

Intelligens járművek

A fedélzeti irányítórendszerektől a teljes autonómiáig



Bokor József, Palkovics László

Motiváció - miért fontos megoldás az automatizált közúti jármű irányítás?

FEATURE NEWS

A world of driverless cars

Fully autonomous vehicles are developing faster than anyone would have thought a few years ago, with many experts predicting that they will become widely available in the next 5–10 years. Many questions remain, but it is already possible to imagine how this new world of driverless cars will work.

PERCEPTION

Vehicles use radar to detect obstacles, a laser ranging system to map the surroundings in three dimensions, and video cameras to identify objects such as traffic lights, construction signs, pedestrians and other vehicles.

DECISION AND ACTION

To make the appropriate responses to rare events—such as a ball bouncing in from a playground, or a plastic bag blowing down the roadway—the cars rely on algorithms refined through millions of kilometres of test drives.

ADAPTIVE TRAFFIC FLOW

Smart infrastructure integrates V2V signals from the moving cars to optimize speed limits, traffic-light timing and the number of lanes in each direction on the basis of the actual traffic load. The result is a smoother flow, shorter travel time and less energy wasted at traffic lights or in traffic jams.

ROUTE PLANNING

An on-board computer uses sensor data to plot a route that gets the car where it needs to go, while avoiding people, potholes and other vehicles.

COMMUNICATION

Vehicle-to-vehicle (V2V) radios send signals between cars, trucks and infrastructure items such as traffic lights.

LOCATION

Mapping software uses Global Positioning System data to tell the car where it is in relation to roads, traffic signals, and other landmarks.

2020s

The decade when driverless cars are predicted to become widespread.

10%

Fuel savings for cars that travel in formation.

ROAD TRAINS

Vehicles can take advantage of aerodynamics and save fuel by following one another almost bumper-to-bumper. They are protected from catastrophic pile-ups by their V2V radios, which allow all the cars in line to hit their brakes at the same time.

CITIES TRANSFORMED





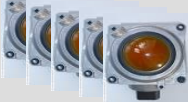
MASS TRANSPORT People increasingly give up owning cars in favour of calling companies to pick them up wherever they are and drop them off wherever they need to go—a driverless version of a ride-sharing service.

LAND USE Urban centres begin to undo the many accommodations they have made for personal vehicles—starting with the vast quantities of real estate devoted to parking, which could be adapted to more productive uses.

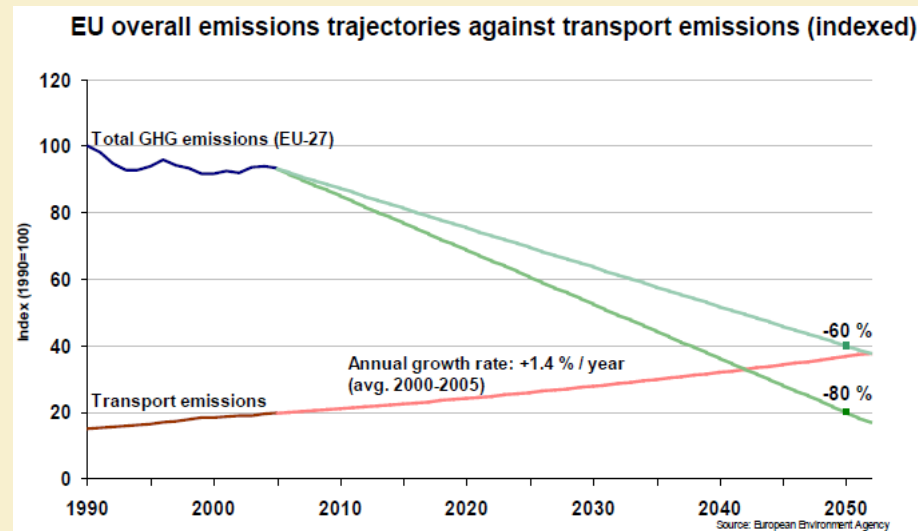
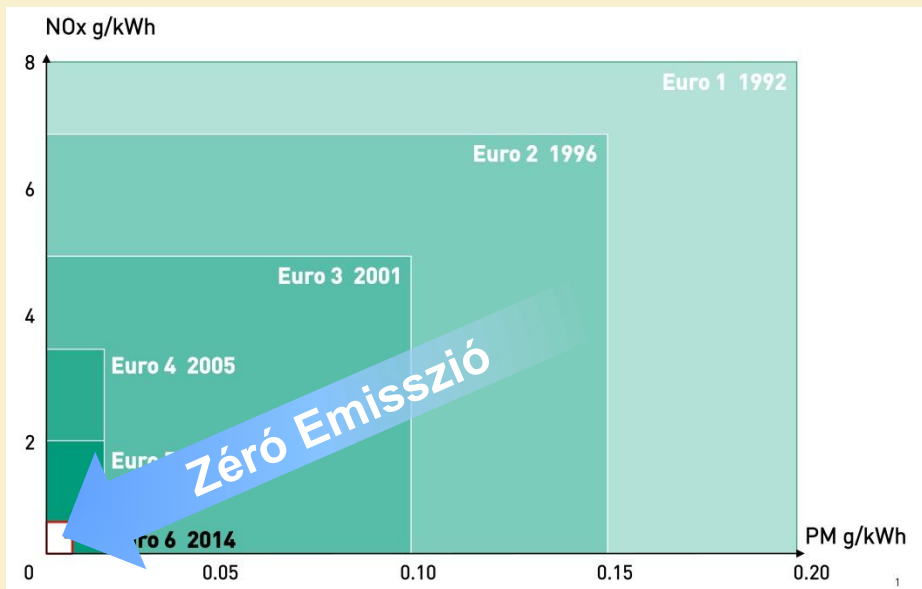
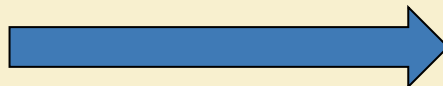
800 million

One estimate of the number of US parking spaces. Many could be used for other purposes if people ride-share more.

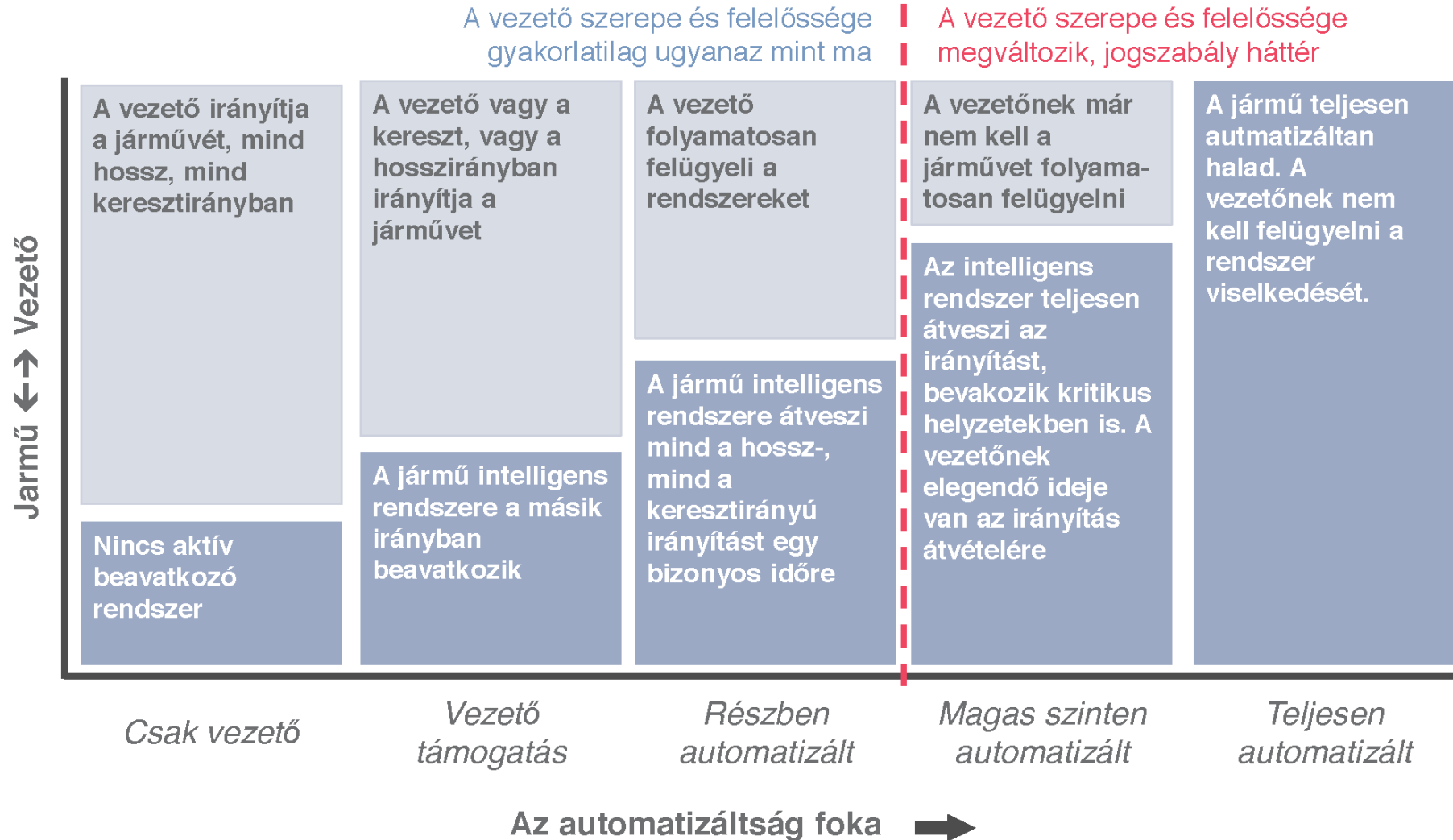
Autonóm járműirányítás: legfontosabb motivációs tényezők

1	<i>Zeró Emisszió</i>	<ul style="list-style-type: none">• Üzemanyag-fogyasztás csökkentése• Károsanyag-kibocsátás csökkentése	 <small>Foto: WhatCar?</small>
2	<i>Demográfiai nyomás</i>	<ul style="list-style-type: none">• Bizonytalan vezetők támogatása• Időskori mobilitás növelése	 <small>Quelle: dpa</small>
3	<i>Baleseti kockázat</i>	<ul style="list-style-type: none">• Balesetek elkerülése az emberi tévedések hatásának csökkentésével	
4	<i>Növekvő forgalomsűrűség</i>	<ul style="list-style-type: none">• Közlekedési folyamat irányítása• Kényelmes, időtakarékos utazás	
5	<i>Vezetés-támogató rendszerek</i>	<ul style="list-style-type: none">• Intelligens szenzorok megfelelő áron• Intelligens aktuátorok (kormánymű, fékek, ...)	

Az egyik legfontosabb kérdés:
az üvegház hatású gázok kibocsátására vonatkozó követelmények –
hogyan kapcsolódnak az autonóm járműhajtáshoz?

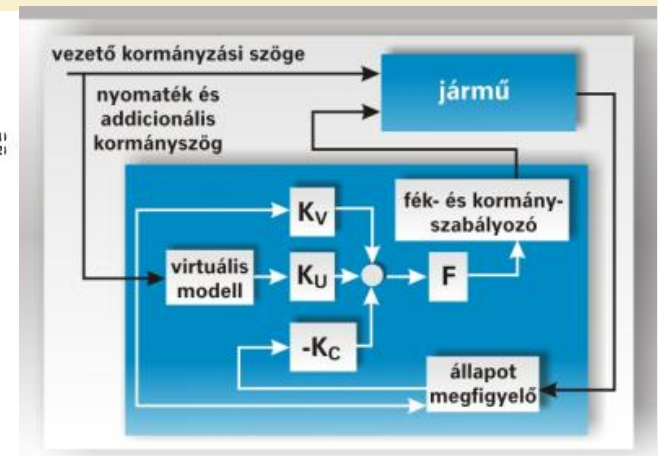
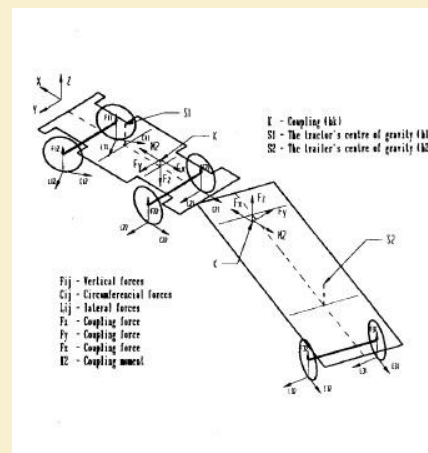


A vezető szerepe és felelőssége – a járműirányítás szintjei

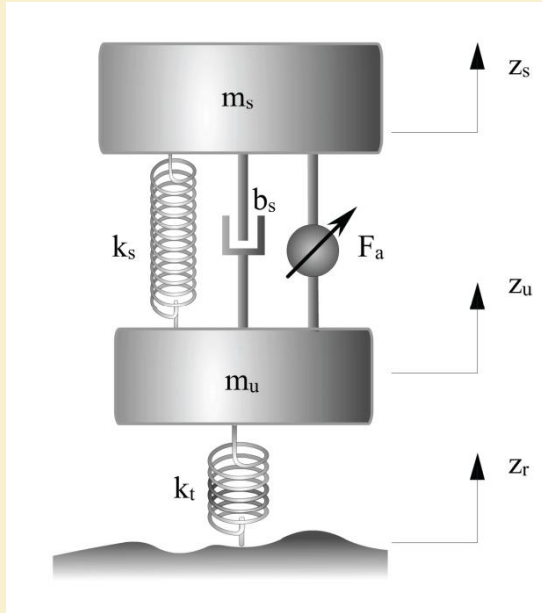


Fedélzeti rendszerek, mint az autonóm járműirányítás megvalósíthatóságának platform rendszerei – megelőző elméleti kutatások

- A pálya tervezés, követés, valós idejű akadály felismerés és elkerülés változó körülmények közötti megoldásához nem elég a lineáris dinamika figyelembe vétele. Az ember által vezetett járműveken alkalmazott fék, kormány- felfüggesztés irányításokhoz képest az irányíthatóság-elérhetőség és a robusztusság kérdései sokkal élesebben, új és nagyobb minőségi követelményekkel jelennek meg.
- A jármű – vezető kölcsönhatás szerepe dominál a visszacsatolt irányítási körökben, itt további, nem ember által érzékelt és feldolgozott információkra épülő szabályozási követelmények jelennek meg.



Lengéskényelmi és úttartási kutatások



A követelmények legegyszerűbben a jármű egyetlen felfüggesztését reprezentáló, ún. negyed-jármű modellen írhatók le:

- Egyszerű, kéttömegű lengőrendszer.
- Kis számú paraméterrel jellemezhető.
- A modell alkalmas a lényegi jelenségek megértésére, az egyes jellemzők változásának hatása jól követhető.
- Alkalmas analitikus vizsgálatokra.
- Az irányítási feladat megoldásánál nincs szükség további egyszerűsítésre.

$$\dot{x} = Ax + B_u u + B_w w \quad \text{ahol}$$

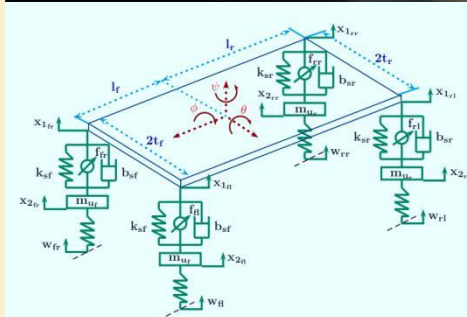
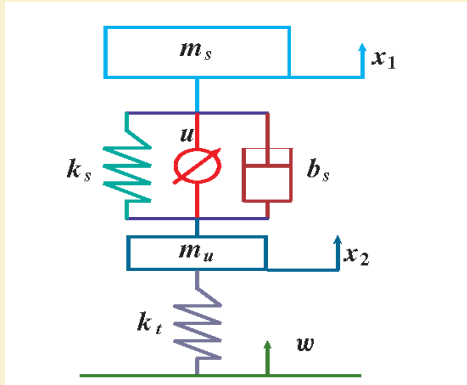
- $x_1 = z_s - z_u$: munkatér közötti relatív elmozdulás,
- $x_2 = \dot{z}_s$: rugózott tömeg sebessége,
- $x_3 = z_u - z_r$: kerékelmozdulás,
- $x_4 = \dot{z}_u$: rugózatlan tömeg sebessége.

Minőségi jellemzők

Egy jármű-felfüggesztési rendszernek a következő feladatokat kell megoldania:

- **Utazási kényelem:** egy jól tervezett felfüggesztési rendszer a tengely és a járműtest között izolációt biztosít, aminek hatására a tengely felől keletkező lengések nem adódnak tovább a járműtest felé. Az utasokra ható függőleges lengésgyorsulással minősíthető: a járműtest \ddot{z}_s függőleges gyorsulása **minimális** legyen.
- **Dinamikus kerékterhelés:** a hosszirányú és oldalirányú erők jelentősen függenek a kerekeken keresztül a normálerőktől, ezért a kanyarodás, fékezés és hajtás minősége javítható, ha a kerékre ható normálerők minimálisak. Emiatt a felfüggesztési rendszernek a függőleges irányú $z_u - z_r$ kerékmozdulást **redukálnia** kell.
- **Bólintási és dőlési dinamika:** a manőverek során keletkező bólintási és dőlési gyorsulások összefüggnek a jó vezethetőséggel. Ezért egy felfüggesztési rendszernek biztosítania kell, hogy a dőlési és bólintási **szögek minimálisak** legyenek.
- **Felfüggesztési munkatér:** a járműre ható statikus terhelés hatása csökkenthető, ha a rugózott és rugózatlan tömegek közötti $z_s - z_u$ munkatér **közötti relatív elmozdulás minimális**.

Vertikális dinamika



$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_3 \\ \dot{x}_2 &= x_4 \\ \dot{x}_3 &= -\frac{k_s^l}{m_s} x_1 + \frac{k_s^l}{m_s} x_2 + \frac{b_s^l}{m_s} x_3 + \frac{b_s^l}{m_s} x_4 + \frac{1}{m_s} u \\ \dot{x}_4 &= \frac{k_s^l}{m_u} x_1 - \frac{k_s^l}{m_u} x_2 - \left(\frac{k_t}{m_u} + \frac{b_s^l}{m_u} \right) x_3 + \frac{b_s^l}{m_u} x_4 - \frac{1}{m_u} u + \frac{k_t}{m_u} w \end{aligned}$$

A minőségi jellemzőket tartalmazó kritérium kvadratikus alakja:

$$J = \int_0^\infty [\rho_1 x_1^2 + \rho_2 x_2^2 + \rho_3 x_3^2 + \rho_4 x_4^2 + \rho_5 u^2] dt$$

ahol $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5$ súlyozó tényezők.

Robusztus irányításméleti eredmények és alkalmazásai

LQ szabályozás: nem robusztus a külső és strukturális bizonytalanságokkal szemben

$$J(x_0, u) = \int_0^{\infty} (x^T Q x + u^T R u) dt$$

$$PA + A^T P + Q - PBR^{-1}B^T P = 0, P > 0$$

optimális irányítás: $u^* = -R^{-1}B^T P x, J(x_0, u^*) = x_0^T P x_0$

robosztus irányításméleti eredmények alkalmazásai: szuboptimális irányítás

$$J(\gamma) = \int_0^{\infty} (z^T z - \gamma w^T w) dt$$

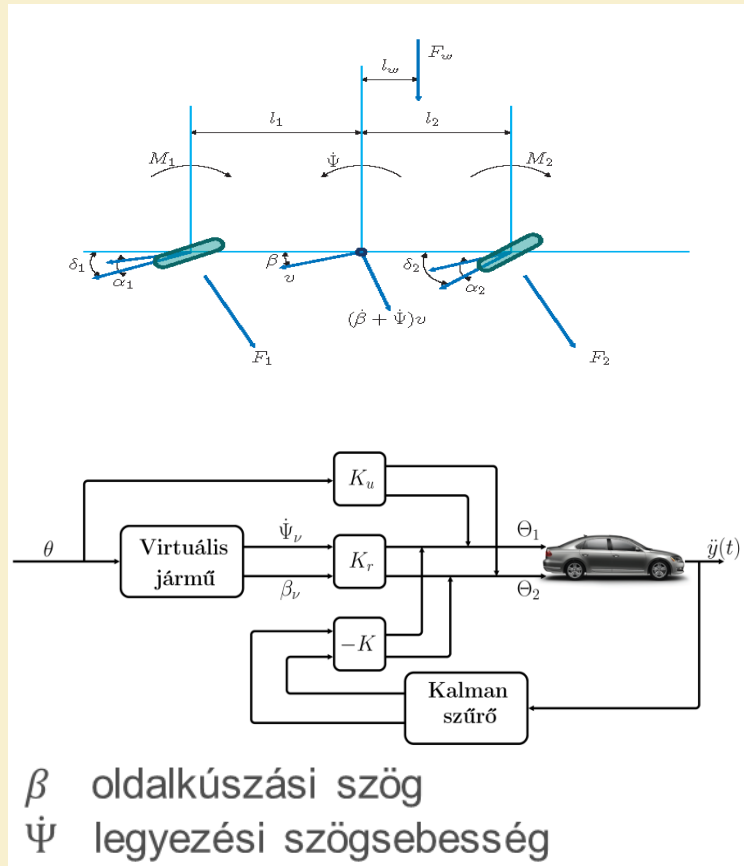
$$\dot{x} = Ax + B_w w + B_u u, \quad x(0) = 0,$$

$$z = C_z x + D_{z w} w + D_{z u} u$$

$$\begin{pmatrix} AP + PA^T + B_u L + L^T B_u^T & B_w & PC^T + L^T D_{z u}^T \\ B_w^T & -\gamma I & D_{z, w}^T \\ C_z P + D_{z u} L & D_{z, w} & -\gamma I \end{pmatrix} < 0.$$

szuboptimális irányítás: $u^* = LP^{-1}x, P > 0$

Összkerék kormányzás: irányítási példa a jármű síkbeli dinamikájára és pályakövetési feladat megoldására



Az egyszerűsített egynyomú, ún. biciklimodell, alkalmazásának indoka hasonló a negyed-jármű modelléhez.

Az egyszerűsített modell mozgásegyenletei:

$$mv(\dot{\beta} + \dot{\Psi}) = F_1 + F_2 + F_w$$

$$J\ddot{\Psi} = F_1 l_1 - F_2 l_2 + F_w l_w + M_1 + M_2$$

Az irányítási feladat megfogalmazása:

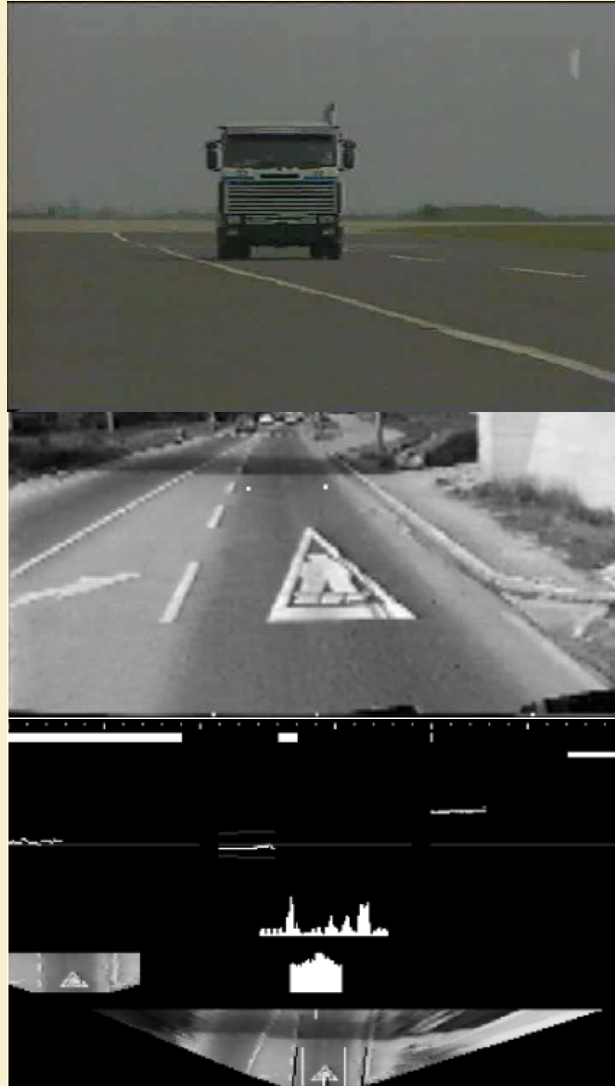
$$J(x_0, u) = \int_0^{\infty} (e^T Q e + u^T R u) dt$$

ahol

$$e = x - x_v = \begin{bmatrix} \beta - \beta_v \\ \dot{\Psi} - \dot{\Psi}_v \end{bmatrix}$$

a valós és virtuális modell állapot-jellemzőinek különbsége.

Sávelhagyás detektálása és sávkövetés - 1996



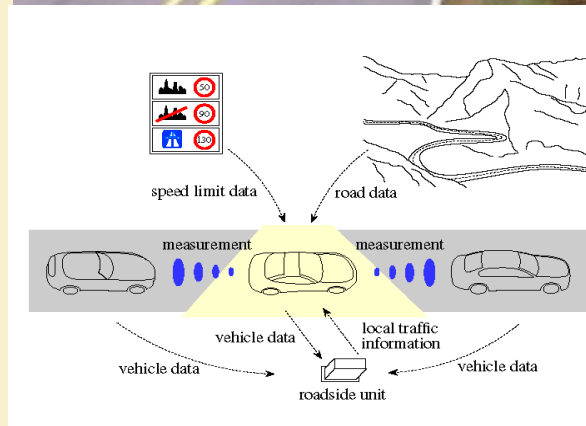
A vezető hiányosságainak a kiküszöbölése amely az aktuális sáv nem szándékolt elhagyáshoz vezet.

A video rendszerrel szembeni követelmények ill. megoldandó feladatok:

- Ismerje fel a jármű haladásának megfelelő sáv határait akkor is, amennyiben azok nem egyértelműen jelzettek.
- Határozza meg a jármű pozícióját az így felismert sávhatárokon belül.
- Prediktálja a jármű mozgását a sáv határainak figyelembe vételével (más szenzorok alkalmazásával) és számítsa ki a sávhatárok és a prediktált trajektória átmetszéséig számított időt.

Beavatkozás: a kerékfékek egyoldali működtetésével.

Hosszirányú dinamika - Sebességprofil szabályozás

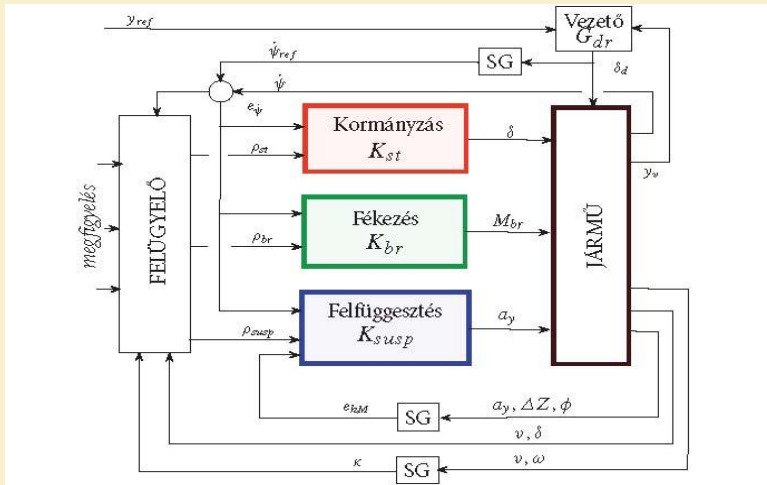


A jármű irányítórendszereit nemcsak egymással, hanem **a környezettel is össze kell hangolni**. A jármű irányítása **többkritériumos tervezési feladathoz** vezet, amelyben a figyelembe veendő tényezők a következők:

- Globális információk (időigény, energiaigény, fogyasztás, domborzati viszonyok, forgalmi előírások, károsanyag kibocsátás)
- Lokális információk (menetstabilitás, forgalmi viszonyok, előttünk/mögöttünk haladó járművek, torlódás, útépités)

Az optimális járműsebesség megtervezése, amivel jelentős energia és üzemanyag megtakarítás érhető el, továbbá a károsanyag kibocsátás csökkenthető, miközben a szállítási idő is tartható.

Integrált járműirányítás



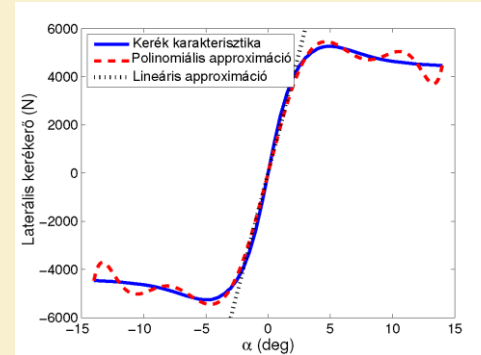
Írányítási elvek:

- Járműállapotoktól függő prioritás garantálása.
- Beavatkozók közötti hierarchia biztosítása.
- Rekonfigurálás: alkalmazkodás a megváltozott körülményekhez.
- Hibatűrés: alkalmazkodás a meghibásodásokhoz.

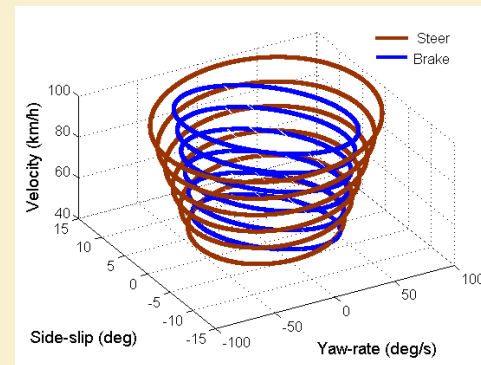


Rekonfigurációs irányítási stratégiák - Beavatkozások prioritásának elemzése

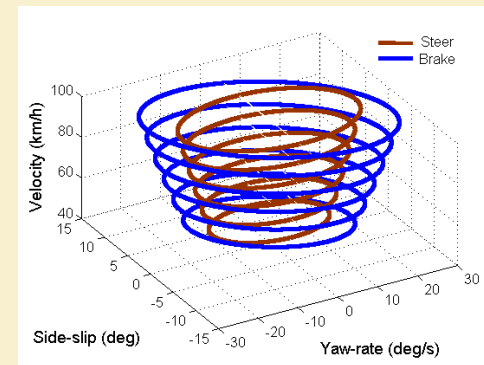
Az egyes irányítórendszerek által elérhető állapottereket számítjuk ki azért, hogy **irányítások képességeit elemezzük**. Az elérhetőségi halmazokkal az irányítórendszerek lehetőségei/korlátai elemezhetők.



Kormányzás és fékezés járműállapotokra való hatása a sebesség és a tapadási tényező függvényében, ami jelentősen befolyásolja az egyes beavatkozások (kormány és fék) hatásosságát.



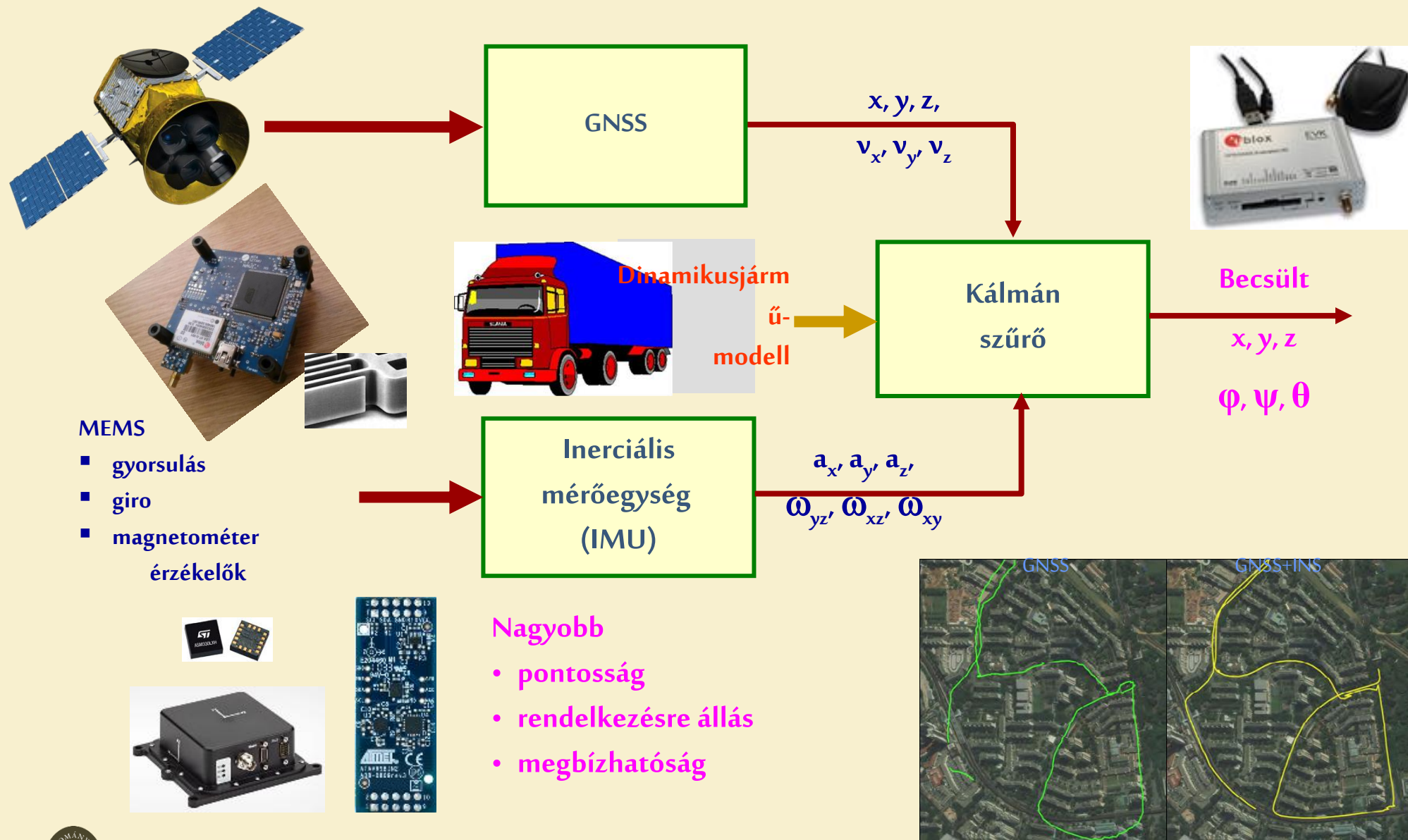
$$\mu = 0.9$$



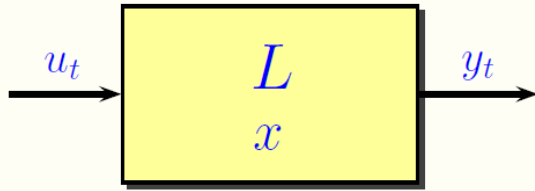
$$\mu = 0.4$$

Rekonfigurációs stratégia: A tapadási tényező függvényében a kormányzás illetve fékezés alkalmas megválasztásával a manőver közben növelni tudjuk a jármű stabilitási tartományát.

GNSS-INS pozícionáló rendszer



A Kálmán-szűrés



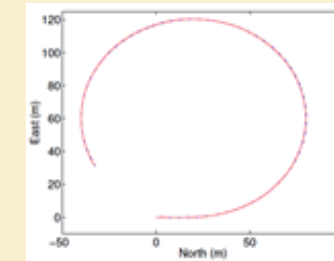
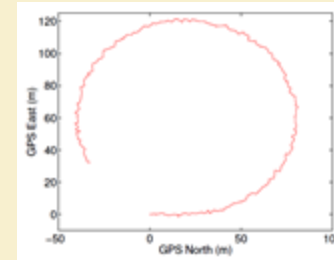
$$\mathbf{x}_t = \mathbf{A}\mathbf{x}_{t-1} + \mathbf{B}\mathbf{u}_{t-1} + \mathbf{w}_{t-1}$$

$$\mathbf{y}_t = \mathbf{C}\mathbf{x}_t + \mathbf{v}_t$$

$$\mathbf{A} \in \mathbb{R}^{n \times n} \quad \mathbf{B} \in \mathbb{R}^{n \times p}$$

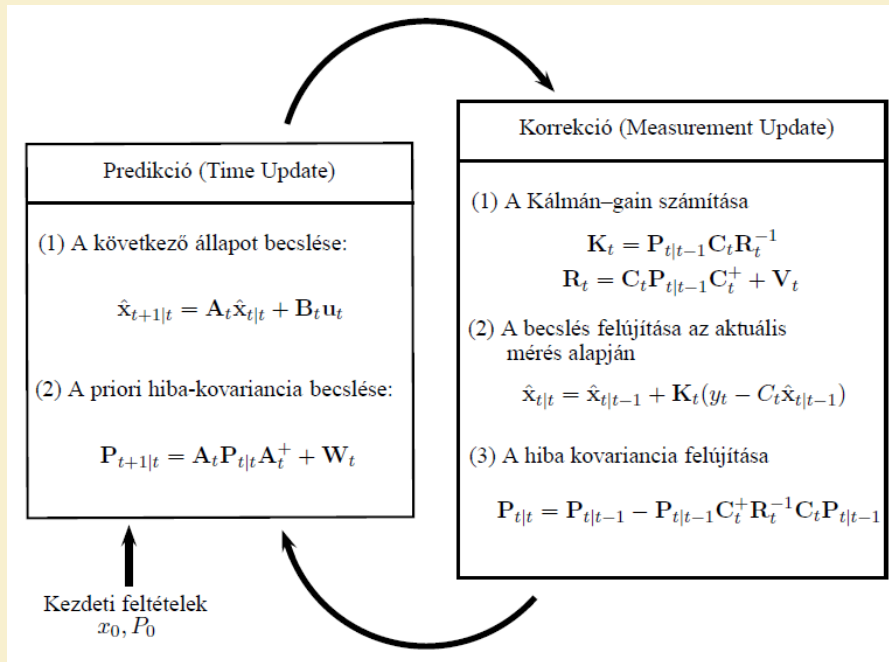
$$\mathbf{C} \in \mathbb{R}^{m \times n}$$

Lineáris rendszer állapotának négyzetes középhibában optimális becslése zajos megfigyelések (mérések) alapján



Kálmán Rudolf Emil

1960-as publikációja:



Kiterjesztések:

- Kiterjesztett Kálmán Szűrő (EKF) – nemlineáris rendszerekre
- Robusztus Kálmán Filter – túllépés a négyzetes optimum határain

A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems¹

R. E. KALMAN
Research Institute for Advanced Studies,
Easton, Md.

The classical filtering and prediction problem is re-examined using the Bode-Shannon representation of random processes and the "noise transition" method of analysis of dynamic systems. New results are:
(1) The formulation and methods of solution of the problem apply without modification to continuous and discrete-time systems and to growing-memory and infinite-memory filters.
(2) A nonlinear difference (or differential) equation is derived for the covariance matrix of the optimal estimation error. From the solution of this equation the coefficients of the difference (or differential) equation of the optimal linear filter are obtained without further calculations.
(3) The filtering problem is shown to be the dual of the noise-free regulator problem. The new method developed here is applied to two well-known problems, confirming and extending earlier results.
(4) The discussion is largely self-contained and proceeds from first principles; basic concepts of the theory of random processes are reviewed in the appendix.

Introduction

Present methods for solving the Wiener problem are subject to a number of limitations which seriously curtail their practical usefulness:
(1) The optimal filter is specified by its impulse response. It is not a simple task to synthesize the filter from such data.
(2) Numerical determination of the optimal impulse response is often quite involved and poorly suited to machine computation. The situation gets rapidly worse with increasing complexity of the problem.
(3) Important generalizations (e.g., growing-memory filters, nonstationary prediction) require new derivations; frequently, considerable difficulty is encountered in the nonstationary case.
(4) The mathematics of the derivations are not transparent. Fundamental assumptions and their consequences tend to be obscured.
This paper introduces a new look at this whole assemblage of problems, identifying the difficulties just mentioned. The following are the highlights of the paper:
(1) Optimal Estimator and Orthogonal Projection: The Wiener problem is approached from the point of view of conditional distributions and expectations. In this way, basic facts of the Wiener theory are quickly obtained; the scope of the results and the fundamental assumptions appear clearly. It is seen that all statistical calculations and results are based on first and second order averages; no other statistical data are needed. Thus difficulty (4) is eliminated. This method is well known in probability theory (see pp. 75-78 and 148-151 of Pósa [13] and pp. 455-464 of Loève [16]) but has not yet been used extensively in engineering.
(2) Model for Random Processes: Following, in particular, Bode and Shannon [1], arbitrary random signals are represented (up to second order average statistical properties) as the output of a linear dynamic system excited by independent or uncorrelated random signals "white noise". This is a standard trick in the engineering applications of the Wiener theory [2-7]. The approach taken here differs from the conventional one only in the way in which linear dynamic systems are described. We shall emphasize the concepts of state and state transition; in other words, linear systems will be specified by systems of first-order difference (or differential) equations. This point of view is

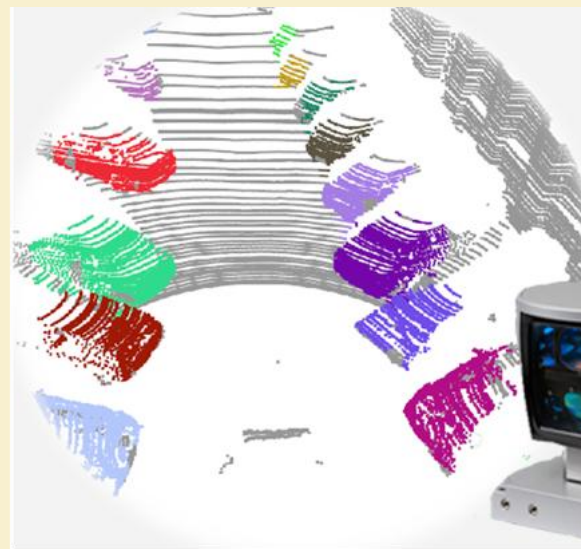
Transactions of the ASME—Journal of Basic Engineering, 82 (Series D), 35-45, Copyright © 1960 by ASME



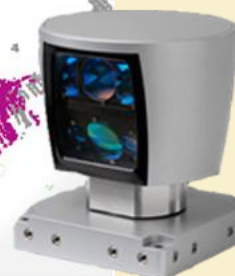
Környezet érzékelés Lidar lézershennerekkel



Mérőautó



Adatgyűjtés

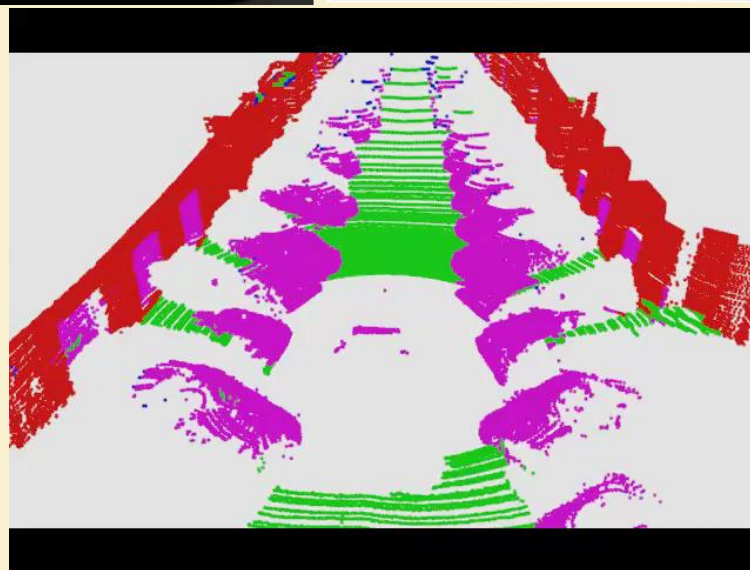


Velodyne HDL 64E

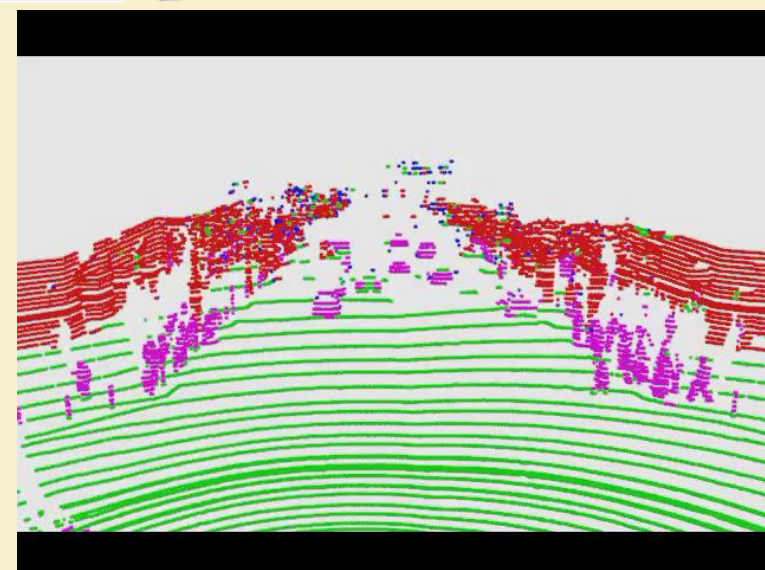
Út

Házfal és oszlopok

Utcai objektumok



Parkoló járművek



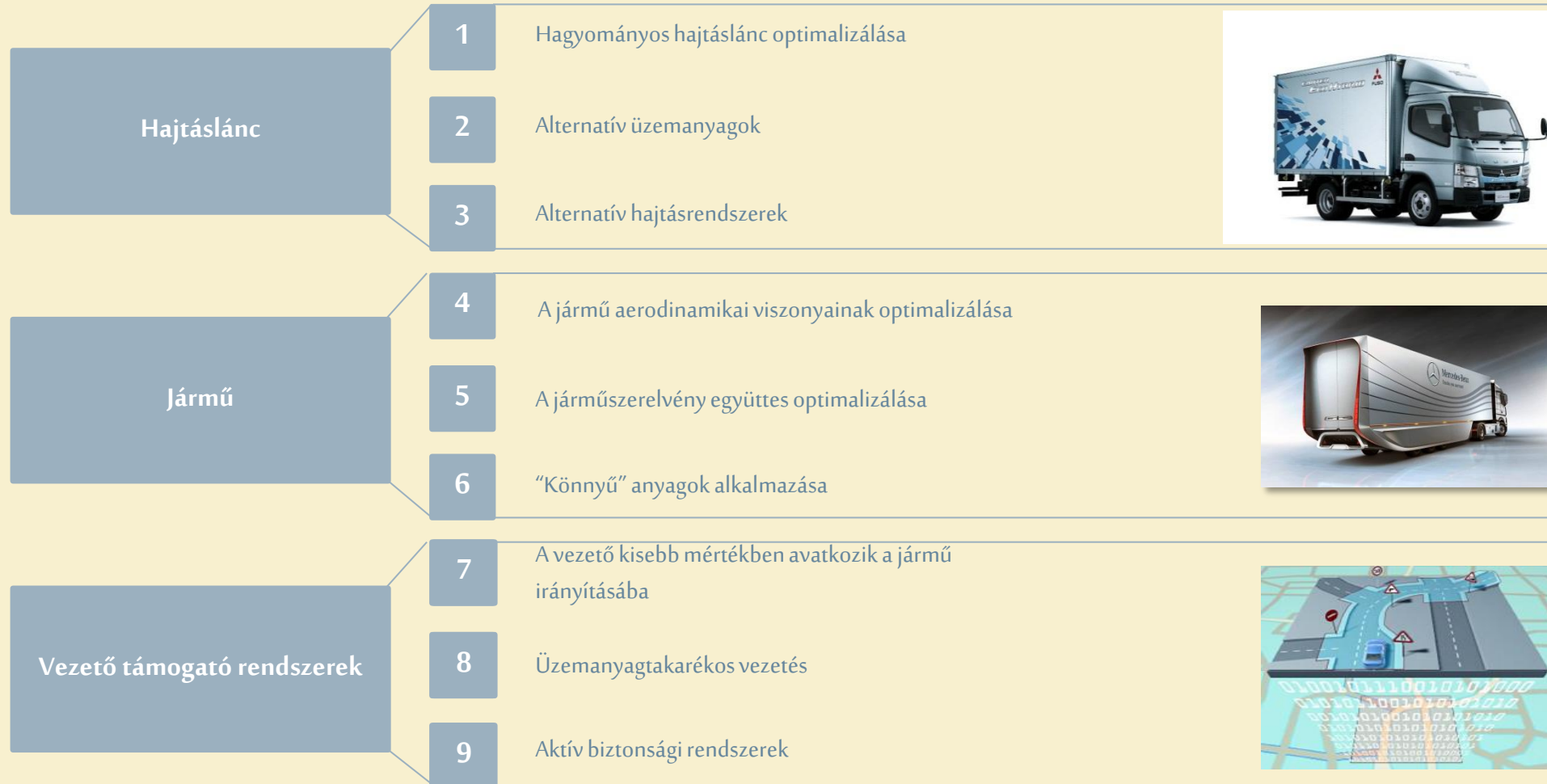
Haladó járművek és gyalogosok

Mit lehet tenni?

Rendszer szintű megközelítés az egyedi megoldások helyett!



Rendszer szintű megközelítés a járművek szintjén



Vezető támogató rendszerek áttekintése – mi az ami már ma is elérhető?

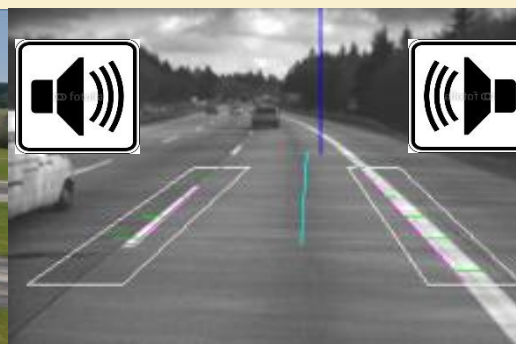
Adaptív/prediktív távolságtartó rendszer



Automatikus vészfékező rendszer



Sávelhagyás figyelmeztető rendszer



Sávtartó asszisztens rendszer



Célja

- Sebességszabályozás
- Távolságtartás

Célja

- Jelentős sebességcsökkentés potenciális ütközés esetén
- Vészfékező funkció

Célja

- Akusztikus visszajelzés a sofőr számára a sáv elhagyásakor

Célja

- Aktív kormány-beavatkozás a jármű keresztirányú mozgásának irányítására

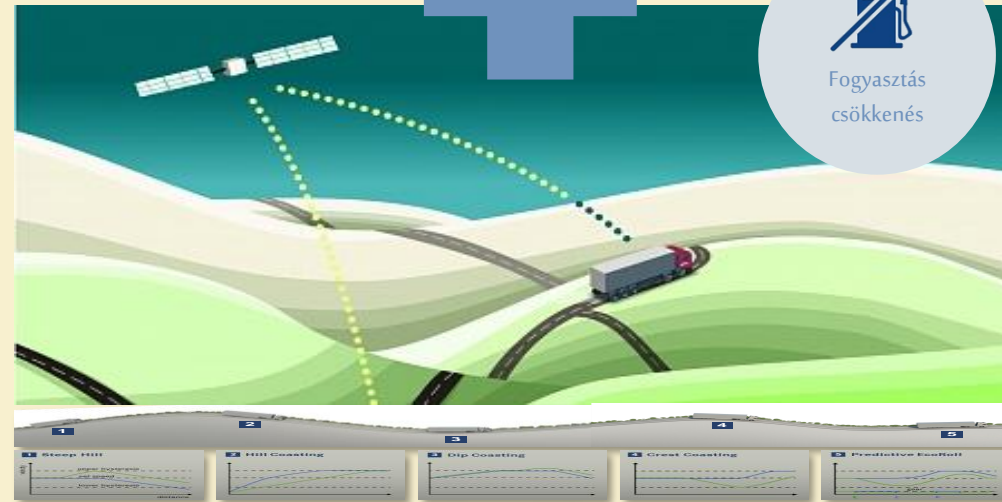
Adaptív és prediktív sebességszabályzók

Adaptív sebességszabályozás

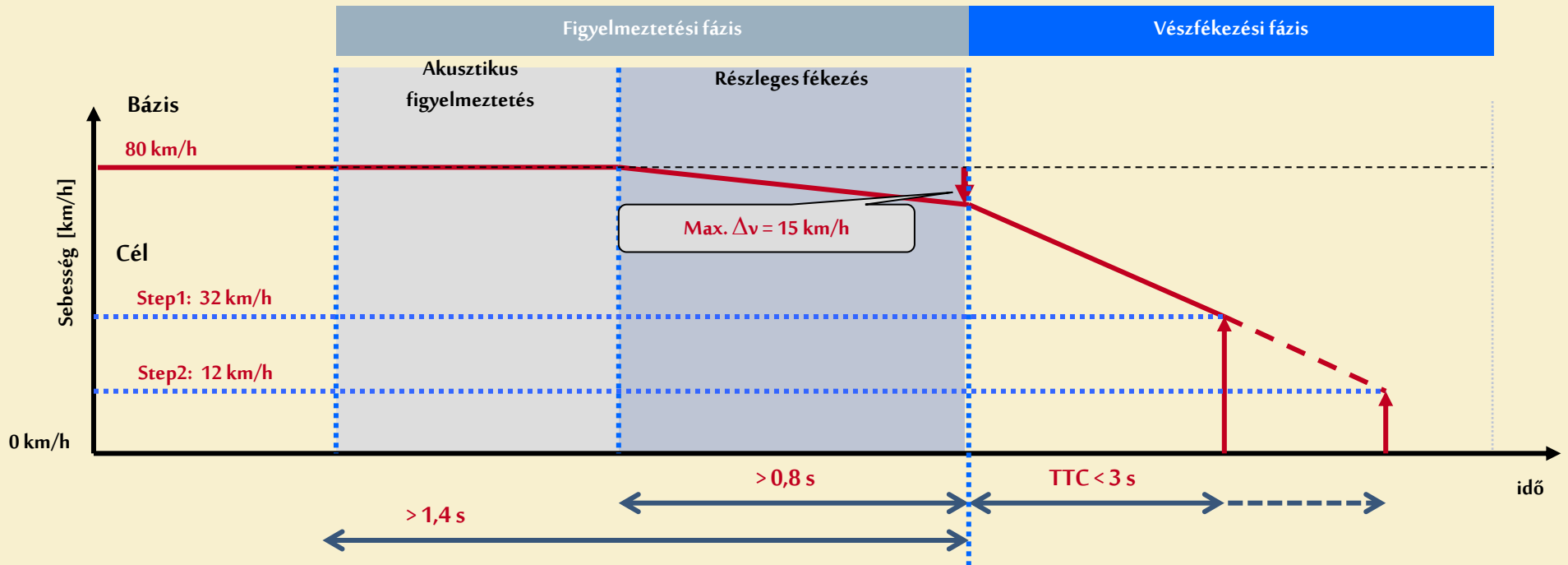
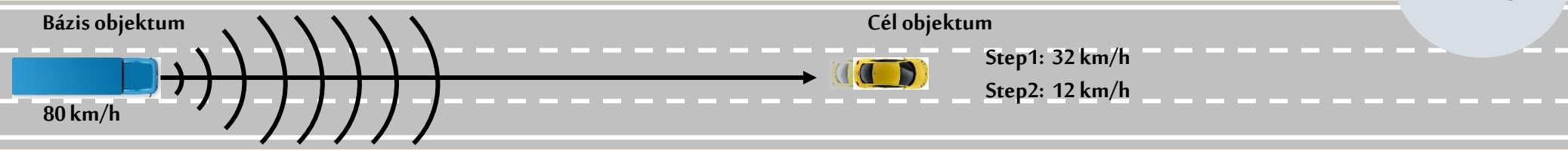
- Sebességtartó automatika
- Radar alapú távolság-szabályzás
- Kanyarsebesség korlátozása

Környezeti jellemzőktől függő sebesség szabályozás

- Kibővített navigációs rendszer topografikus térképpel
- Optimalizált sebességprofil és fokozatválasztás a topográfia függvényében



Automatikus vészfékező rendszer



Az automatikus vészfékező rendszer beavatkozásai

Mozgó céljármű



Álló céljármű



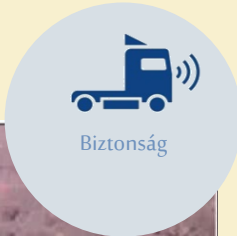
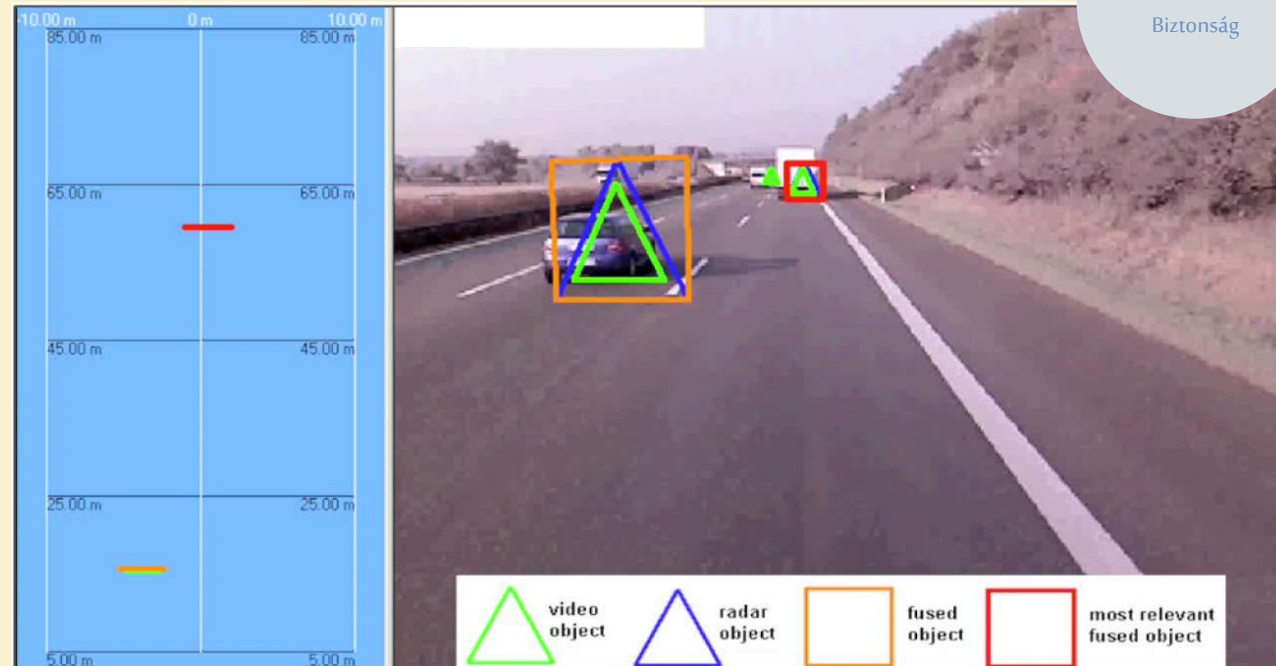
Radar-kamera adatfúzió – a rendszer kiterjesztése

Radar jellemzői

- Pontos távolságmérés
- Pontos relatív sebesség meghatározás
- Nem érzékeny a látási viszonyokra

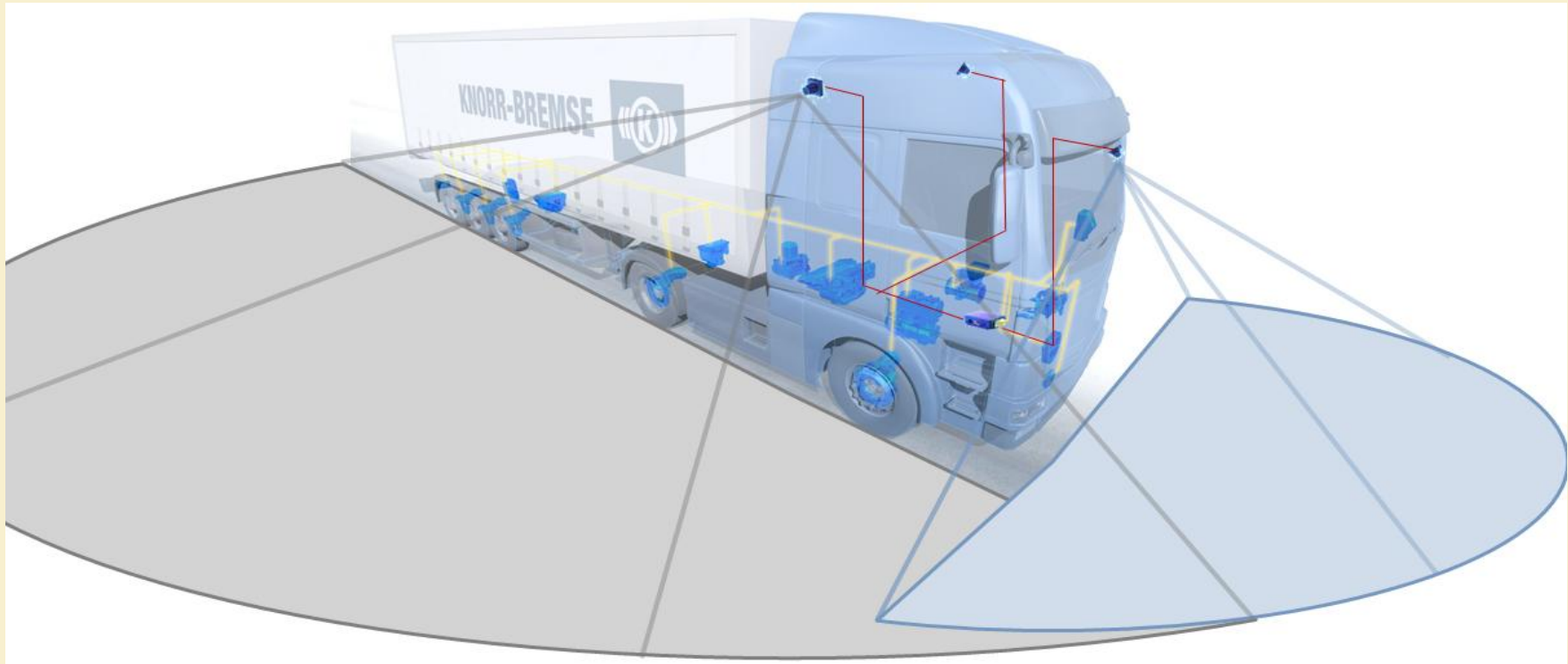
Kamera jellemzői

- Sávfelismerést lehetővé teszi
- Objektum mérete meghatározható vele
- Objektum magasságát is látja
- Lehetővé teszi az objektumok osztályzását (pl. szgk. <> tgc.)



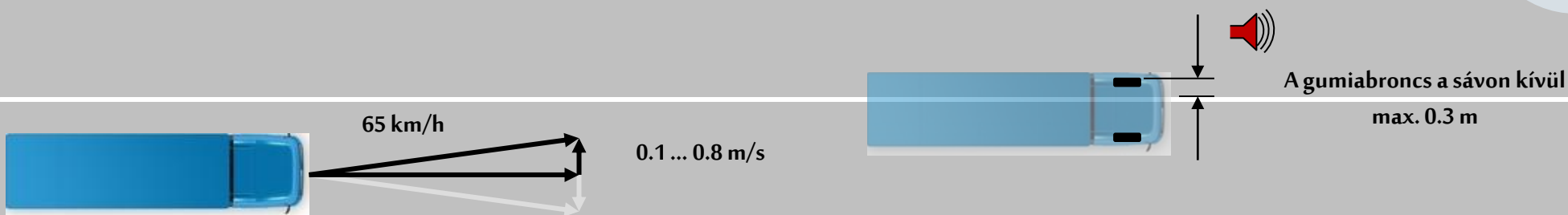
Az együttes használattal az erősségek összegezhetők, aminek eredményeképpen jelentős a robusztusság növekedése!

Holttér figyelő rendszer – járműbiztonság alacsony sebességnél történő vezető nélküli manőverezés, a stop-and-go funkció bevezethetőségének feltétele



Sávelhagyás figyelmeztető rendszer

Kamera alapú sáv detektálás, akusztikus figyelmeztetés a vezető részére, a vezetőnek kell korigálnia



**Jellemző keresztirányú sebességek,
Mindkét irányt ellenőrizni kell!**

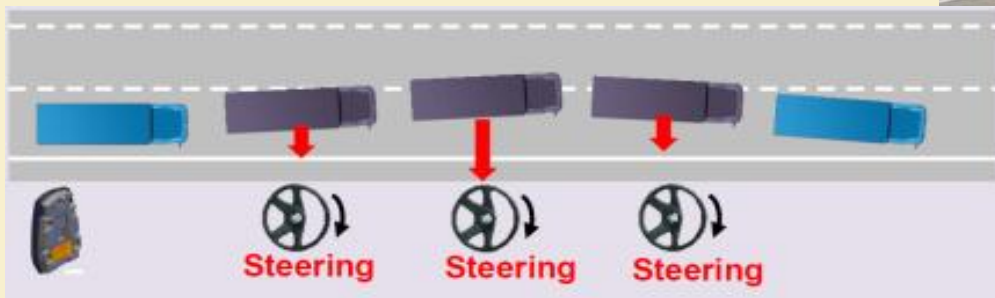
Sávelhagyásra figyelmeztető rendszer (LDW) – a TruckDAS Projekt eredményei



Sávtartó asszisztens rendszer

A sávelhagyásra figyelmeztető rendszer továbbfejlesztése elektromosan irányítható kormányművel. Két alapvető üzemmód:

- Sávtartó asszisztens, ami a sáv szélére érve ellennyomatékkal jelzi a vezetőnek a korrigálást (enyhe útpadkaszerű visszajelzés)
- Automatikus sávtartás, a vezető elengedheti a kormányt, de felügyelni kell a járművet



Automatikus sávtartó rendszer (LKS) – a TruckDAS Projekt eredményei



A jármű integrált irányítása a gyakorlatban – az érzékelési és döntési szint egyértelműen elválik a beavatkozás szintjétől



Kormánykerék, pedálok
Joystick, ...

MMI

Intelligens szenzorok
V2V, V2X bemenet, navigáció

Bemenetek

Az irányvektor verifikációja

Prediktív
korrekciók



Irányvektor

Az irányvektor "lefordítása"
a hajtásrendszer elemei számára

Hajtáslánc
Koordináció

ESP, ESP kormányzási beav.

Irányvektor
korrekciók

Irányított alrendszerek:
Kormány, motor, váltó, fék, stb.

Beavatkozás



Automatizált vezetés – feltételei és megoldások

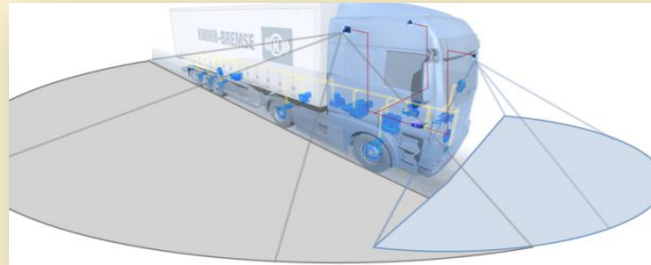


Az autonóm járműirányításhoz vezető út - összefoglaló

Ma 2015



Holnap < 2020



Jövő >2020



Sávelhagyás
figyelmeztető

Hosszirányú
járműirányítás

Vészfékező
rendszer

Aktív kormányzás

Holttérben levő
objektumok
felügyelete

ACC + LKA

Autonóm vezetés: A
vezető mással
foglalkozhat

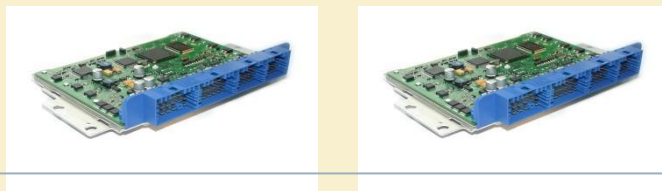
Autonóm vezetés kis
követési távolsággal:
fogy. csökk.

A vezető a járműirányítás része – „Fail safe” rendszer

A vezető nem aktív
„Fail tolerant” rendszer

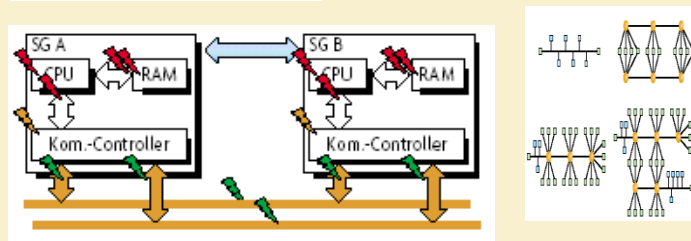
Az autonóm irányítás feltétele – Redundáns rendszerek

Architektúra



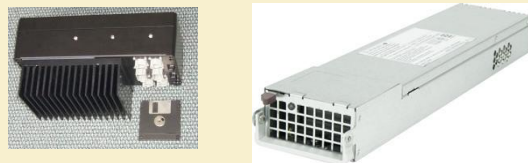
Redundáns központi vezérlőegység

Kommunikáció



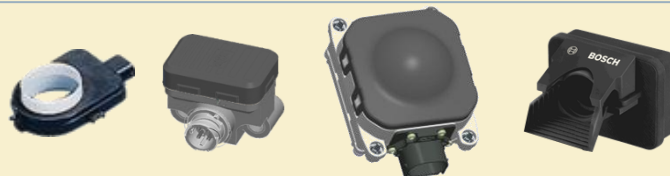
Redundáns kommunikáció járművön belül is kifelé (V2V, V2I)

Energia ellátás



Redundáns, galvanikusan elválasztott energia tárolás és felügyeleti rendszer

Érzékelők



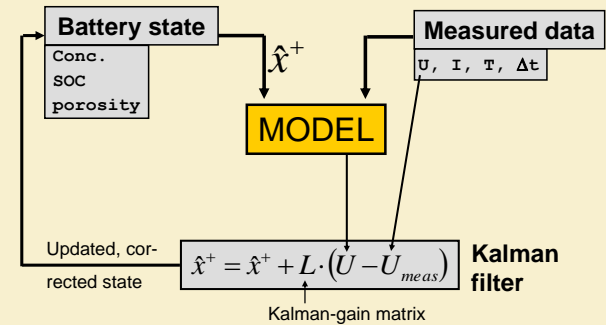
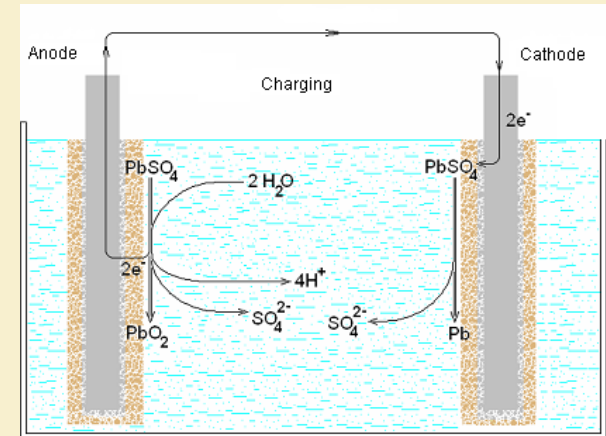
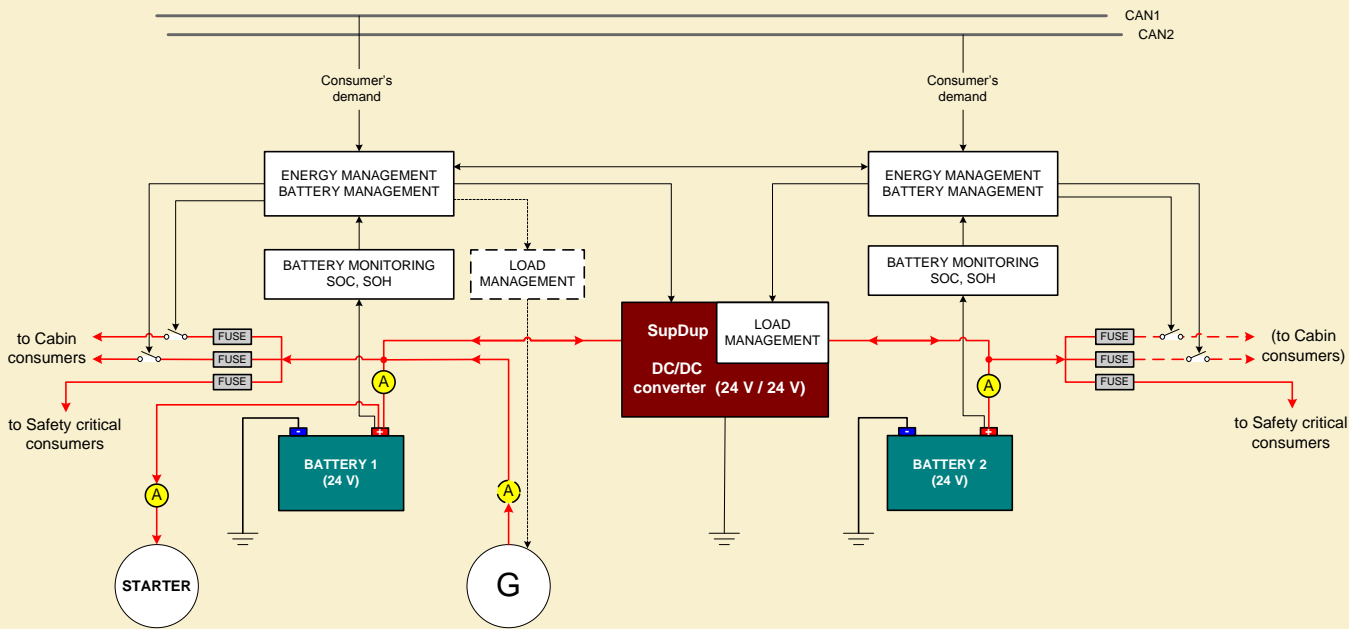
Redundás vagy hiba toleráns szenzorok a jármű állapot megfigyelésére

Aktuátorok



Redundáns vagy hiba toleráns beavatkozó elemek a járműben (kormány, fék, stb.)

A hibatűrő rendszerek redundáns energia ellátást igényelnek – nem triviális megoldások

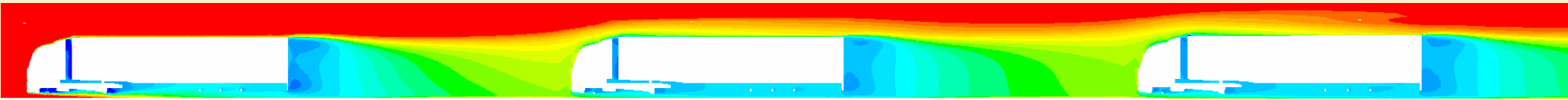


Virtuálisan kapcsolt konvoj – műszakilag ma minden szempontból megoldott probléma – a jármű gyakorlatilag minden körülmények között irányítható

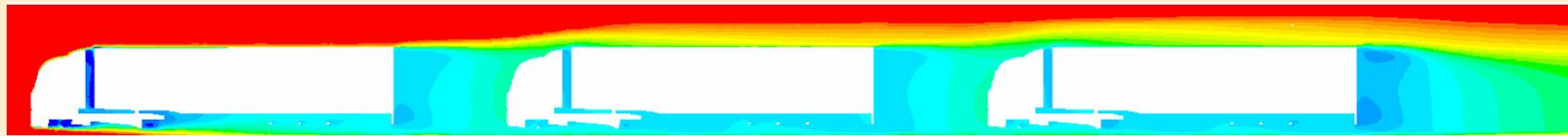


Járműszakasz: Virtuálisan kapcsolt konvoj az üzemanyag fogyasztás csökkentése érdekében kis követési távolsággal

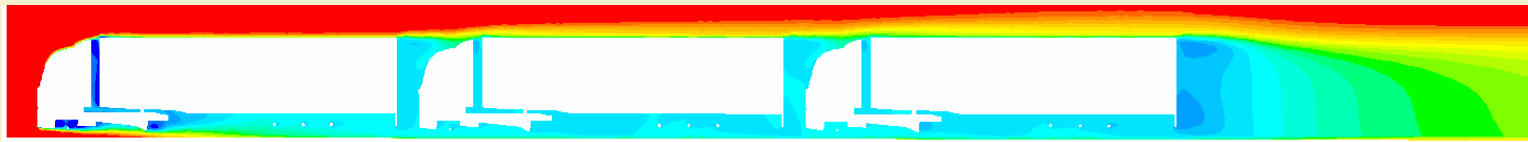
→ 1 L ← 8%-os fogyasztáscsökkenés a teljes konvoj számára



→ 0,25 L ← 14%-os fogyasztáscsökkenés a teljes konvoj számára



→ 1 m ← 30%-os fogyasztáscsökkenés a teljes konvoj számára



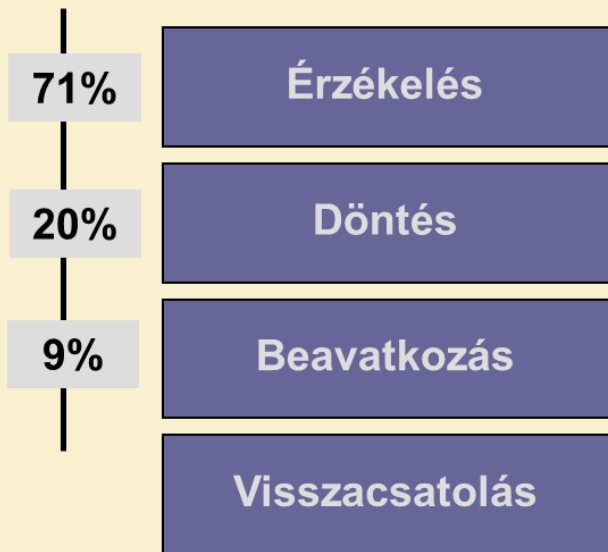
50%-al alacsonyabb légellenállás a követőjárműveknél a szóló esethez viszonyítva

Nem műszaki természetű kihívások az autonóm járműirányítási rendszerek további fejlesztésében



Jogi kérdés - A vezető felelőssége - hogyan kívánja kezelni a jogszabályalkotó?

Vezetői hiba



Amikor a vezető felelősségéről beszélünk, két alapvetően eltérő véleményt fogalmaz meg a jogalkotó:

- A vezetőt *nem szabad mentesíteni a vezetés teljes felelőssége alól* illetve
- Mivel a vezető képességei korlátozottak, ezért *be lehet avatkozni, mivel az emberélet megóvása és az anyagi kár csökkentése elsődleges szempont.*

A fenti ellentmondást feloldó elvek:

- Amennyiben a vezető beavatkozik a már működő intelligens rendszer hatásába bármilyen módon, a rendszer prediktív elemei átadják az irányítást
- Amennyiben az adott helyzet nem elkerülhető, az intelligens rendszer beavatkozhat.

Jogi problémák – A Bécsi szerződés (1968)

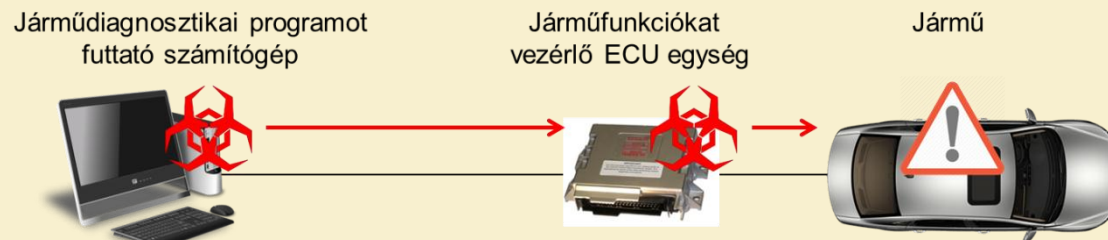
ARTICLE 8

Drivers

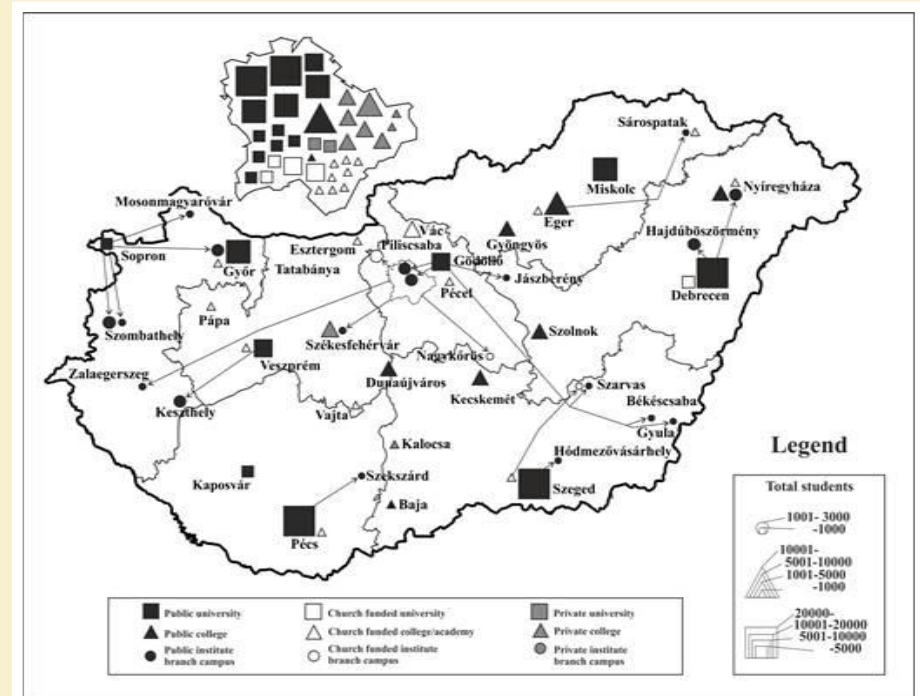
1. Every moving vehicle or combination of vehicles shall have a driver.
2. It is recommended that domestic legislation should provide that pack, draught or saddle animals, and, except in such special areas as may be marked at the entry, cattle, singly or in herds, or flocks, shall have a driver.
3. Every driver shall possess the necessary physical and mental ability and be in a fit physical and mental condition to drive.
4. Every driver of a power-driven vehicle shall possess the knowledge and skill necessary for driving the vehicle; however, this requirement shall not be a bar to driving practice by learner-drivers in conformity with domestic legislation.
5. Every driver shall at all times be able to control his vehicle or to guide his animals.

Erkölcsei, pszichológiai, politikai kérdések

- El szabad-e venni a vezetés élményét?
- Ellentétben az egyéb kooperatív módon irányítható járművektől (repülő, hajó, vasút) az egymáshoz nagyon közeli, szélsőségesen eltérő képességekkel rendelkező humán irányítók esetén valóban minden helyzetre fel tudjuk-e készíteni a rendszert?
- Nem terheli-e túl mentálisan a jármű vezetőségében helyet foglaló személyt a tény, hogy nem ő irányítja a járművet?
- Tudjuk-e garantálni, hogy az autonóm járművek nem kerülnek-e az eredeti célnak nem megfelelő felhasználásra?



A magyar felsőoktatási intézmények és akadémiai kutatóhelyek tevékenysége – együttműködések és elnyert közösségi projektek



Fontosabb projektek – magyar kutatói részvétellel

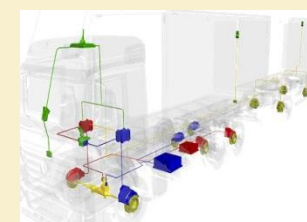
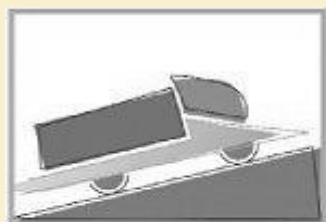


PEIT

SPARC



TRUCK-DAS



PEIT
POWERTRAIN EQUIPPED WITH
INTELLIGENT TECHNOLOGIES

SECURE PROPULSION USING
ADVANCED REDUNDANT CONTROL

Cooperative
Vehicle
Infrastructure Systems

Powertrain Equipped with
Intelligent Technologies

Secured Propulsion Using
Advanced Redundant
Control

Highly Advanced Vehicle
and Infrastructure

Truck Driver Assisting
Systems



Egyetemi és kutatóintézeti együttműködés az autonóm járműfejlesztés oktatási és kutatási hátterének az erősítése érdekében



A BME, az ELTE és az MTA SZTAKI együttműködése:

- Két egymásra épülő MSc képzés indítása és a szükséges fejlesztések elvégzése
- A témakörbe tartozó doktori képzés indítása
- Közös fejlesztő és oktató laboratórium létrehozása
- Közös kutatások az ipari partnerekkel

Köszönjük a figyelmet!

