

Érzékelők az autonóm járművekben

Gáspár Péter – Szirányi Tamás



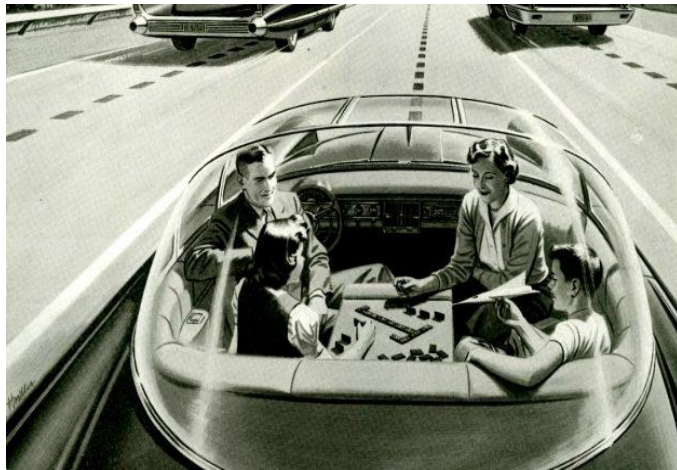
MTA SZTAKI

Magyar Tudományos Akadémia
Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet



Tartalom

- Motivációs háttér
- Környezetérzékelés célja
- Autóipari érzékelők
- Széria megoldások és ipari trendek



Motiváció: A járműipar átalakul

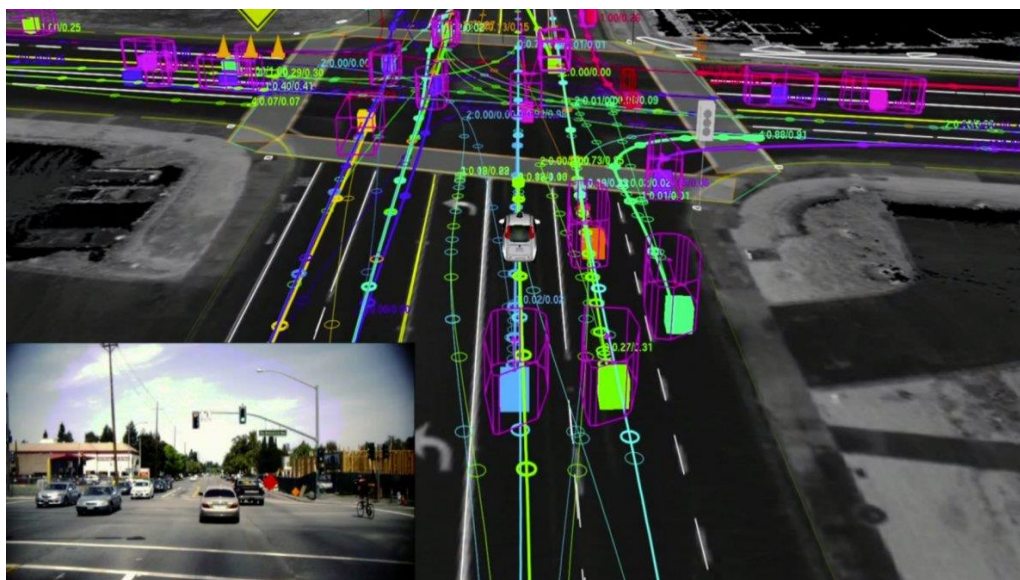
- Alternatív hajtások jelentek meg (hibrid/elektromos)
- A vezetéstámogató rendszerek helyett az önvezető rendszerek az új hozzáadott érték
- A járműipari gyártók és beszállítók mellett megjelentek az infokommunikációs vállalatok a járműpiacon.
- Új kutatási és fejlesztési területek jelentek meg hazánkban a tesztpálya építés kapcsán is.



Autonóm járművek szenzorai

Az autonóm (önvezető) járművek

- Önállóan hoznak döntéseket, módosítják a jármű működését
- Csökkentik a kritikus járműállapotok és helyzetek kialakulását
- A jármű üzemének hatékonyságát javítják
- A biztonságot és a megbízhatóságot növelik



Autonóm járművek szenzorai

Kihívások

- **Technológiai korlátok** miatt az autonóm járműveket általában nem lehet emberi képességekkel és tapasztalattal felruházni.
- Erősségük az 'éberségük' és a kényelmük, viszont **betanítást igényelnek** és a kölcsönhatásaikat kezelni szükséges.
- **Nagyszámú különleges esetet** kell kezelni.
Kerékpárosokkal, gyalogosokkal való kölcsönhatások kezelése kritikus.

Példák: az útra kiszaladó gyermek, vezetők kézmodulátokkal való jelzése nem egyértelmű szituációkban.

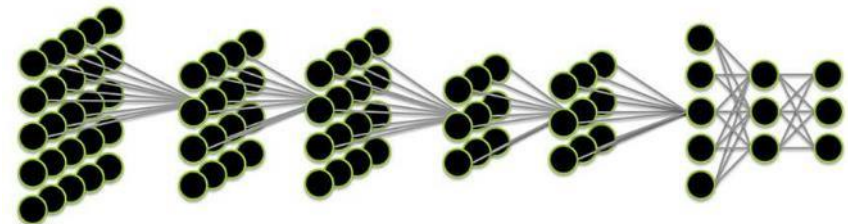
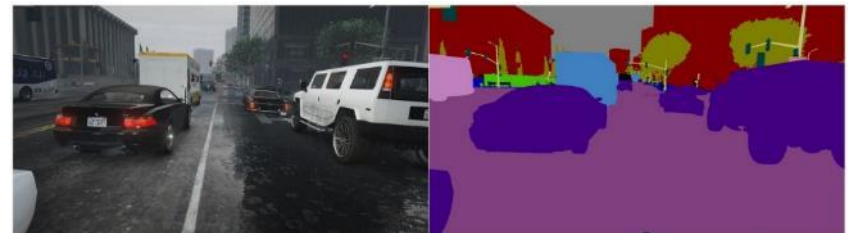
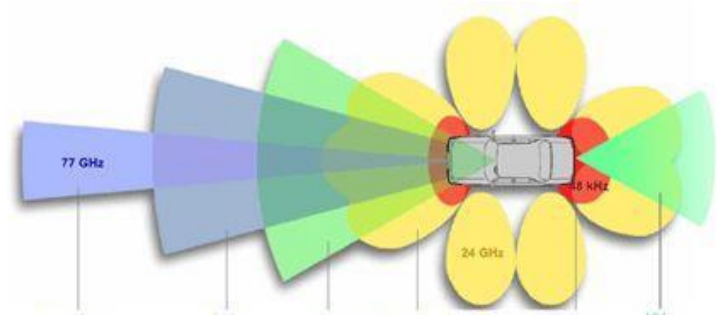


Az autonóm járművek másként látják és értelmezik a környezetet, emiatt másként is vezetnek. Fontos, hogy az utak jól karbantartottak legyenek, a kereszteződésekben való áthaladás egyértelmű szabályokkal történjen.

Autonóm járművek szenzorai

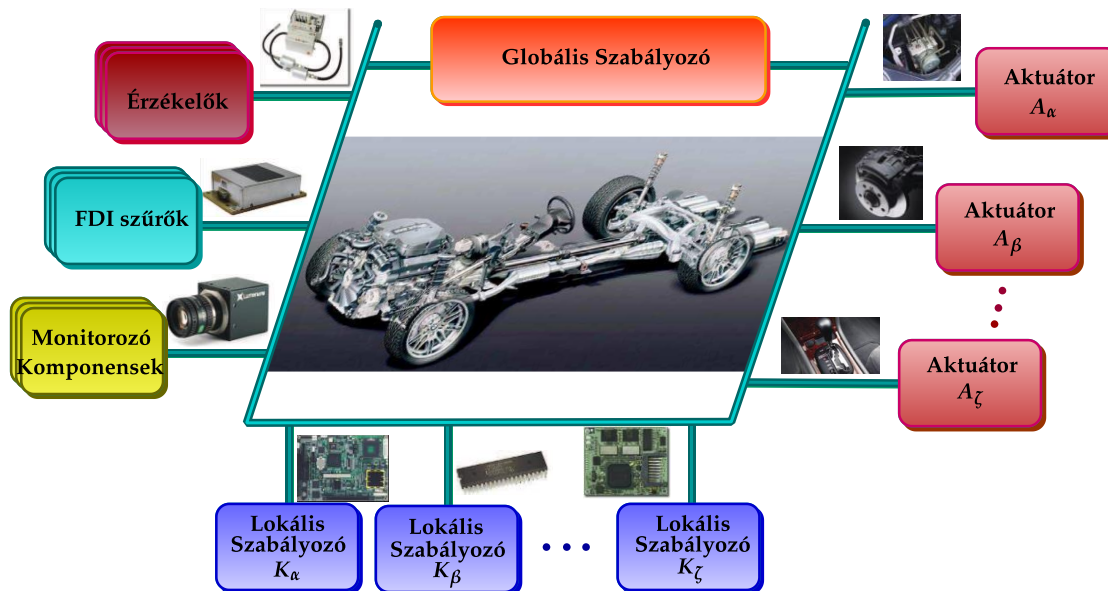
Környezetérzékelés és szituáció értékelés

- Környezetérzékelés
 - Szenzorok
 - Kép- és jelfeldolgozási technológiák
- Közlekedési szituáció értékelése
 - Adattudomány, Gépi tanulás
 - Mesterséges intelligencia
- Hierarchikus döntési szintek
 - Döntési struktúrák, mélytanulás
- Biztonság
 - Validáció, verifikáció



Autonóm járműirányítás

- Szituáció és cél alapú döntések
- Trajektória tervezések
- Intelligens beavatkozások
- Csoportos döntések
- Mesterséges intelligencia és gépi tanulás alkalmazása
- Tesztelés, validáció, verifikáció



Autonóm járművek szenzorai

Környezetérzékelés célja

Statikus és dinamikus objektumok detektálása

- relatív pozíció, relatív sebesség
- osztályozás (kerékpár, gyalogos, táblák, jelzőlámpák)
- 0,5-250 m hatótávolság
- változó környezet
(fényviszonyok, páratartalom, por)
- különböző tulajdonságú objektumok
(anyag, szín, forma)



Az objektumok, valamint a környezeti tényezők változatossága óriási kihívás

Autonóm járművek szenzorai

Érzékelők alkalmazási lehetőségei

- Csak kamera alapú rendszerek?
 - Az emberi vezetésből kiindulva lehetségesnek tűnik
 - A balesetek döntő részét emberi hiba okozza
 - Az automatikus rendszereknek nagyságrendekkel magasabb biztonsági szintet kell elérnie
- Válasz: szenzorfúzió
 - Minden térrészt egyszerre több szenzor is megfigyel és kiértékel.
 - Redundancia (meleg tartalék)
 - Konfidencia: nagyobb hatótávolság, objektum jellemzők
 - Egymás hátrányos tulajdonságait kiküszöbölhetik



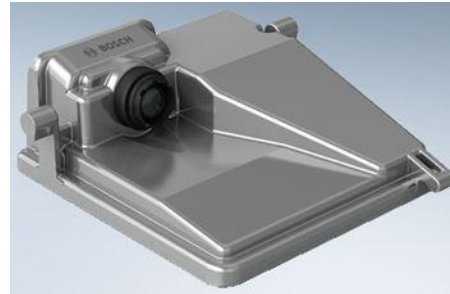
Autonóm járművek szenzorai

Szenzortípusok

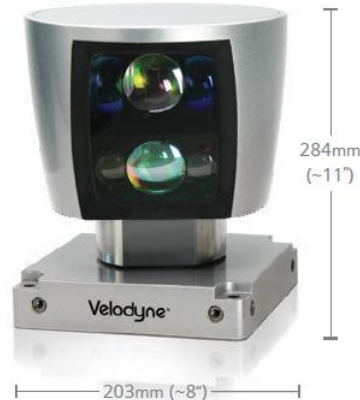
- Kamera
- Ultrahang
- Radar
- Lézerszkenner
- Infrakamera



Infrakamera
(fényszóró mellett)



Kamera (szélvédőn)



Lézerszkenner
(csomagtartó közepén)



Radar
(lökhárítón)

Kamera és képfeldolgozás

Az ADAS rendszerek és az önvezető járművek legfontosabb szenzora.

- **Funkciói**

- Sávdetektálás
 - Sávelhagyás figyelmeztetés
 - Sávkövetés
 - Sáv váltás
- Objektumdetektálás és klasszifikálás
 - Adaptív tempomat
 - Ütközésselkerülő- és vészfékrendszerek
- Jelzőtábla, jelzőlámpa detektálás
 - Figyelmeztető rendszerek
 - Tempomat
 - Energiaoptimalizálás

- **Funkciói**

- Parkolás
- Éjszakai vezetés funkciói

- **Előnyök**

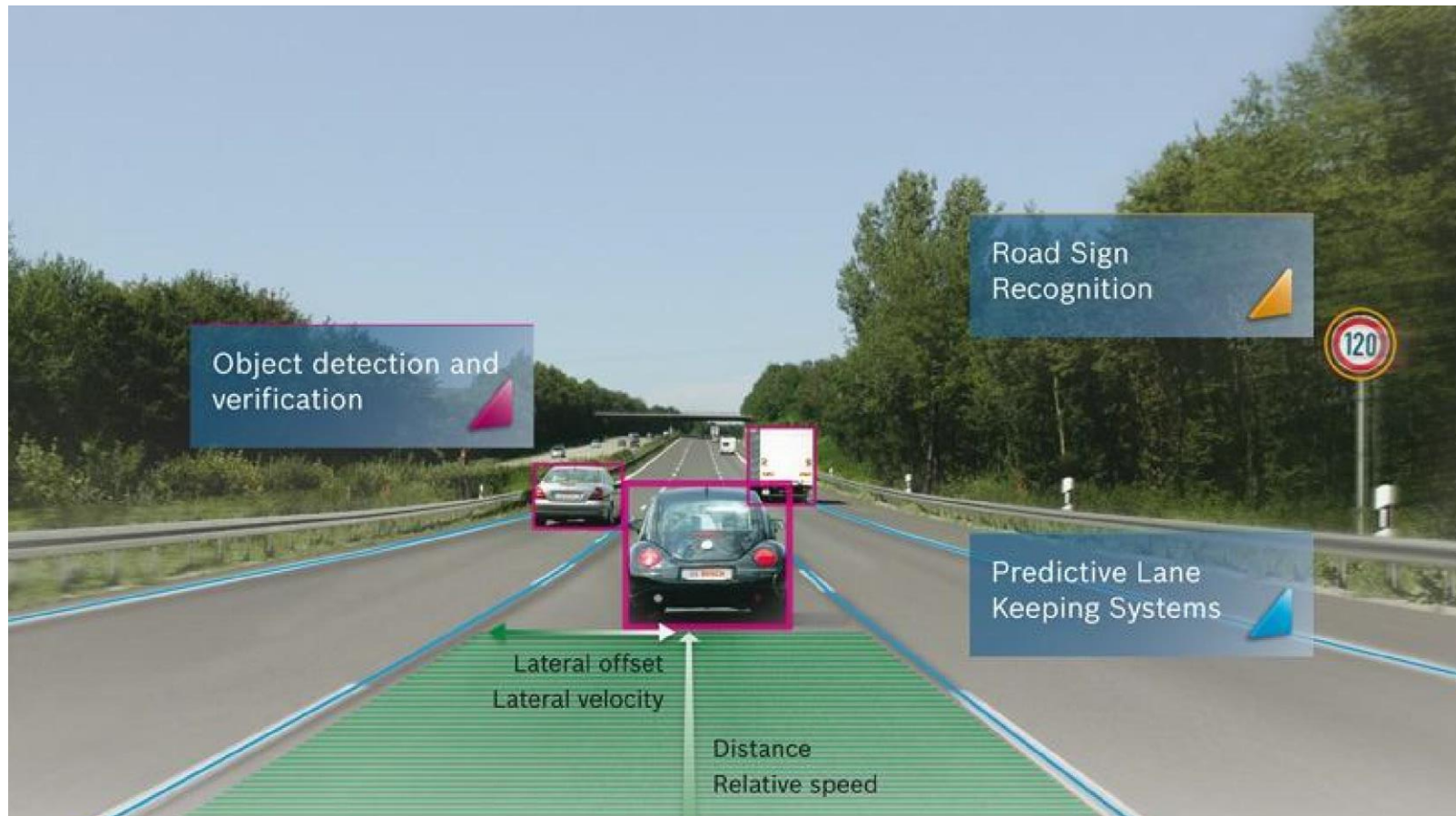
- Részletes információk a környezetről
- Objektumok formája, színe jól detektálható

- **Hátrányok**

- Fényviszonyokra, szennyeződésre érzékeny
- Mono kamerával kevésbé megbízható a távolságmérés (a mélység érzékelése)
- Jelentős számítási erőforrást igényel

Autonóm járművek szenzorai

Kamera tipikus funkciói



Autonóm járművek szenzorai

Radar

Az ADAS rendszerek és az önvezető járművek másik fontos szenzora. Kamerával együtt alkalmazzák.

- **Funkciói**

- Adaptív tempomat
- Ütközésselkerülő- és vészfékrendszerek
- Objektumdetektálás és klasszifikálás (kamerával együtt)

- **Előnyök**

- Fényviszonyoktól függetlenül megbízható, időjárási körülményektől csak kismértékben függ
- Biztonságkritikus funkciókhoz használható
- Kisméretű és viszonylag olcsó

- **Hátrányok**

- Kis felbontás
- Visszaverődések zavarásokat okoznak
- Radarhullámot visszaverő műtárgyakat ki kell szűrni



Objektumkövetés radarral



Ultrahang

Elsősorban kényelmi funkciókat lát el. A legújabb generációjú rendszerek már képesek biztonságkritikus funkciók ellátására.

- **Funkciói**

- Automata parkolási rendszerek
 - Parkolóhely keresés
 - Parkolás, kiállítás
- Alacsony sebességű adaptív tempomat
 - Közlekedési torlódás asszisztens

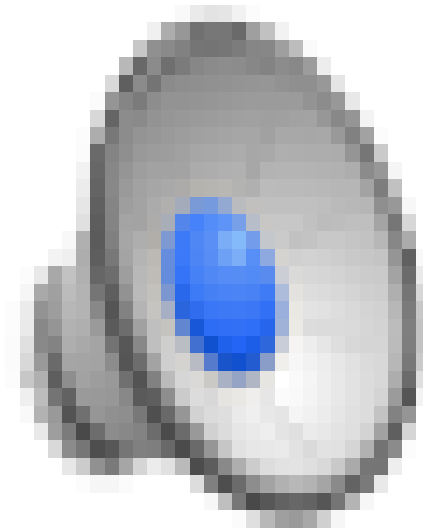
- **Előnyök**

- Nagyon olcsó
- Megfelelő kialakítás esetén biztonsági funkciókat is elláthat (szennyeződések kompenzálása, hatótávolság és látószög állítható)

- **Hátrányok**

- Kis hatótáv
- Poros környezetben tovább csökken a hatótáv
- Pontos objektum lokalizációra alapesetben nem alkalmas

Ultraszhang szenzor alkalmazási példa



LIDAR

Lézerszkenner, amellyel pontos 3D-dimenziós pontfelhő állítható elő a környezetről. A kamera és a radar előnyeit ötvözi.

- **Funkciói**

- Referenciamérés teszteléshez
- Objektumdetektálás és klasszifikálás
- Sávdetektálás
- Útállapot mérés

- **Előnyök**

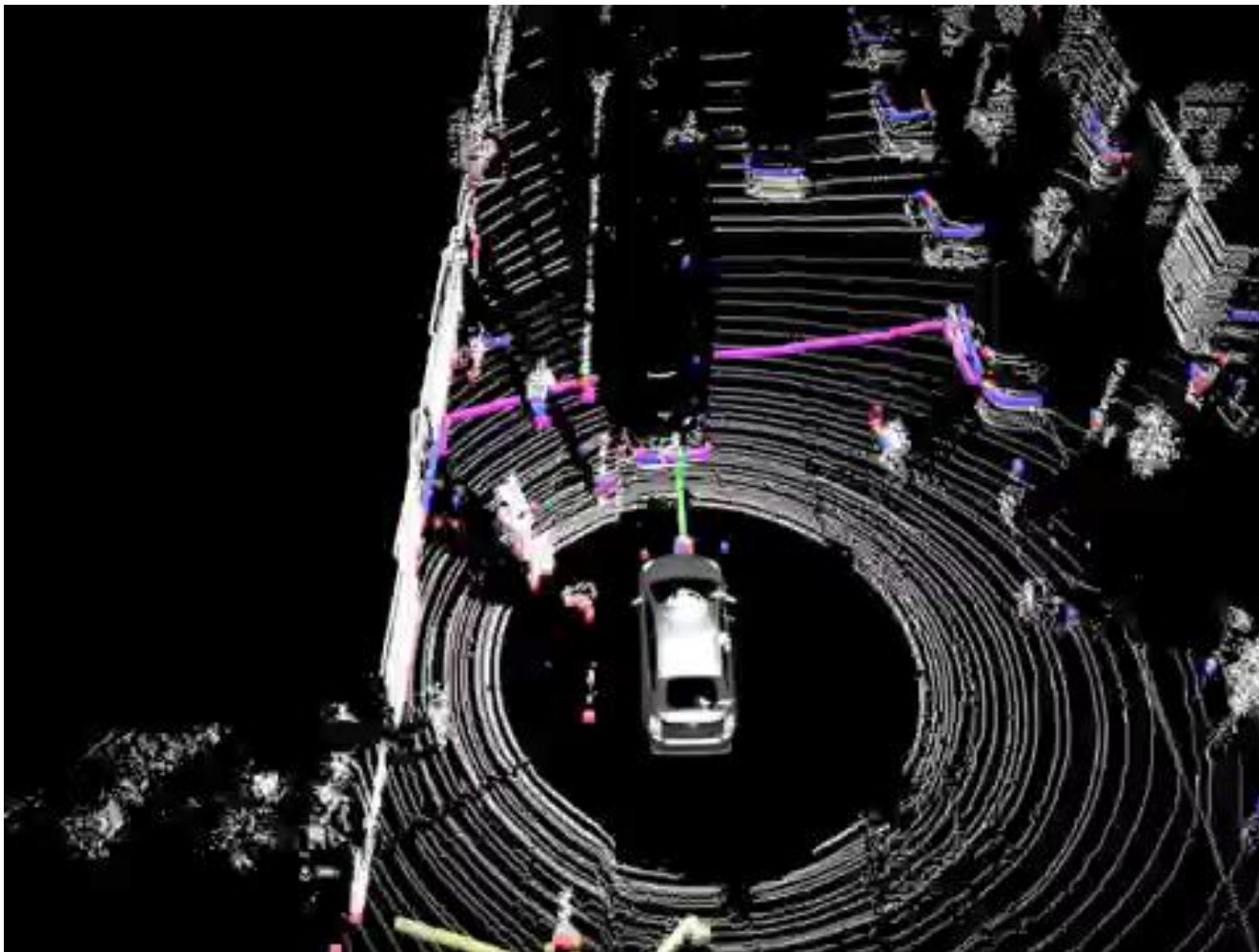
- Pontos, nagyfelbontású 3D mérés
- Környezeti hatásokra nem érzékeny

- **Hátrányok**

- Drága, de a 2D lidar már alkalmazott felsőkategóriás járművekben
- Sötét, fényelnyelő felületet problémát okozhat

LIDAR objektum detektálás példa

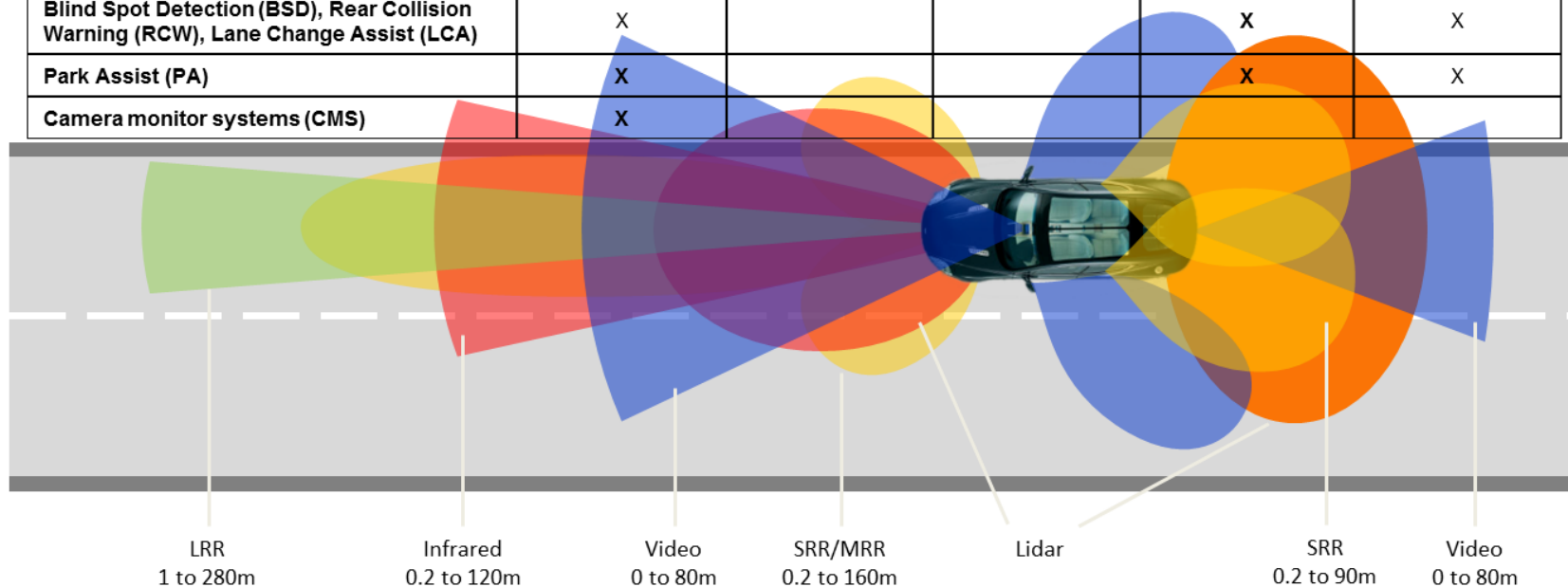
1 db Velodyne és 5 db SICK lidar integrációja



Autonóm járművek szenzorai

Széria megoldások

Sensor Type \ Application	Vision	Infrared / Thermal	Long Range Radar 76..81MHz	Short / Mid Range Radar 24..26 / 76..81 GHz	Lidar
Adaptive Front Lighting (AFL), Traffic Sign Recognition (TSR)	X				
Night vision (NV)	X	X			
Adaptive Cruise Control (ACC)	X		X	X	X
Lane Departure Warning (LDW)	X				
Low-Speed ACC, Emergency Brake Assist (EBA), Lane Keep Support (LKS)	X			X	X
Pedestrian detection	X	X		X	
Blind Spot Detection (BSD), Rear Collision Warning (RCW), Lane Change Assist (LCA)	X			X	X
Park Assist (PA)	X			X	X
Camera monitor systems (CMS)	X				



Autonóm járművek szenzorai

Járműipari trendek

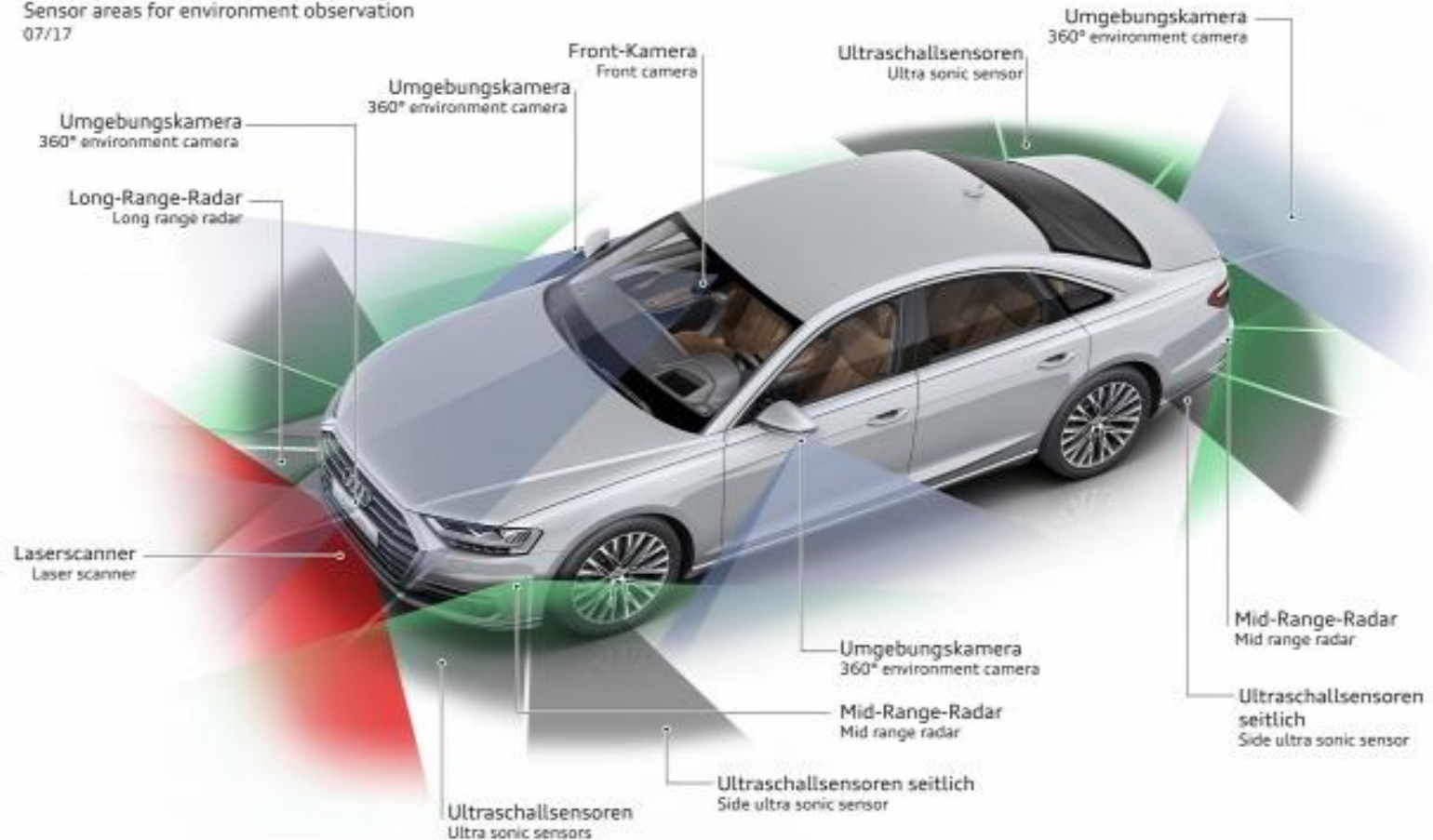
- Minden szenzortípus 360 fokos lefedettséget fog adni
 - Különböző hatótávú radarok
 - Különböző látószögű kamerák
- A 2D lézerszkennerek helyett 360 fokos 3D LIDAR-ok jönnek
 - Még mindig rendkívül drágák



Autonóm járművek szenzorai

Példa: Audi A8 2018

Sensorfelder der Umfeldüberwachung
Sensor areas for environment observation
07/17



Autonóm járművek szenzorai