamikus modell ún. flat rendszert alkot, így a kimenetek B-spline-okkal történő parametrizálása után a nemlinearitások jelentős része eliminálható.

GÉPI TANULÁS ALAPÚ IRÁNYÍTÁSOK:

- Befejezésre került a dinamikus objektumok elkerülő trajektóriáját tervező ágens fejlesztése és a szimulációs eredmények publikálása. A hierarchikus megoldásban egy megerősítéses tanuló ágens felelős a tervezésért, míg a hossz- és oldalirányú szabályozást egy modell-prediktív szabályozó végzi. A megoldás szimulációs környezetben került tesztelésre, és az emberi vezetők képességeivel is össze lett hasonlítva.
- Demonstráció fejlesztésébe kezdtünk „automated valet parking” rendszer témájában. Ennek első fázisa során a jármű képes egy parkolóhelyről – okostelefonos hívásra – a felhasználóhoz navigálni és az ütközéseket elkerülni.

KÖRNYEZETÉRZÉKELÉS:

- A kutatási időszakban a korábban kidolgozott kamera és lidar fúzióján alapuló detektor tesztelését folytattuk felhő alapú járműirányítást megvalósító környezetben a ZalaZONE tesztpályán, ahol a jármű környezetét a járműre felhelyezett szenzorok segítségével detektáltuk, de a beavatkozás (pl. gyalogos észlelése esetén) a korábbiakhoz hasonlóan felhő alapon történt.
- Megvizsgáltuk a klasszikus módszerekkel történő lidar pontfelhő alapú objektumdetektálás lehetőségeit, különös tekintettel az infrastruktúrába kihelyezett szenzorokkal történő detektálásra.
- Járművek 3D mozgáspályájának mono-kamerás becslésére algoritmus került kidolgozásra.
- Analitikus megoldást vezettünk le a szenzorfüzión algoritmusok részecskeáramlási modelljének hatékonyabb kiszámítására.

AUTONÓM JÁRMŪIRÁNYÍTÁS:

- Módszertan került kidolgozásra autonóm járművek tanulás alapú integrált irányítástervezésének vonatkozásában. Felügyelt tanulási és megerősítéses tanulási algoritmusok segítségével a hosszirányú, illetve a keresztirányú mozgást megvalósító, szabályozási célú neurális hálózatok kerültek kidolgozásra, amelyek lehetővé teszik a jármű energiagazdaságos, illetve gyors haladását.

SZENZOR ÉS AKTUÁTOR HIBADETEKTÁLÁS:

- A DJI M600 hexakopter rendszer identifikációja megtörtént. A megcélzott nemlineáris rendszermodell mellé lineáris átviteli függvény alapú modelleket is figyelembe vettünk.
- Megtörtént a DJI M600 hexakopter kamera rendszerével felülnézeti képek gyűjtése a ZalaZONE tesztpálya Smart City moduljában egymásnak elsőbbséget adó földi járművekről.
- Az érintett időszakban az M600 drón platform fedélzeti SW rendszerének fejlesztése mellett megkezdődött a valós felvételeken történő kamera alapú navigáció offline tesztelése.
- A LandMark alapú navigáció fedélzeti változata 10 FPS sebességgel működik, amely alkalmazható lesz a ZalaZONE tesztpályán felvett felvételeken.

UAV ÉS FÖLDI JÁRMŰVEK EGYÜTTMŰKÖDÉSE:

- Közúti járművek és drónok együttműködésének vonatkozásában módszertan került kidolgozásra. A módszer a projekt keretében kidolgozott korábbi, földi járművek koordinációjára létrehozott hierarchikus irányítástervezési struktúráján alapszik.
- Az UAV-UGV együttműködésben kulcskérdés a földi jármű megfelelő követése a légieszközzel. Erre készült egy a földi járműre rögzített GPS + WiFi egységen alapuló rendszer, amely a földi jármű pozícióját és sebességét figyelembe véve képes azt követni.

KÖZLEKEDÉSI RENDSZEREK IRÁNYÍTÁSA:

- Autonóm földi járművek közlekedési rendszerekre gyakorolt hatásvizsgálatának kutatásában felső szintű irányítási módszerek kidolgozása és implementációja történt meg.
- Emellett, a tanulásra és robusztus irányítástervezésre épülő hierarchikus irányítási módszertan Nissan Leaf típusú automatizált járművön került implementálásra, ami kiterjesztett valóságban mozgó további 5 járművel képes az egyidejű, biztonságos, koordinált haladásra.
- DSRC, Wave, Spat./Map protokollok alkalmazhatóságát vizsgáltuk meg a ZalaZONE jelzőlámpa-irányítással összefüggésben. Tesztprogramokat készítettünk a ZalaZONE-ban készülő Central System-ben elkészült lámpa protokollhoz.
- A Central System Docker specifikációinak véglegesítése is megtörtént és a jelzőfejet irányító PLC-kre Docker kliens került telepítésre.

ROBOTIKAI MODELLEZÉS:

- Komplex, szigorú tűrésekkel ellátott munkadarabok forgácsoló eljárását vezérlő szerszámgép programok automatikus kalibrálásra dolgoztunk ki új módszert.
- Autonóm robotikai pick-and-place rendszert adaptáltunk a SZTAKI IDS-ben, ami egyben állandó demonstrációként is működik.

AUTONÓM LOGISZTIKAI RENDSZEREK:

- Félvezetőipar által motivált belső logisztikai feladata megoldására korábban kidolgozott módszert fejlesztettünk tovább és egészítettünk ki professzionális szimulációs (Siemens Tecnomatix Plant Simulation) környezettel.
- Átvettük, és teszteltük azt a 10 db kisméretű AGV-ből álló flottát és annak kiszolgáló (pozicionáló és töltő) egységeit, amiket a Kende utcai SmartFactory minta-gyártórendszerben fogunk integrálni.

EMBER-GÉP KAPCSOLAT MONITOROZÁSA:

- Megtörtént a PREHUROCO (PREdictor for HUman-RObot Collision) virtuális valóság (AR) alapú robotos biztonsági rendszer SZTAKI IDS-beli körülmények közt való adaptálása és továbbfejlesztése.

KOMMUNIKÁCIÓ ÉS BIZTONSÁG:

- Elkészült a projekt elsődleges célkitűzései között szereplő penetrációs tesztek végrehajtására alkalmas tesztkörnyezet. A megnövelt fényerejű háttérvilágítás, a szegmentált polarizátorok és az elkészült irány szelektív szűrő rácsok integrálásával elkészült az első HUD prototípus, amit a szimulátor rendszerben használni fogunk.

KIBERBIZTONSÁG:

- Két új támadási stratégia került kifejlesztésre. Az ún. visszajászó támadás lényege a korábban rögzített valós lidar adatoknak a hálózatba való, tetszőleges időpontban történő visszainjektálása. A kidolgozott megoldás segítségével a felépített tesztkörnyezetben valós támadási scenáriók vizsgálhatók.
- Az „okos” mintainjektáláson alapuló támadás egy virtuális tér segítségével állítja elő a támadáshoz szükséges pontfelhőt, illetve a kártékony hálózati csomagokat. A fejlesztés jelenlegi szakaszában a virtuális objektumok sikeresen megjelennek az objektumfelismerő szoftverben.

PROTOTÍPUS-FEJLESZTÉSEK:

- Speciális szélvédő kifejlesztése: A kutatási időszakban elkészült az irány szelektív szűrő minták 3D-nyomatása.
- Megkezdtük a demonstrációs rendszer szoftverének fejlesztését. A demonstráció legfontosabb újdonsága a valós közlekedési helyzetet szimuláló háttér és a vezetést segítő információkat kijelző HUD összehangolt működése. Ennek során mind a virtuális mind a kiterjesztett valóság egymással szinkronban mozgóképként változik.

KÍSÉRLETI JÁRMŪPLATFORM:

- A Lexus RX450h jármű fedélzeti rendszerébe integrálásra került a labor korábbi beszerzése eredményeként rendelkezésre álló Speedgoat fedélzeti real-time számítógép, és megvalósult annak a jármű PacMode kontrollerével való összekapcsolása Továbbá, integrálásra került egy 5G modem, és sor került működés közbeni tesztelésére.

BELTÉRI DEMONSTRÁCIÓS PLATFORM:

- Megtörtént az F1TENTH autó nemlineáris, dinamikus modelljének teljeskörű identifikációja, a digitális ikermódel létrehozása.

FELHŐ ÉS BIG DATA ALAPÚ KUTATÁSI PLATFORM:

- Jelenleg a beltéri jármű demonstrációs rendszert támogató Big Data platform harmadik verzióján a robusztus irányítás van fókuszban, beleértve a gépi tanulás hatékonyabb végrehajtását.
- A kültéri demonstrációs rendszer második verziójának átadásával az 5G adatátvitelre került a fókuszba, a V2C és V2X kommunikáció, és a ZalaZONE teszt pályáról történő adatgyűjtés.
- Megkezdődött a kutatási adatok F.A.I.R. módon történő megosztásának a Research Data Alliance és a HRDA ajánlása alapján az ELKH által támogatott adatrepositórium automatizált adattranszferének lehetővé tétele.

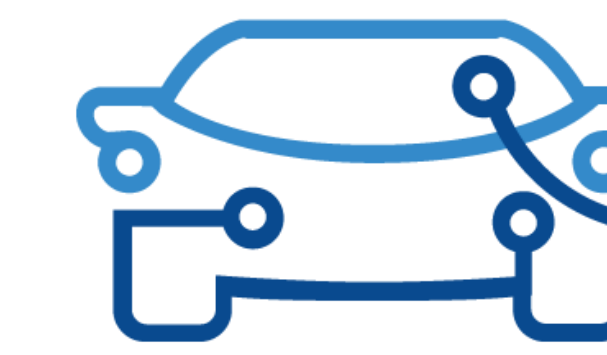
DRÓNTECHNOLÓGIÁK:

- Az időszakban az UTM/U-space koncepcióban szereplő meteorológiai támogatás alapelemeinek kimunkálását kezdtük meg.
- Továbbá, drón alapú objektumdetektálás történt meg. A modellek és a mesterséges intelligencia-keretrendszerek tesztelése véget ért, saját tanító adatkészlet és finomhangolt modell készítése folyamatban.

ZALAZONE SZOLGÁLTATÁSOK:

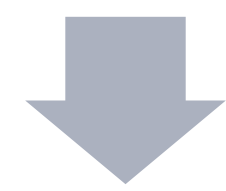
- A ZalaZONE Innovációs Napon demo bemutatása (2022.09.30.)
- Folytatódik az integrált jelzőlámpairányítás fejlesztése.

Nemtriviális pick-and-place

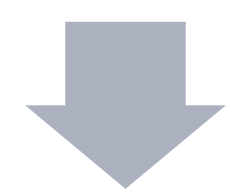


AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium

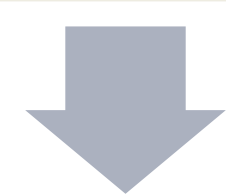
Képfeldolgozás



Speciális geometria



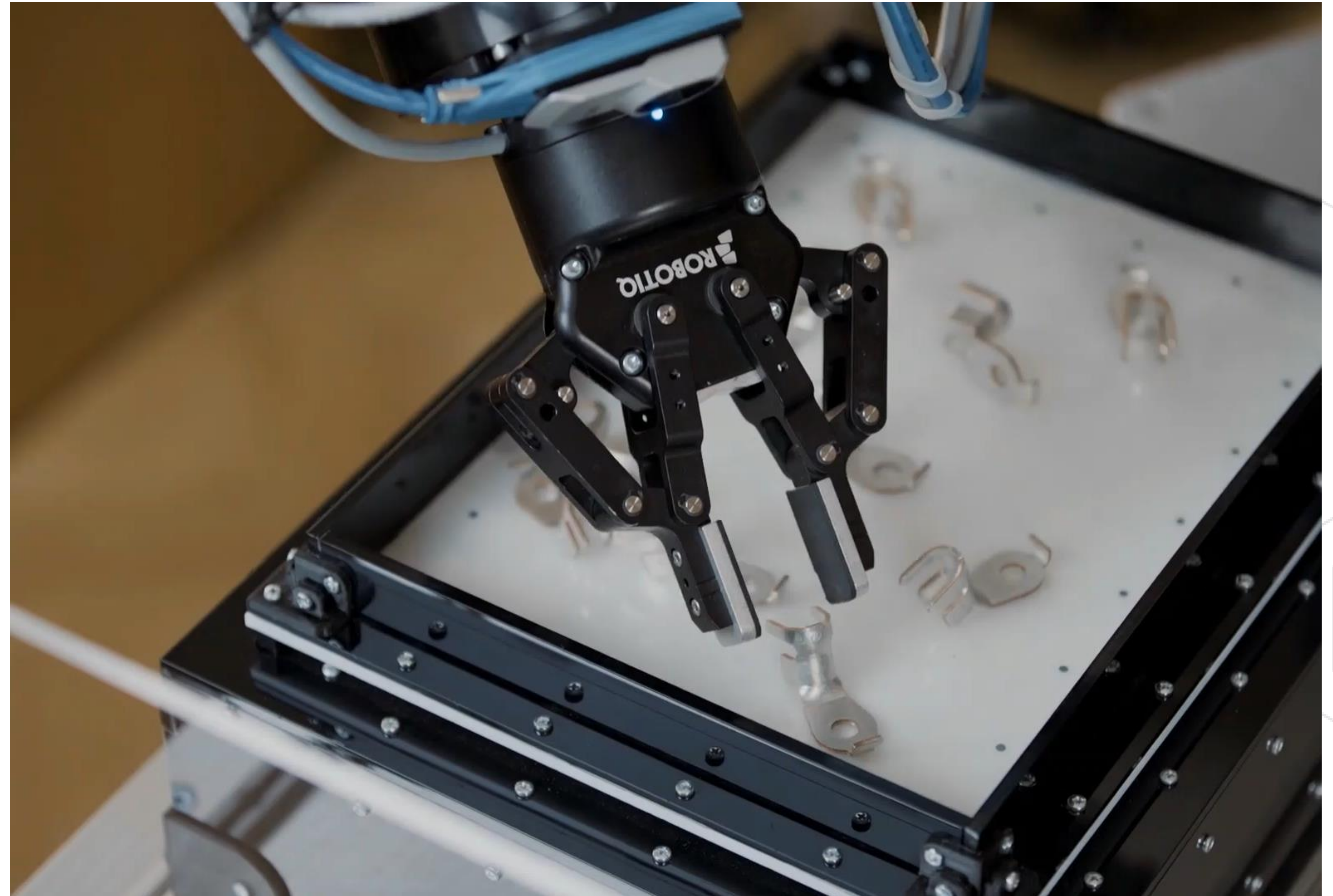
Végrehajtási terv



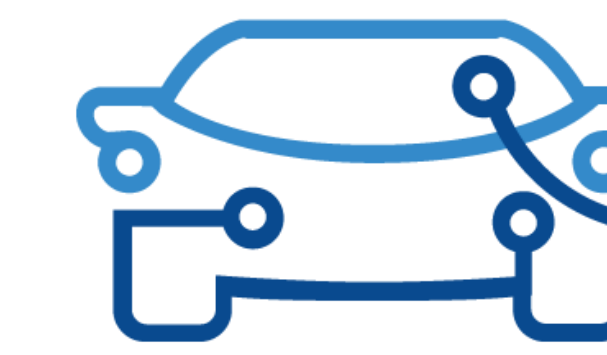
Útvonalterv



Szabályozás

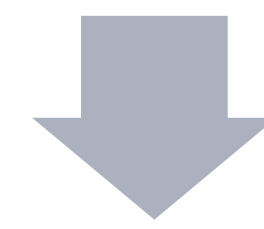


Előfutár

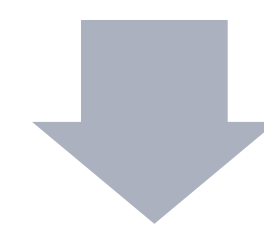


AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium

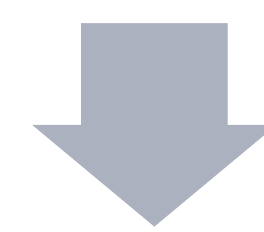
Kísérő drón DJI M600



Kamerás térképezés



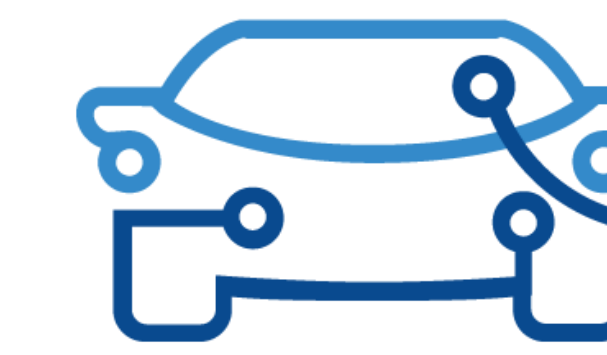
Figyelmeztetés



Jogi kérdések



Felhő alapú integráció



AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium

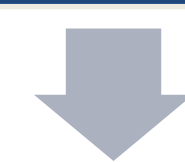
Nyers szenzorfüzió



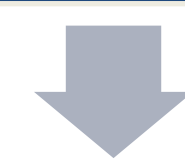
Objektumkövetés



Felhő



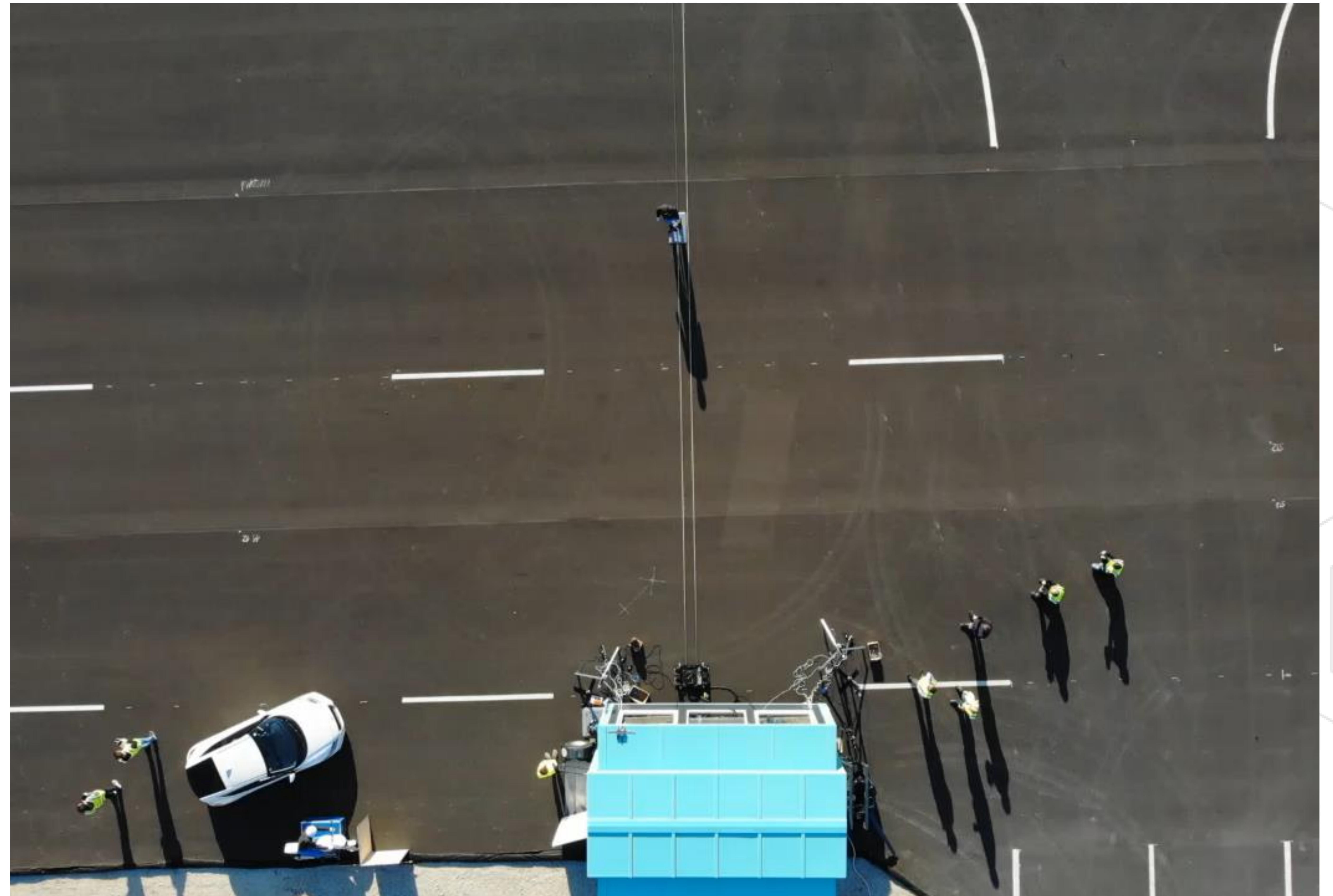
Emergency braking



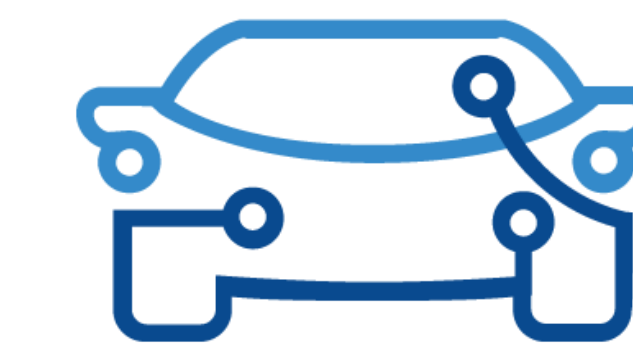
Távvezérlés



ITS World Congress L.A. 10000km



Jármű alapú integráció



AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium

Gokart platform



Kommunikáció mobiltelefonnal



V2X Kommunikáció
Jelzőlámpával



Gyalogos-detekció lidarral



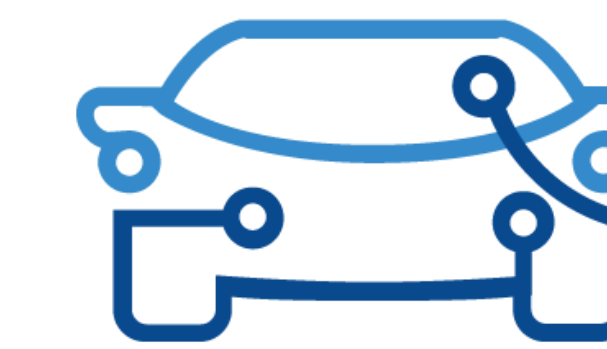
Valet parking, trajektóriatervezés



Lexus



Egyéb eredmények



AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium



13 beadott, vagy bejegyzett
szabadalom



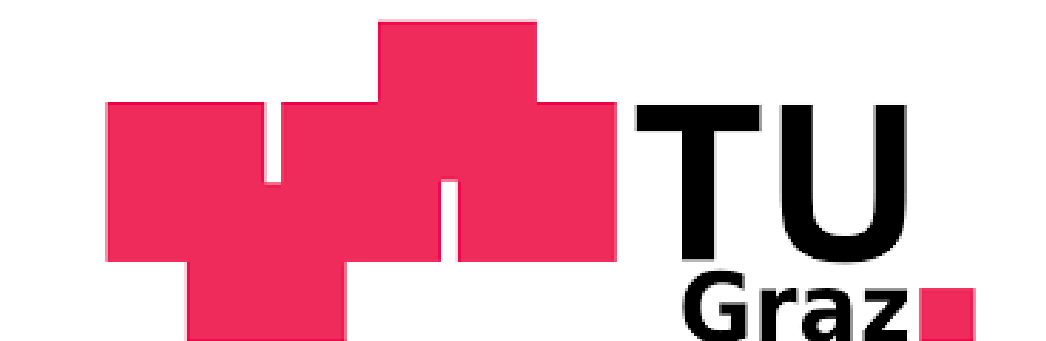
5 új beadott (nagy) pályázat



15 új hazai együttműködés



55 publikáció (Q1: 22, D1:16)



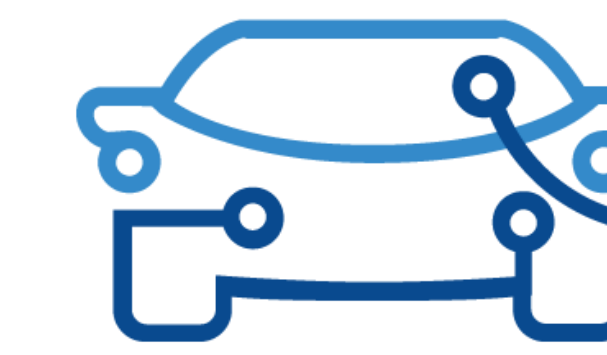
Konferenciaszervezés,
előadások



Demonstrációk



Díjaink, elismeréseink



AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium



2021. szept. 23.

A Magyar Érdemrend tisztikeresztjének polgári tagozatával tüntették ki Dr. Gáspár Pétert



2022. márc. 26.

A Magyar Érdemrend lovagkeresztjének polgári tagozatával tüntették ki Szabó Zoltánt, a SZTAKI kutatóját



2022. ápr. 26.

Az ARNL kutatója nyerte a Michelberger Mesterdíjat



2022. júl. 6.

Kálmán Rudolph-díjat kapott Bokor József, Keviczky László és Zarándy Ákos és Kacsuk Péter



2022. máj. 4.

Az ARNL vezetője, Gáspár Péter az MTA rendes tagja lett, kutatója, Szirány Tamás az MTA levelező tagja lett



2022. máj. 20.

Átvette a Gábor Dénes-díjat Váncza József, a SZTAKI laborvezetője és az ARNL vezető kutatója



2022. máj. 25.

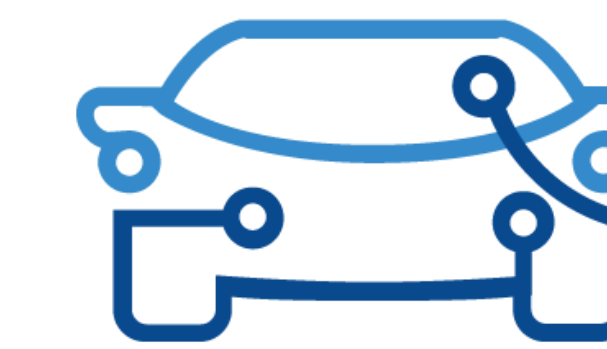
Innovációs díjjal tüntették ki Szászi Istvánt, az ARNL projektirányító testületének tagját



2022. szept. 22.

Bolyai-plakettet kapott Németh Balázs, az ARNL kutatója

Köszönöm a figyelmet



AUTONÓM RENDSZEREK
Nemzeti Laboratórium

 <https://autonom.nemzetilabor.hu>

 [national-laboratory-for-autonomous-systems](https://www.linkedin.com/company/national-laboratory-for-autonomous-systems)



SZTAKI

ELKH

Eötvös Loránd
Research Network



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2



**SZÉCHENYI
EGYETEM**
UNIVERSITY OF GYŐR