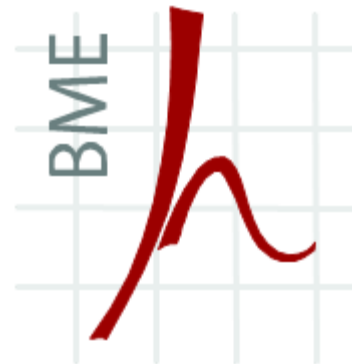




KOOPERATÍV JÁRMŰKOMMUNIKÁCIÓS PROTOKOLLOK ÉS ALKALMAZÁSAIK

Dr. Bokor László

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
egyetemi adjunktus, kutatócsoport-vezető

bokorl@hit.bme.hu



MJIK 2016 - 3. Magyar Jövő Internet Konferencia

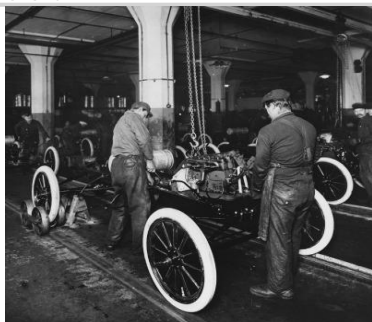
MTA SZTAKI (1111 Budapest, Kende u. 13-17.)

2016. november 10.,
Budapest



PILLANTÁS A JÁRMŰTECHNOLÓGIÁK EVOLÚCIÓJÁRA

Néhány mérőldkő



T-modell
(1908)



Elektromos önindító
(1911)



Cigarettagyújtó
(1925)



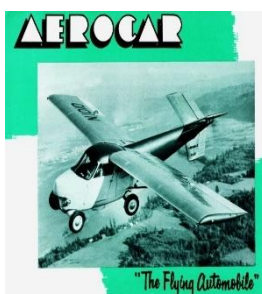
Négy fékezett kerék
(1929)



Autórádió
(1930)



Tekercsrugós felfüggesztés
(1934)



Repülő autó
(1949)



Szervókormány
(1956)



Cartridge lejátszó
(1965)



Automata sebváltó
(1969)



Kazettás magnó
(1970)



Katalizátor
(1973)



Elektromos befecskendezés
(1982)



Légzsák tömeges alk.
(1984)



Beépített lemezjátszó
(1985)

További mérföldkövek



Fedélzeti diagnosztika
(1994)



Navigációs rendszerek
(1995)



Hybrid járművek
(2000)



Okos / Internetre kapcsolt járművek
(2000-)



Autonóm járművek
(?)

A KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁG ÉS EGYÉB MOTIVÁCIÓK AVAGY A JÁRMŰKOMMUNIKÁCIÓ TERJEDÉSÉNEK LEGFONTOSABB HAJTÓERŐI

A járműbiztonsági megoldások fejlődésének néhány állomása



Elektromos fényszóró
(1898)



Kézi ablaktörlő
(1903)



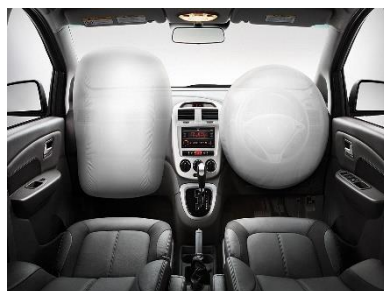
Elektromos ablaktörlő
(1926)



Biztonsági üveg
(1930)



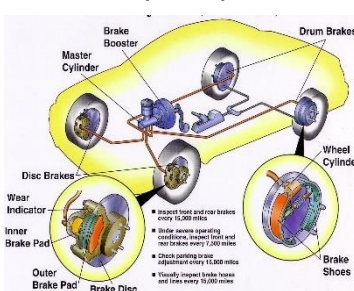
Első crash test dummy
(1949)



Első légszák szabadalom
(1951)



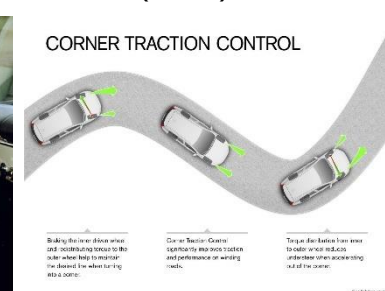
Energiaelnyelő zóna
(1952)



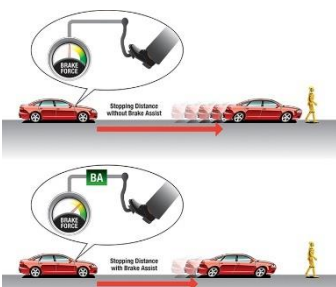
ABS
(1958)



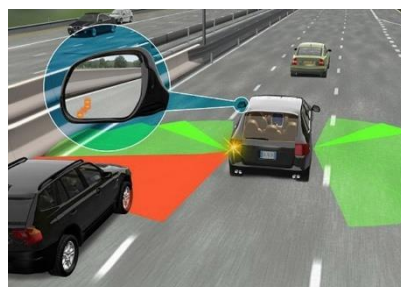
3 pontos biztonsági öv
(1959)



Kipörgésgátló
(1987)



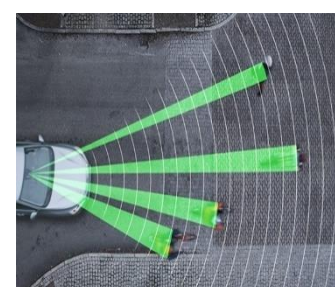
Vészfék aszisztens
(1996)



Holtér figyelmeztetés
(1998)



DARPA Grand Challenge
(2005)



Gyalogosok észlelése
(2010)



A jövő
(V2X, önvezető járművek)

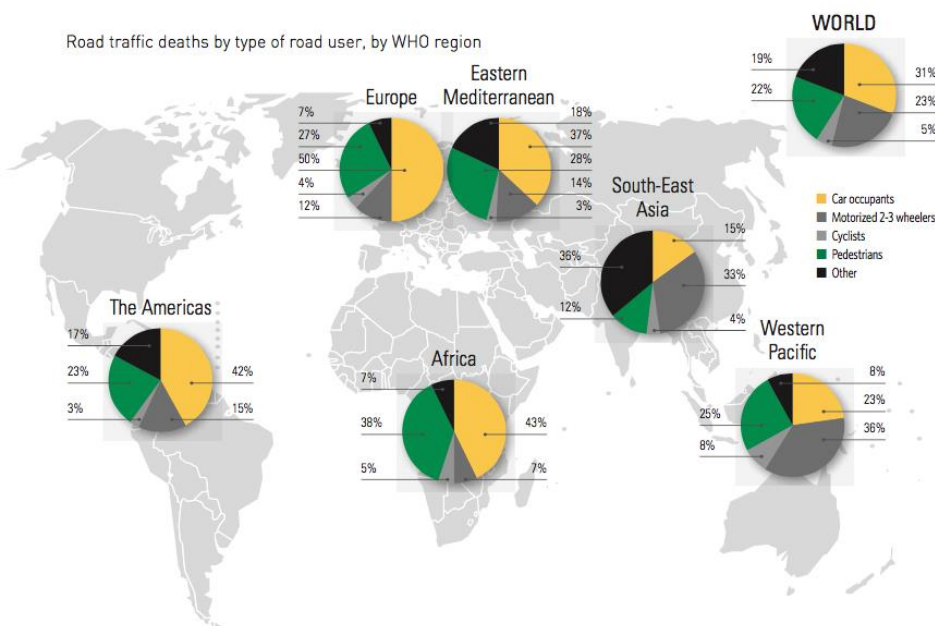
A közúti közlekedés biztonsága

- Súlyos probléma mindenhol!
 - Vezető halálok: közúti balesetek

- 2010: 1,2 millió fő

- USA: 35.490
- Kína: 275.983
- EU: 44.696
- Ausztrália: 1.363
- India: 231.027
- Magyarország: 908
- Olaszország: 4.371
- Németország: 3.830

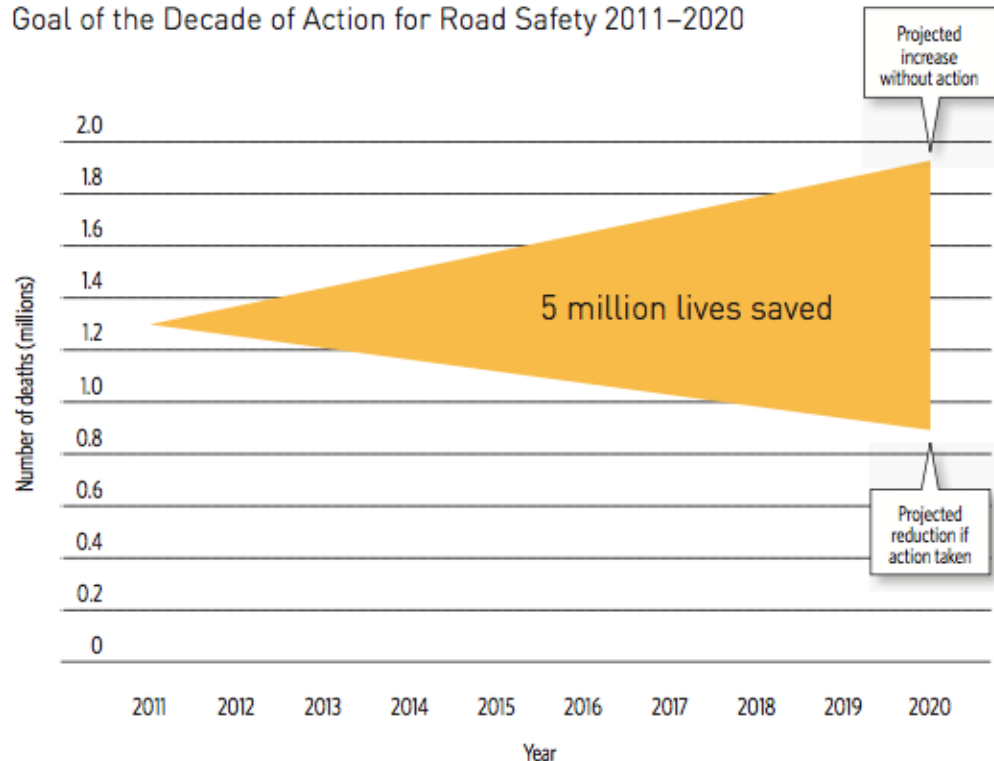
- 20 - 50 millió fő szenved nem halálos sérülést
- Gazdasági veszteség
 - 2005: ~168 milliárd USD



Közúti halálesetek száma: WHO becslés

Növeljük a biztonságot!

Goal of the Decade of Action for Road Safety 2011–2020



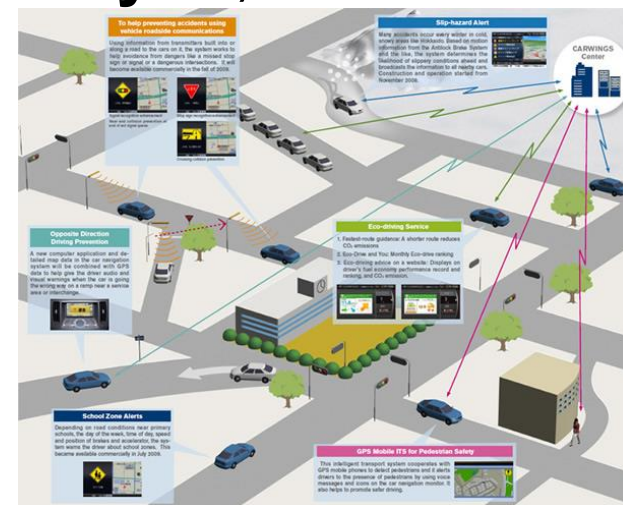
WHO Decade of Safety Program



- Elkerülhető közlekedési dugók / forgalmi torlódások
 - idő- és üzemanyag-veszteség
 - Ausztrália: 9,4 milliárd AUD 2005-ben
 - US: 124 milliárd USD évenként, kb. 1.700 USD háztartásonként
 - 2030-ra 2.800 milliárd USD
 - UK + Németország + Franciaország: ~50 milliárd USD
 - 2030-ra 42%-os előrejelzett növekedés
- International Road Transport Union: a közlekedési dugók a CO₂ kibocsátást 300%-kal növelik
 - torlódás/dugók csökkentése
 - sebesség-menedzsment
 - forgalom-szabályozás
- „Zéró vízió”
 - Kizárni minden ismert emberi hibalehetőséget
 - 0 baleset (*safer mobility*)
 - 0 közlekedési dugó és tökéletesen informált vezetők/utások (*smarter mobility*)
 - csökkentett környezeti behatások (*cleaner mobility*)
- 2015: Jean-Claude Juncker: „*economy-wide emissions reduction target of at least 40% by 2030, compared to 1990 levels*”

HOGYAN SEGÍTHET A KOOPERATÍV JÁRMŰKOMMUNIKÁCIÓ?

- C-ITS: „Az utak üzemeltetői, az infrastruktúra, a járművek, a sofőrök és egyéb felhasználók kooperatívan működnek együtt a hatékonyabb, biztonságosabb, komfortosabb közlekedés érdekében. A kooperatív viselkedés jelentős javulást eredményez az egymástól függetlenül működő rendszerekhez képest.”
- Vagyis **előrejelez ütközést, belátja a kanyart**, stb.
- C-ITS szinonimák:
 - Vehicle-to-X (V2X, V2V)
 - Car-to-X (C2X, C2C)
- Több, mint a sima „connected car”
 - “connected car”: Internetkapcsolat
 - nincs közvetlen és ad-hoc hálózat
 - nincs közvetlen jármű-jármű kommunikáció



- V2V
 - jármű-jármű
- I2V
 - infrastruktúra-jármű
- V2I
 - jármű-infrastruktúra
 - RSU / TMC felé
 - Internet felé
- Folyamatos, közvetlen és gyors információcsere a közlekedés valamennyi résztvevője között
 - minden járműinformáció és releváns esemény!



C-ITS ARCHITEKTÚRA ÉS PROTOKOLLOK

C-ITS szabványosítás

SDO-k:



ISO/TC204: ITS
(1992)



CEN/TC278: RTTT
(1992)



IEEE 802.11p
IEEE P1609
...



New TC
started



ITS WG
forming



J2735
J2945
...



ETSI TC ITS
(2007)



A GLOBAL INITIATIVE
3GPP

Szervezetek:

CAR 2 CAR
COMMUNICATION CONSORTIUM



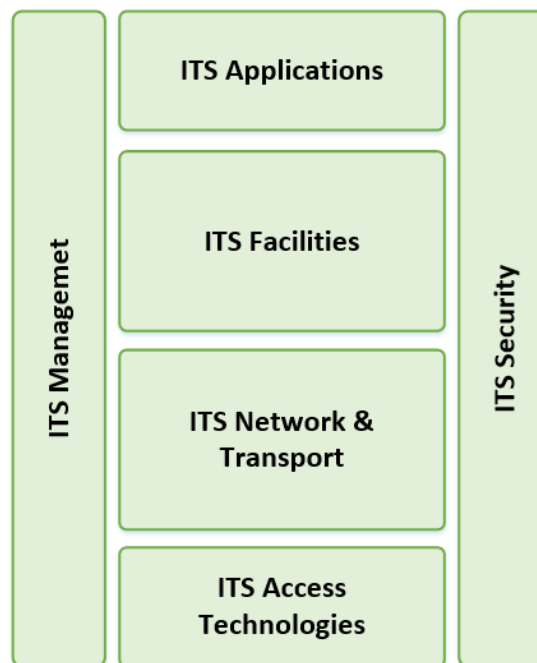
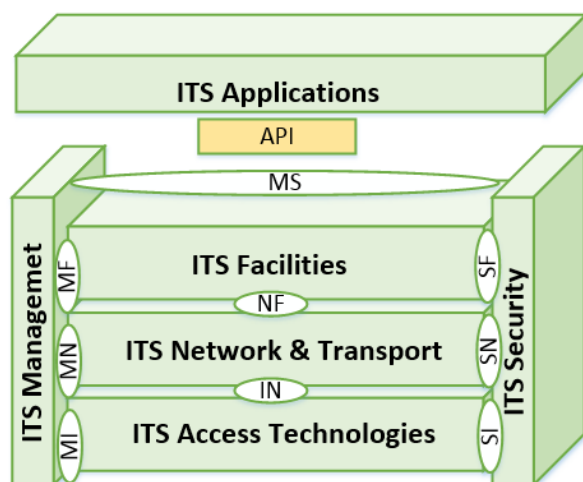
C2C-CC (2002)



Connected
Vehicle Test Beds
(USDOT) (2005)

- EU és US szabványok eltérnek!
- ISO, ETSI és C2CC az EU folyamatok hajtóerői!

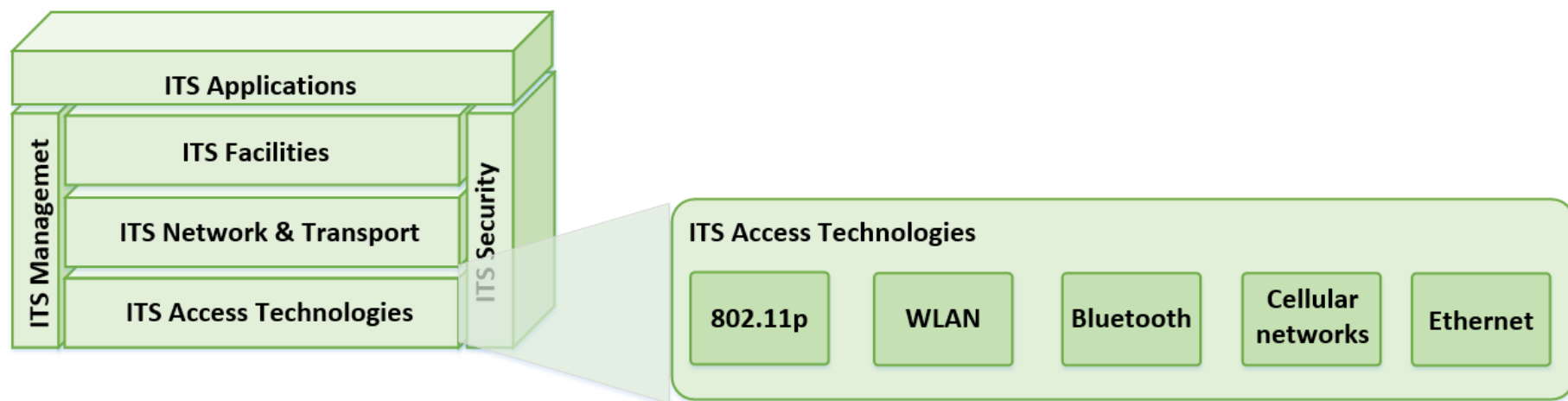
A C-ITS architektúra



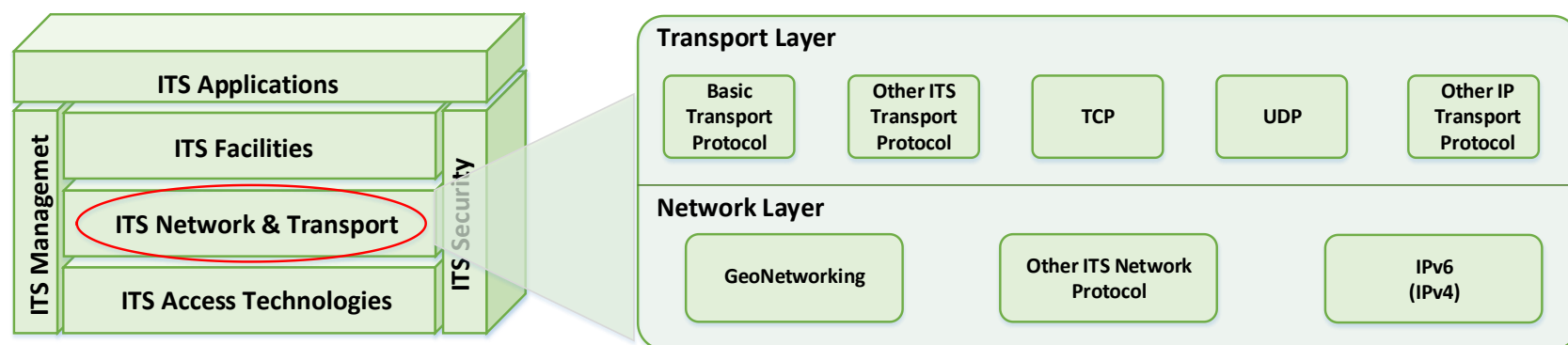
- Nyílt, flexibilis, absztrakt, jövőálló architektúra, ami támogatja a legkülönbözőbb:
 - felhasználói eseteket és forgatókönyveket
 - kommunikációs mintákat
 - ITS állomás-típusokat
 - hozzáférési technológiákat
 - átviteli módokat

ITS közeghozzáférési réteg

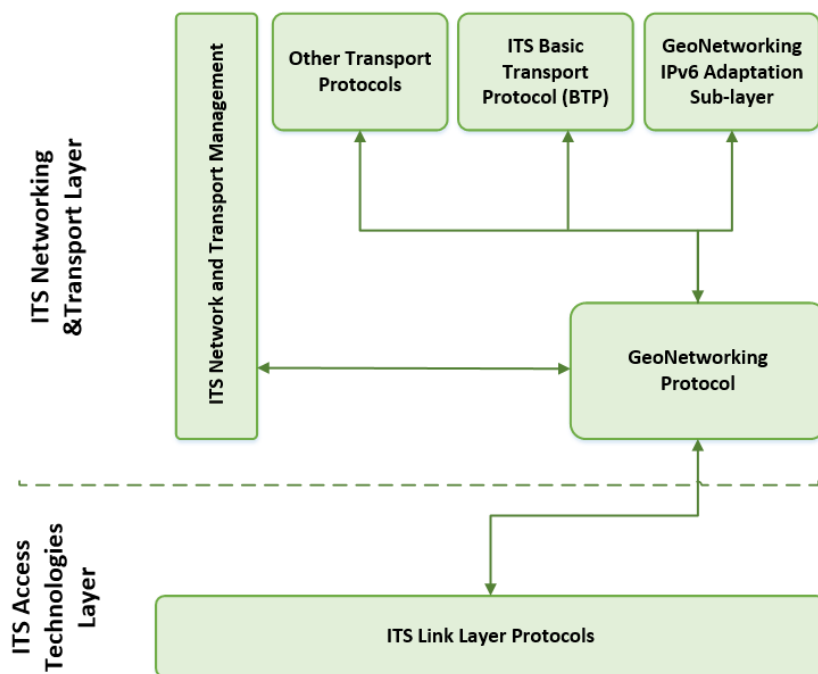
- V2X kommunikáció és ad hoc hálózati paradigmák támogatása a fizikai és az adatkapcsolati rétegekben
- EU és US: 5,9 GHz allokálva a V2X kommunikáció számára
- Heterogén hozzáférés: 802.11p, WLAN, BT, Celluláris, Ethernet, stb.



- A sok eltérő igényű alkalmazás miatt különböző hálózati technológiák használata vizionált
- Heterogén kommunikációs formák
 - ITS-specifikus megoldások: GeoNetworking, BTP
 - Általános protokollok: IPv6, TCP, UDP, IPv6

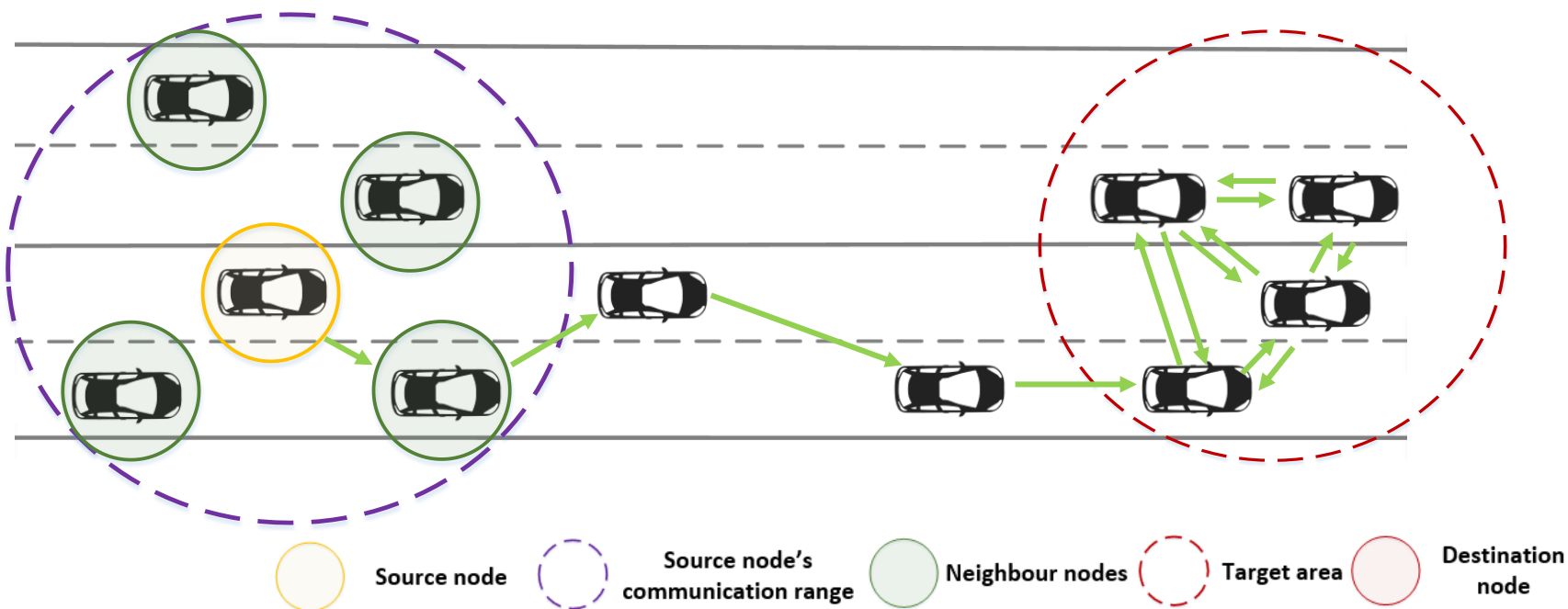


- **Földrajzi pozícióinformációval kiegészített** különböző címzési (pl. unicast, anycast, broadcast) és továbbítási mechanizmusok (pl. single hop/multi hop) támogatása
- Fejlett forgalomszabályozási mechanizmusok
 - Elosztott torlódásszabályozás (Distributed Congestion Control)
 - Adásteljesítmény-vezérlés (Transmit Power Control)
 - Adásgyakoriság-vezérlés (Transmit Interval Control)
- Modern kriptografikus védelem, hitelesítés, hozzáférés-menedzsment, integritásvédelem



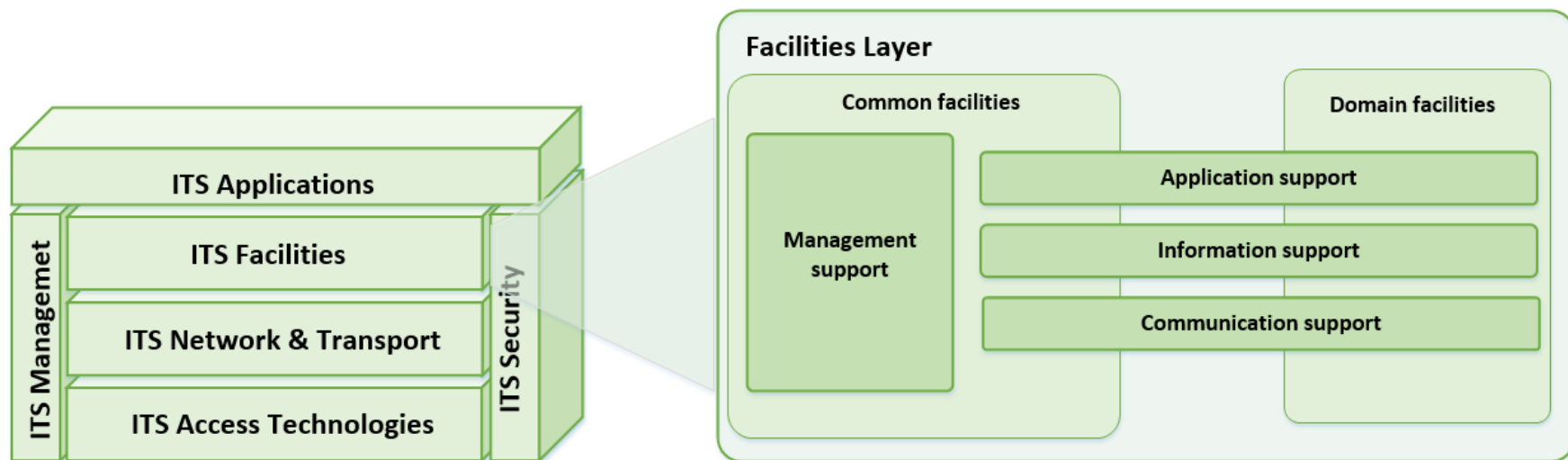
Példa: GeoBroadcast GF továbbítással

- Az ITS router annak a szomszédjának továbbítja a csomagot, amely a legközelebb van a célterülethez
- Ez a mechanizmus friss információkat igényel a szomszédokról



ITS Facility réteg

- Speciális ITS middleware réteg
- ITS alkalmazások számára biztosít
 - Funkciókat
 - Információkat
 - Szolgáltatásokat
- *Common facilities*: közös minden alapszolgáltatás és ITS állomás esetén (pl. idő és pozícióinformációk)
- *Domain facilities*: szolgáltatások és funkciók egy vagy több speciális alkalmazásnak (pl. speciális eseményvezérelt üzenetek)



CAM: Cooperative Awareness Message

- „Itt vagyok” üzenet a járművek között
- Pozíció és alapvető járműinformációk (gyorsulás, pályagörbe, útvonaltörténet, jármű méret/típus, stb.)
- Optimalizált üzenetstruktúra
 - Dinamikusan változó adatok nagy frekvenciával
 - Statikus adatok kisebb frekvenciával
 - Kiterjeszthetőség
- Periodikus, idő által inicializált one-hop GBC 1-10 Hz közötti küldési rátával
- Maximum 800 byte-os csomagok (biztonsági kiegészítésekkel együtt)
- CAM üzenetek előállításának kezelése



„Egy CAM üzenet vételével a vevő ITS állomás tudatában lesz a küldő ITS állomás jelenlétének, típusának és aktuális állaptának”

DENM: Decentralized Environmental Notification Message

- Eseményvezérelt üzenetek annak érdekében, hogy a járművek és az RSU-k speciális eseményekről V2X segítségével tájékoztassák a felhasználókat
- Potenciálisan veszélyes események vagy körülmények hirdetésére való
 - Esemény helye
 - Időzítés (észlelés, validitás)
 - Esemény típusa
 - Kapcsolt események
 - Javasolt útvonal
- Biztonsági üzenetek (pl. álló jármű)
- Veszélyforrások (pl. akadály, gyalogosok az úton)
- Közlekedési információk (pl. útépítés, időjárás)

- Cooperative Awareness Message (CAM)
- Decentralized Environmental Notification Message (DENM)
- Intersection Geometry (MAP)
- Intersection State (SPaT)
- In Vehicle Information (IVI)
- Local Dynamic Map (LDM)
- Probe-vehicle Data (PVD)
- Road Tolling Messages
- Service Advertisement

Protokoll	Szabvány
CAM	ETSI EN 302 637-2 V1.3.2 (2014-11)
DENM	ETSI EN 302 637-3 V1.2.2 (2014-11)
SPaT	SAE J2735
MAP	SAE J2735
IVI	ETSI TS 103 301
LDM	ETSI EN 302 895 V1.0.0 (2014-01)
PVD	PVD SAE J2735

A C-ITS ARCHITEKTÚRÁRA TÁMASZKODÓ ALAPVETŐ V2X ALKALMAZÁSOK

Jármű $\leftrightarrow$ Jármű

Jármű $\leftrightarrow$ Infrastruktúra

**V2V
Biztonsági**

Forward Collision
Warning
Emergency Electronic
Brake Light
Blind Spot Warning
...

**V2V
Nem
biztonsági**

Platooning
...

**V2I/I2V
Biztonsági**

Hazardous Location
Warning
Road Works Warning
...

**V2I/I2V
Nem biztonsági**

Tolling
Vehicle probing
...

Emergency Electronic Brake Light

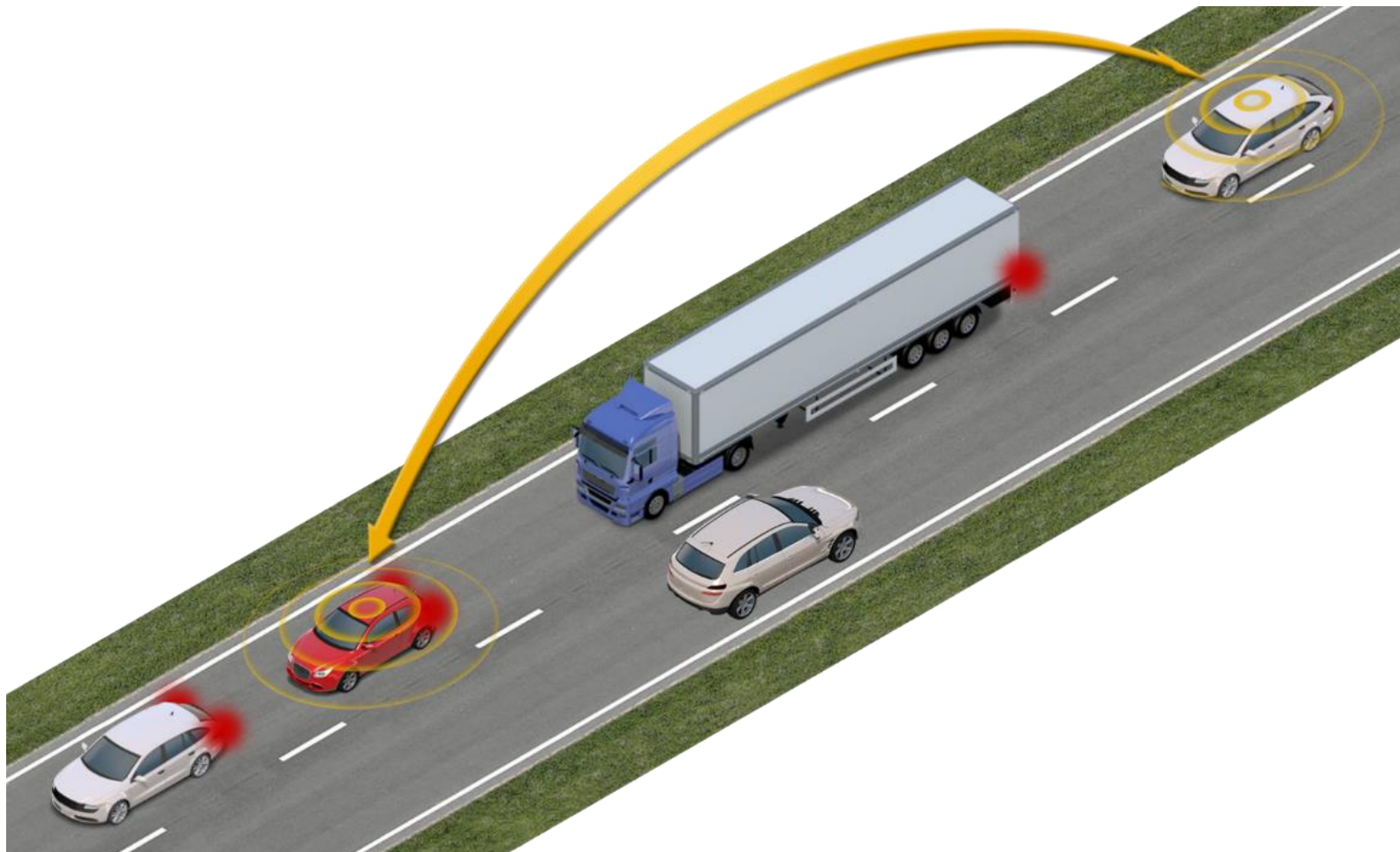


Figure: © CAR 2 CAR Communication Consortium

Blind Spot Warning

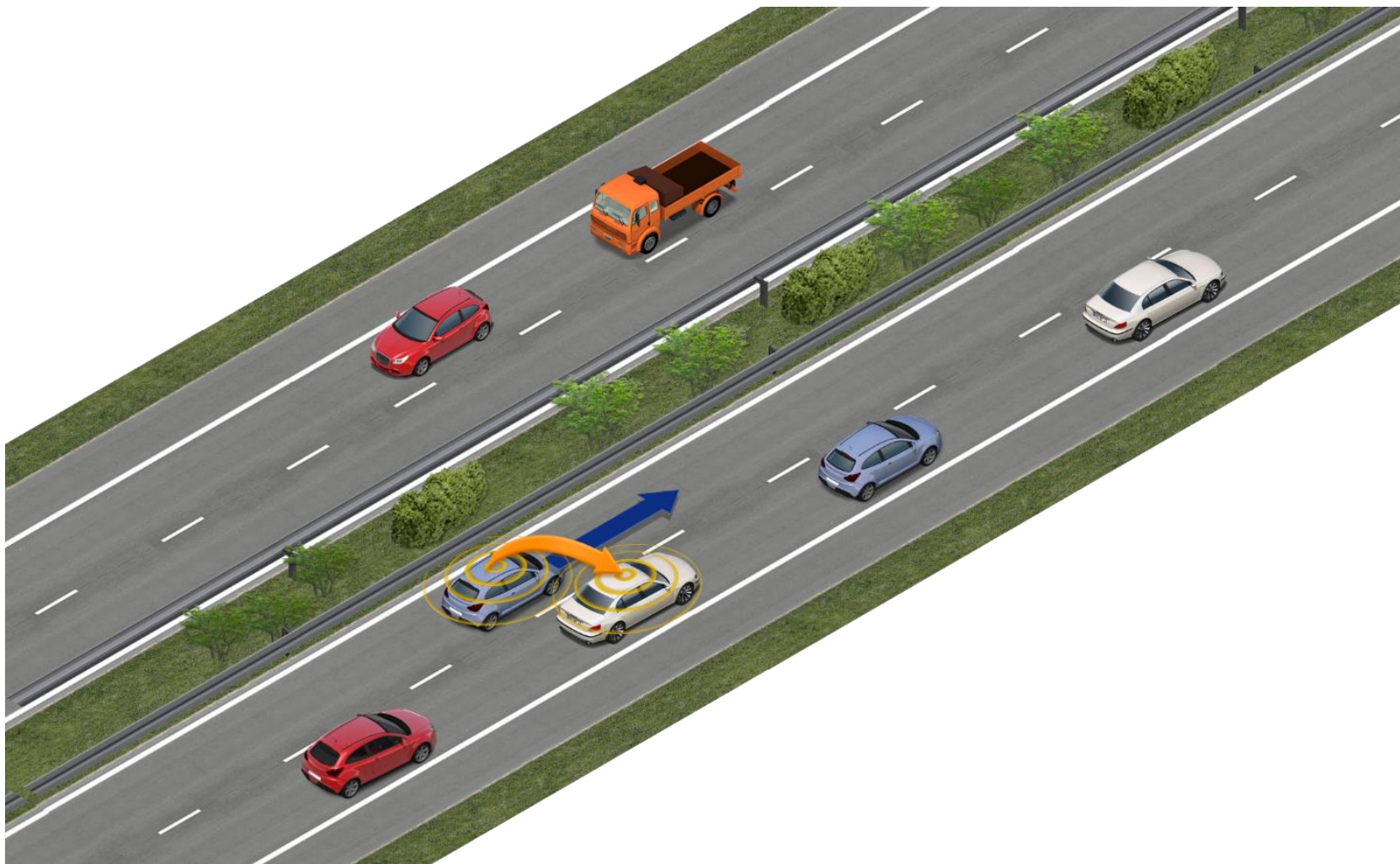


Figure: © CAR 2 CAR Communication Consortium

Lane Change Assist

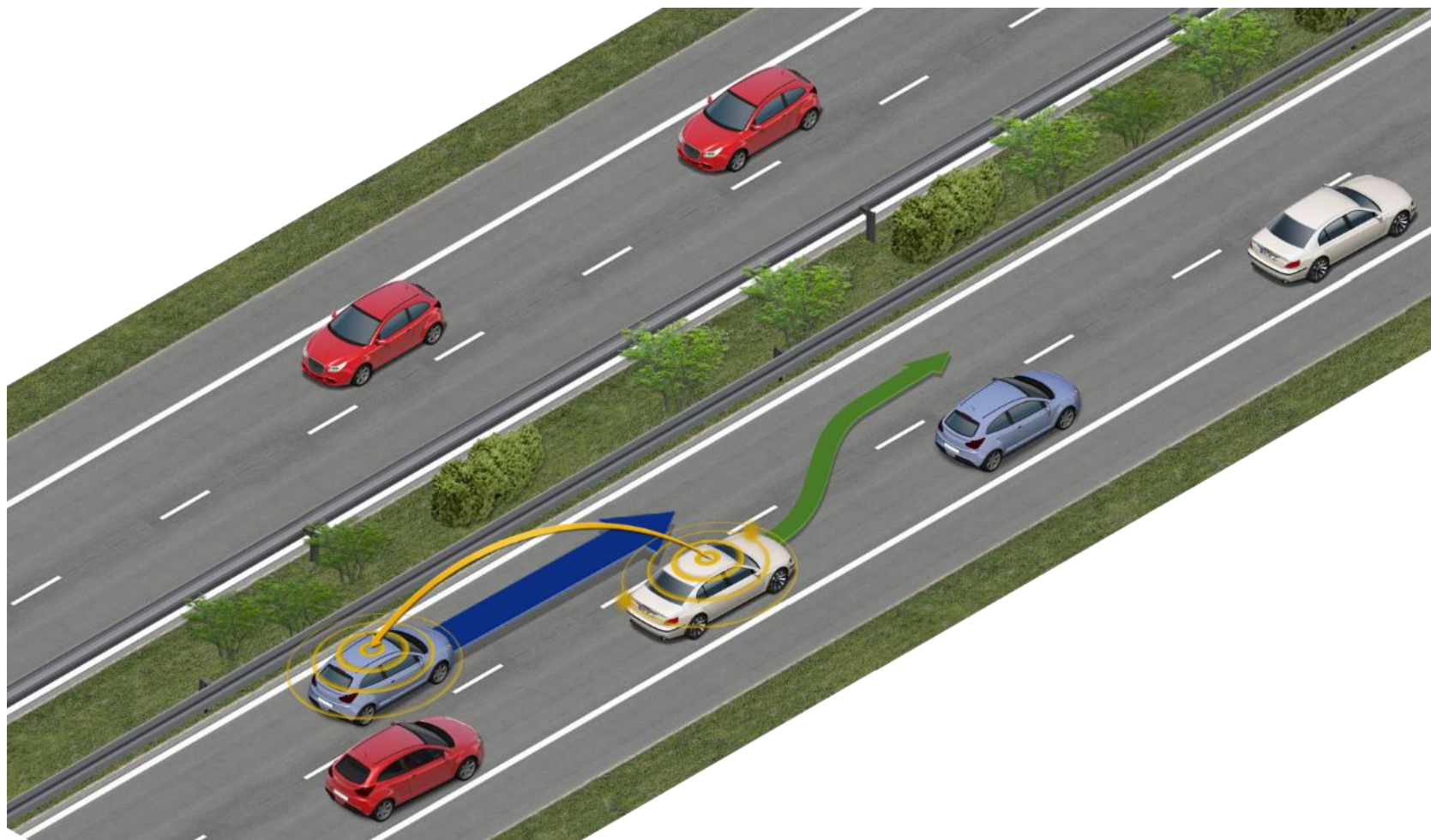


Figure: © CAR 2 CAR Communication Consortium

Stationary Vehicle Warning Slow Vehicle Warning

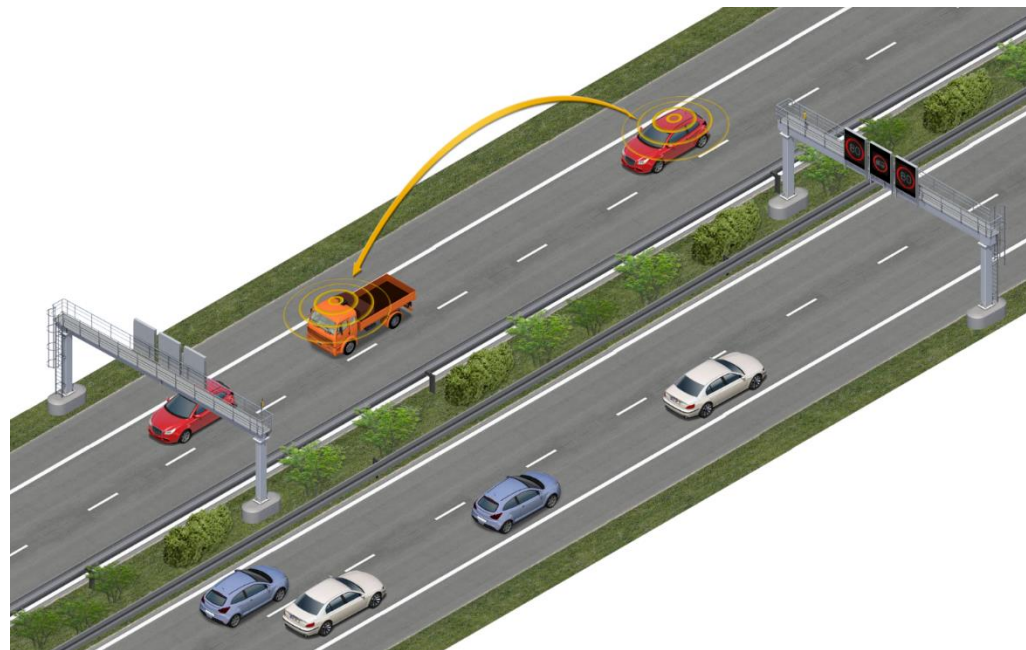
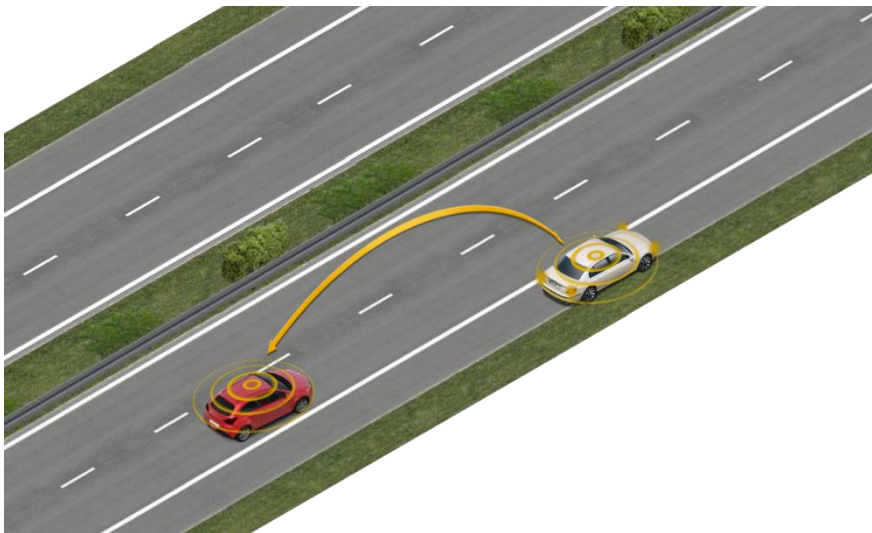


Figure: © CAR 2 CAR Communication Consortium

Traffic Jam Ahead

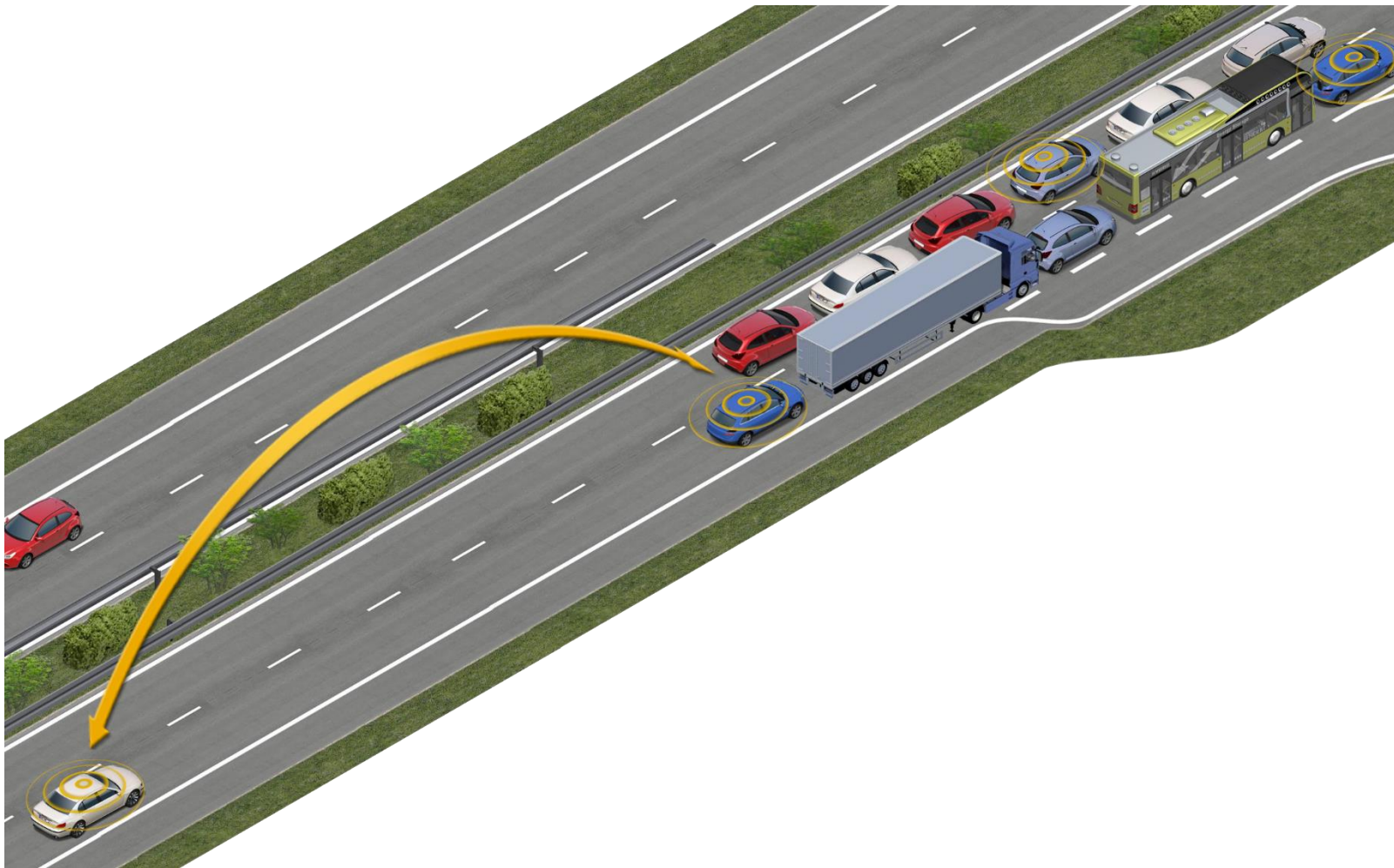


Figure: © CAR 2 CAR Communication Consortium

Adverse Weather Warning

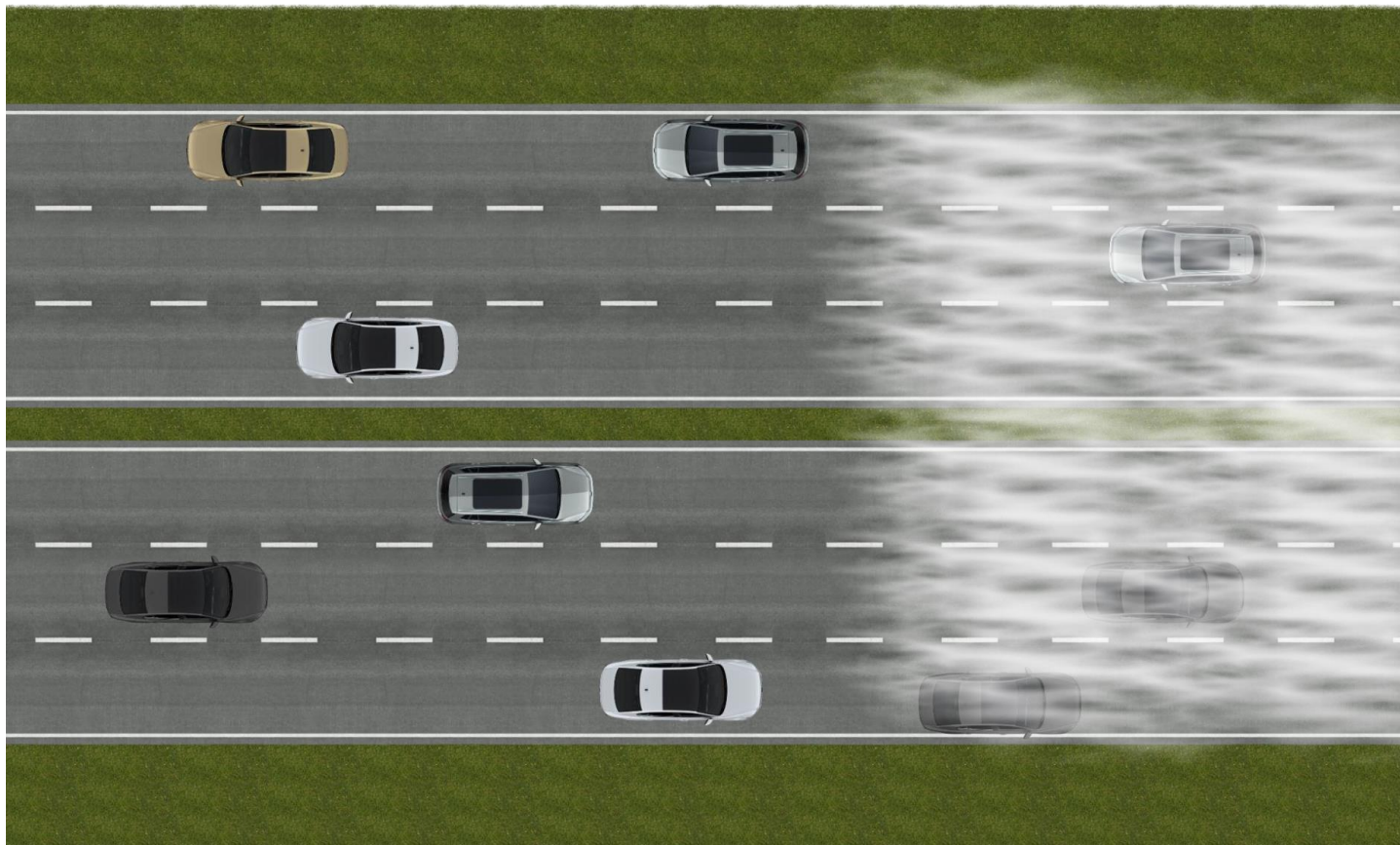


Figure: © CAR 2 CAR Communication Consortium

Emergency Vehicle Warning

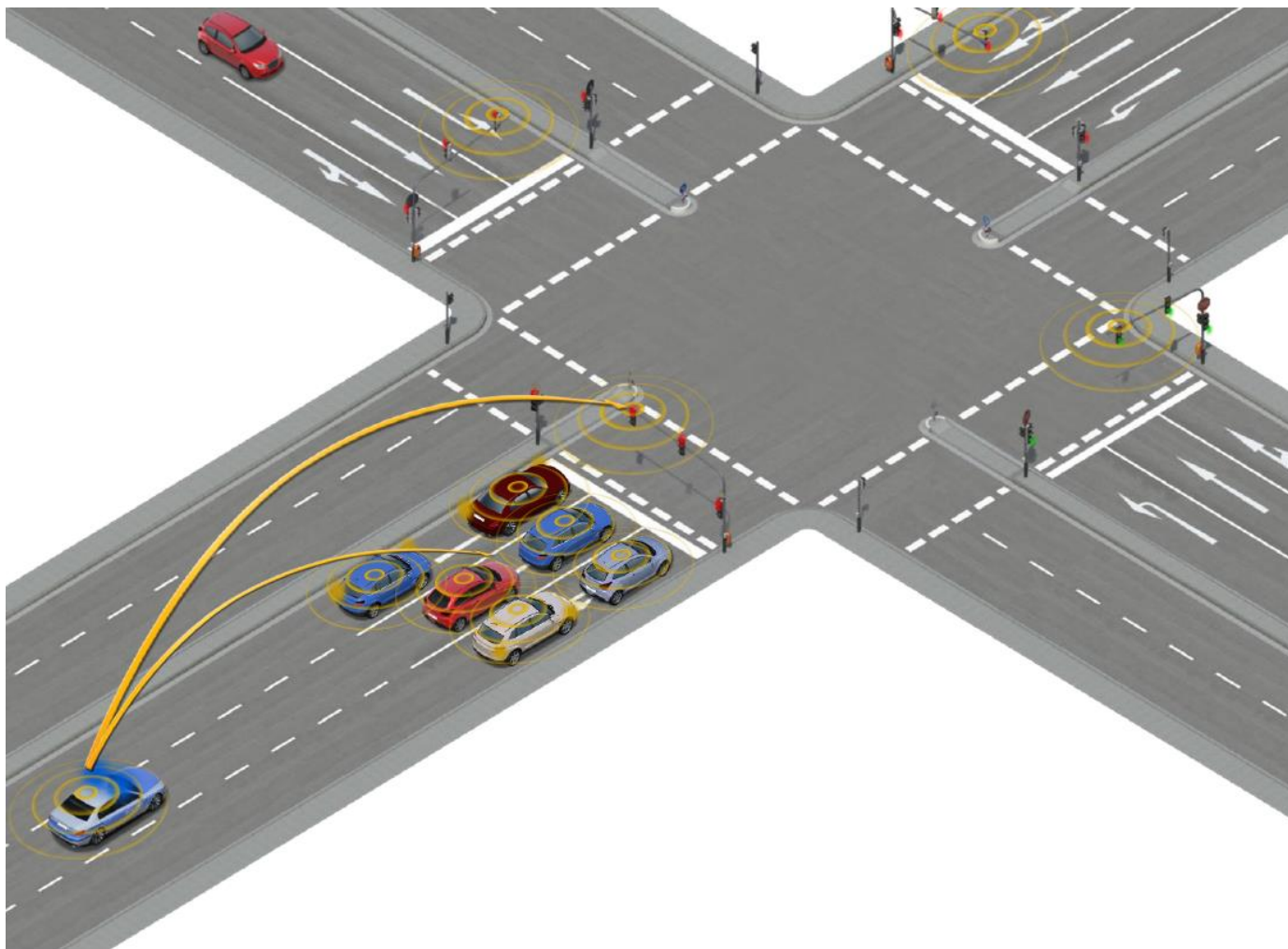


Figure: © CAR 2 CAR Communication Consortium

Do Not Pass Warning

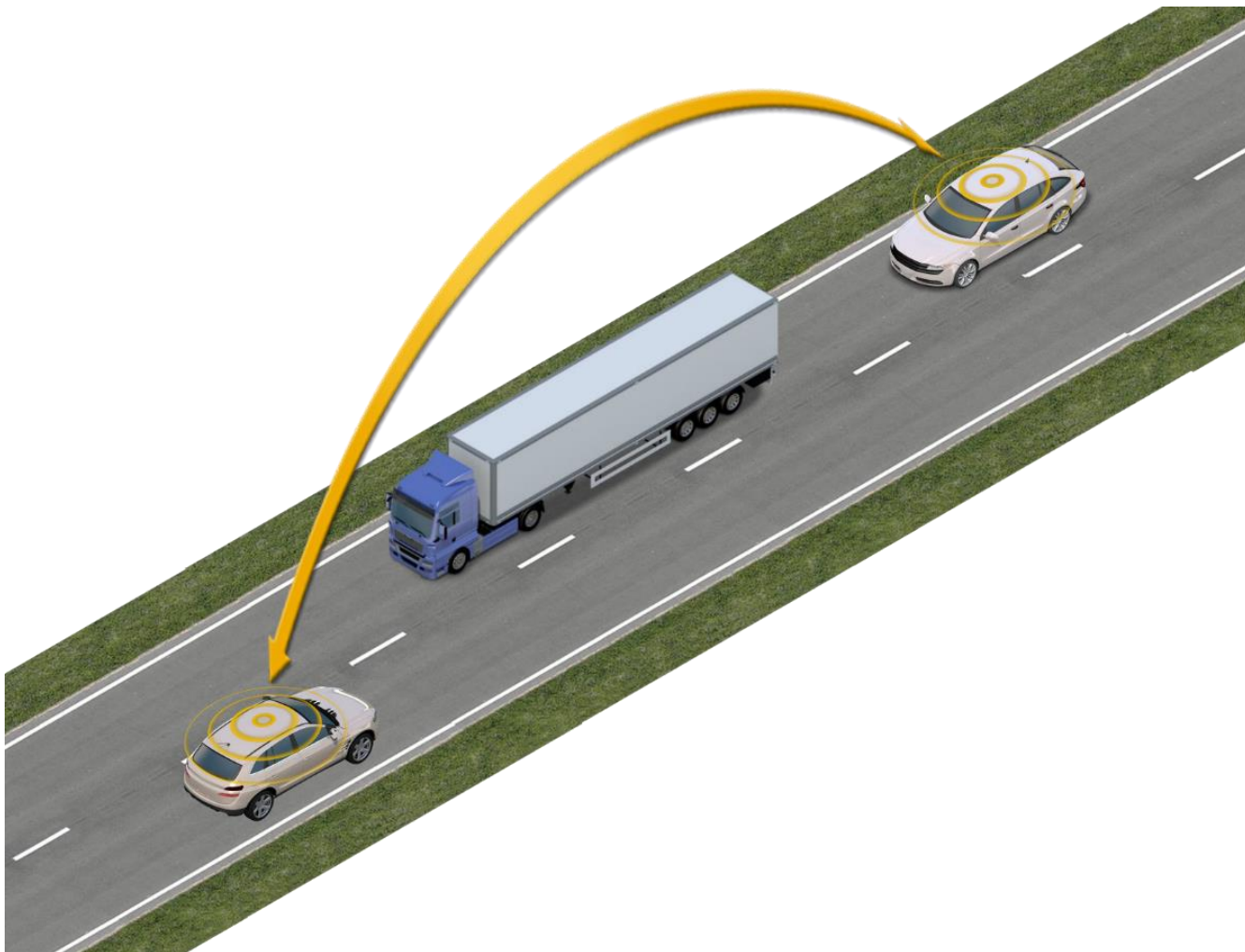


Figure: © CAR 2 CAR Communication Consortium

Intersection Movement Assist

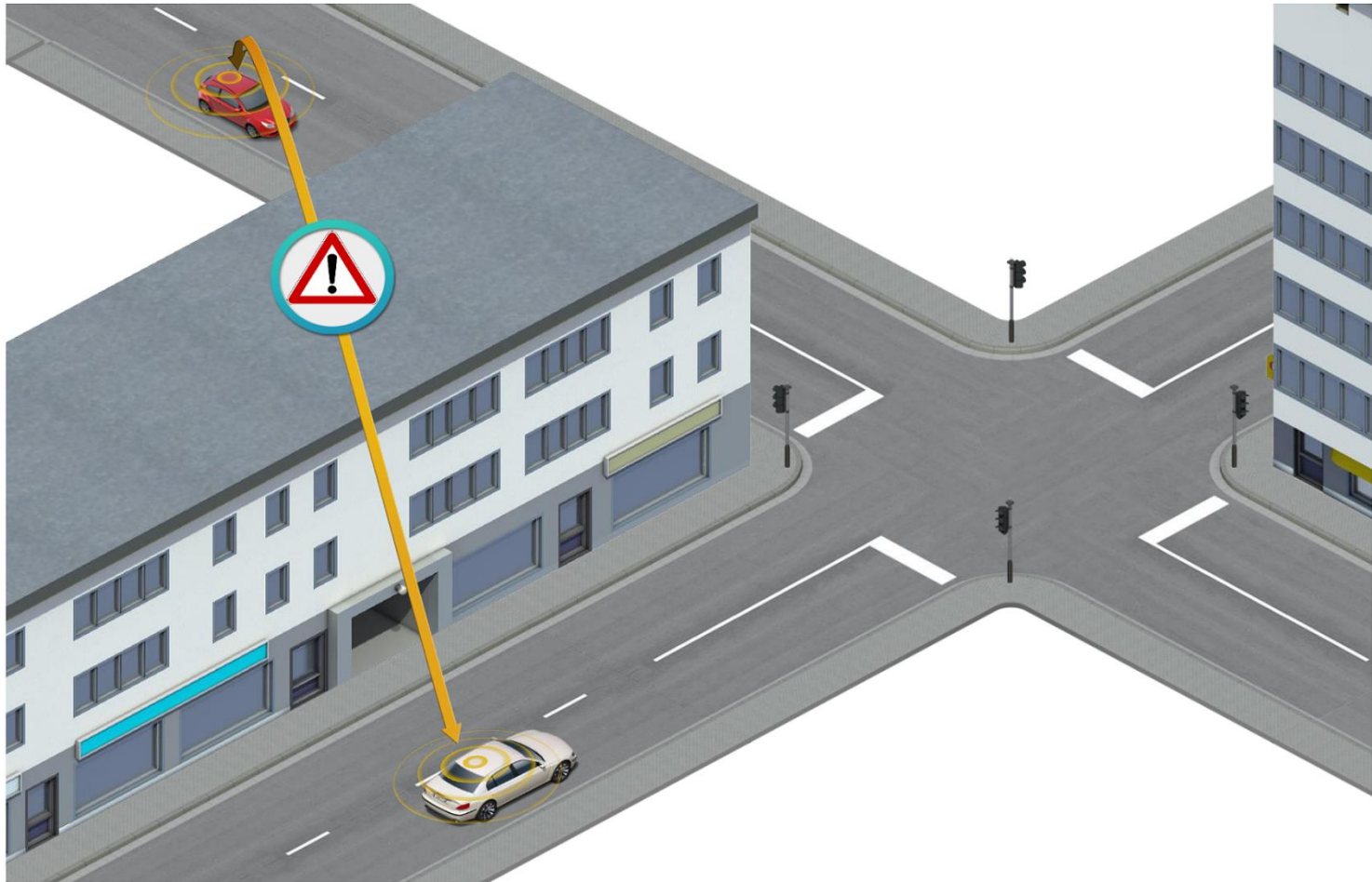


Figure: © CAR 2 CAR Communication Consortium

Road Works Warning / Hazardous Location Warning / Human Presence on the Road

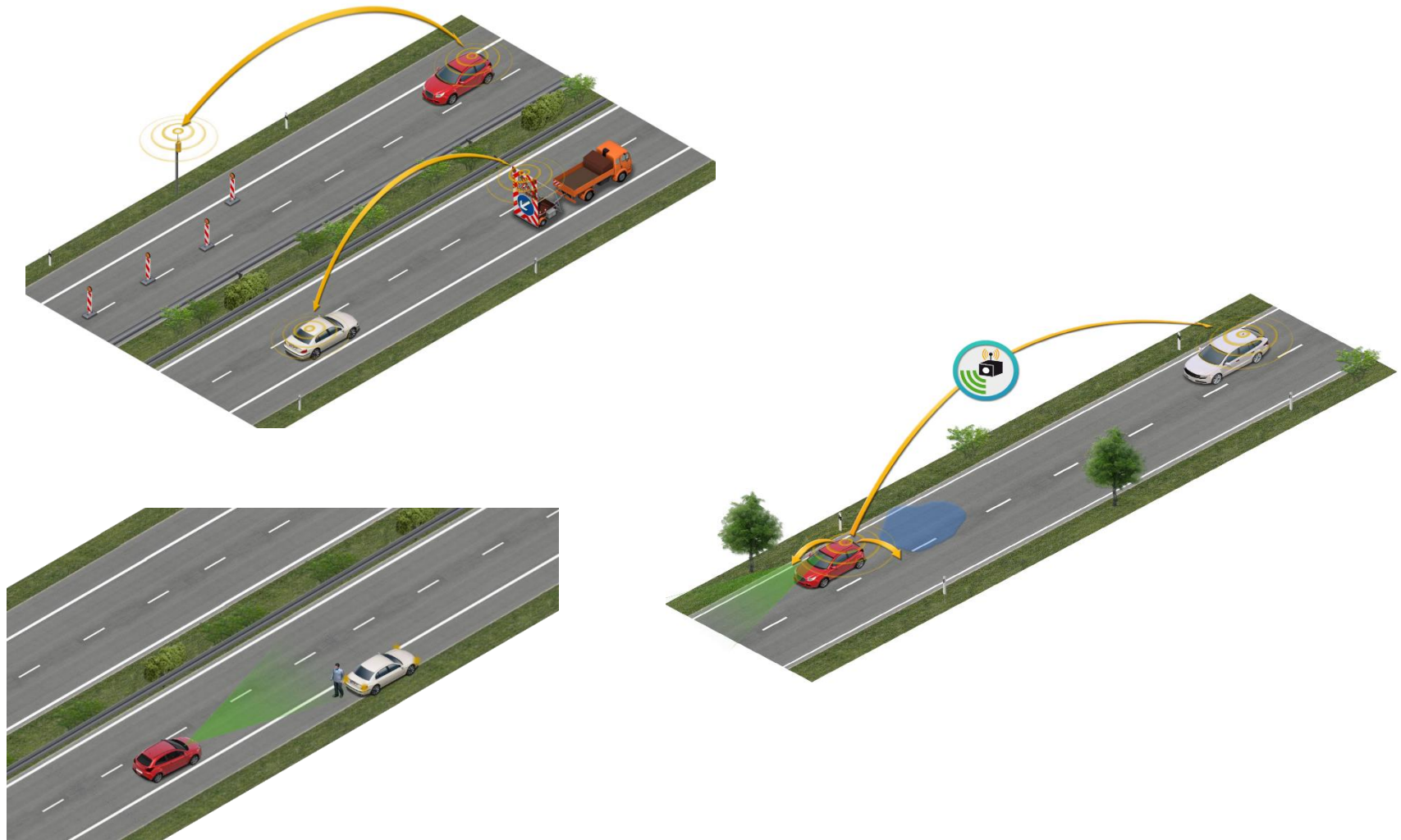


Figure: © CAR 2 CAR Communication Consortium

Green Light Optimized Speed Advise / Time to Green / Red Light Violation

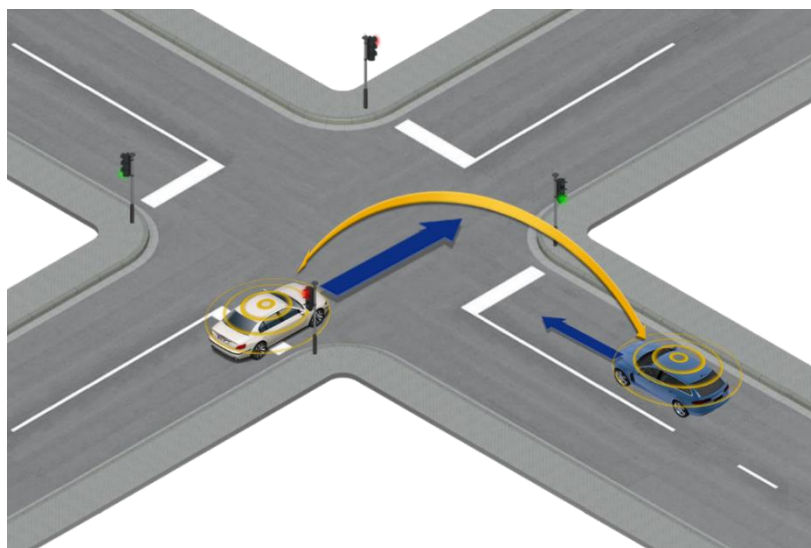
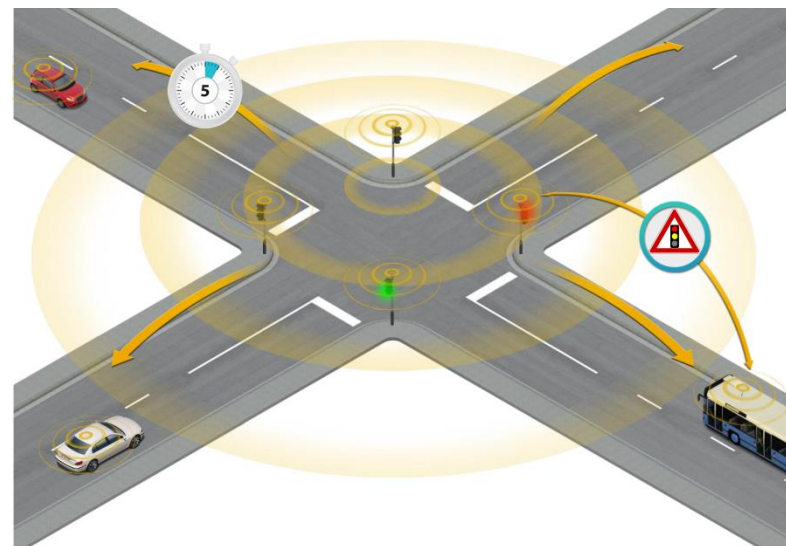
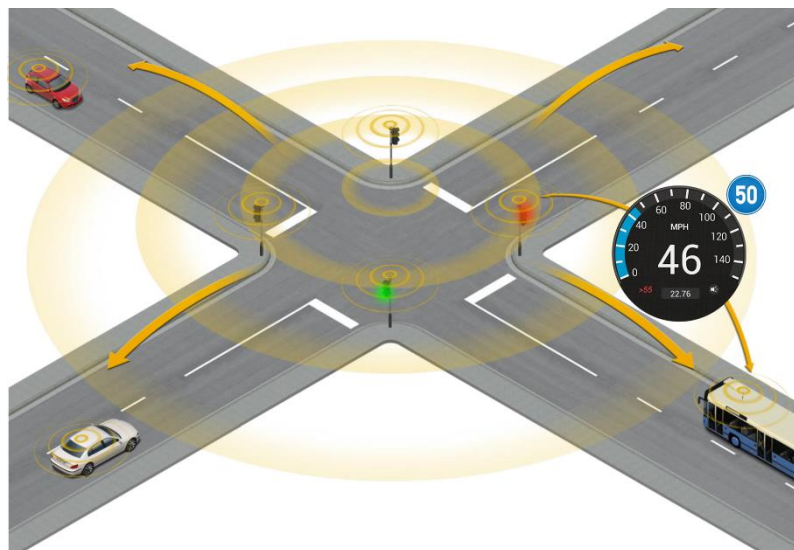


Figure: © CAR 2 CAR Communication Consortium

Signal Priority

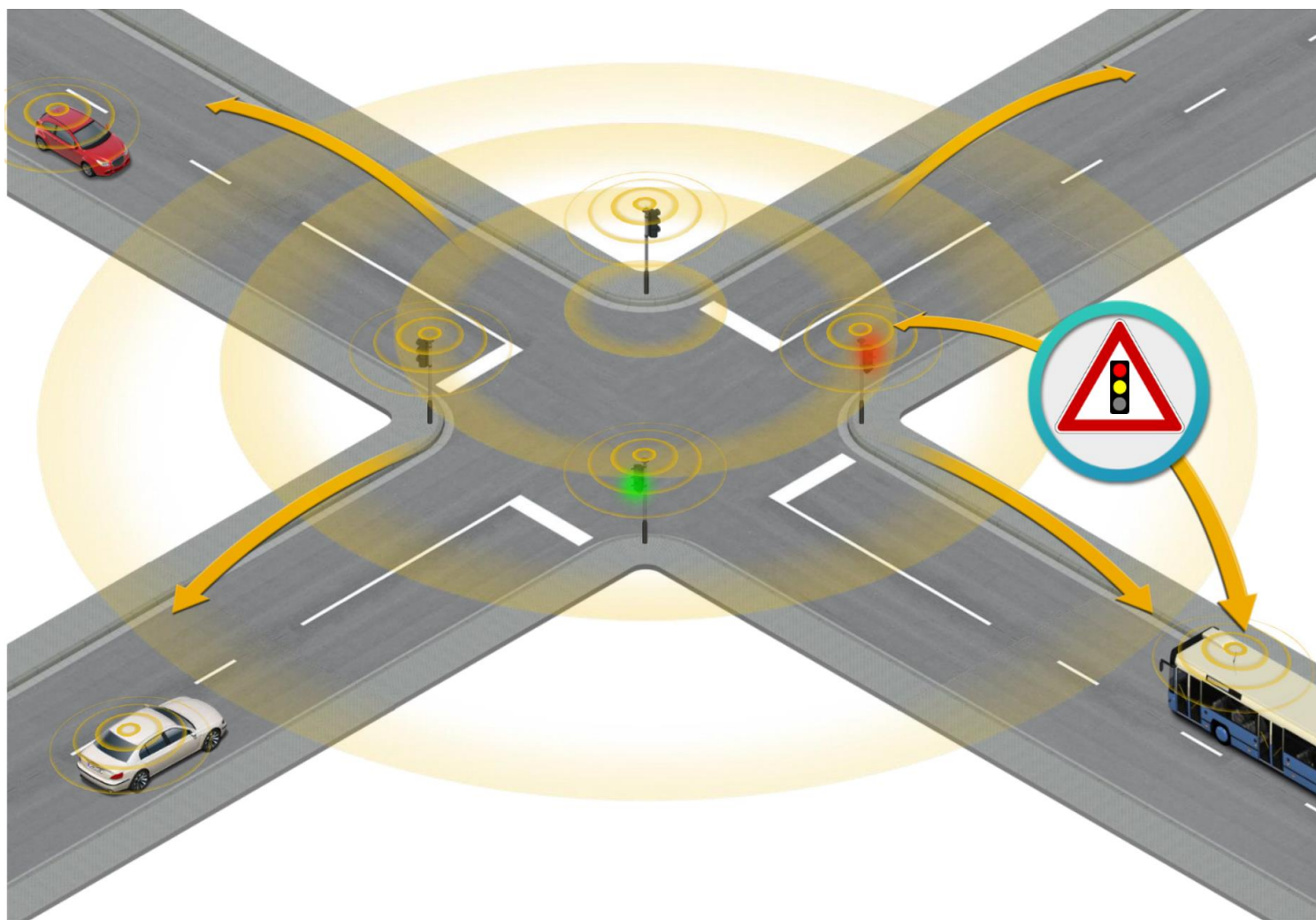
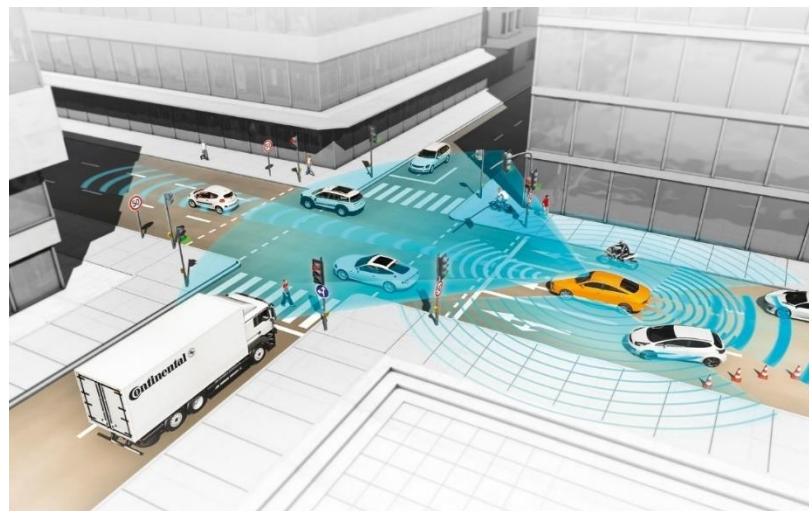


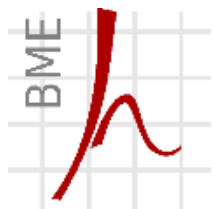
Figure: © CAR 2 CAR Communication Consortium

- A kooperatív járműkommunikációs technológiák valódi, használható eszközt adnak a kezünkbe a zéró vízió valóra váltásához, speciális alkalmazások támogatásához és az autonóm járművek tökéletesítéséhez



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

commsignia



Hálózati Rendszerek és
Szolgáltatások Tanszék

Dr. Bokor László

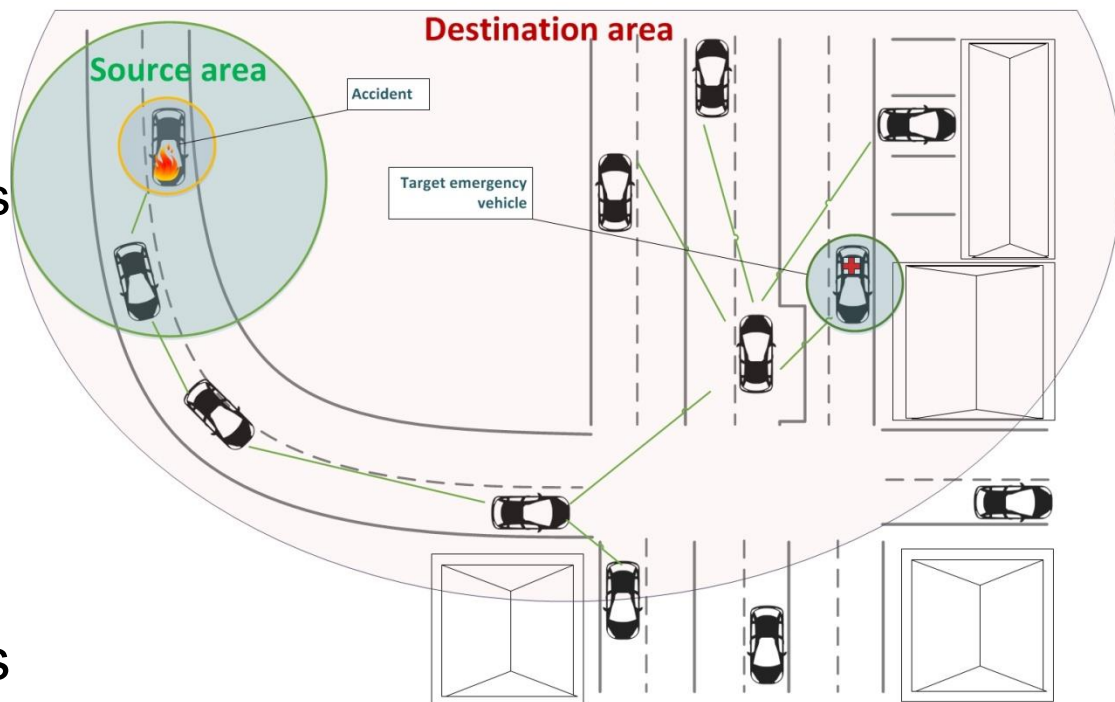
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
egyetemi adjunktus, kutatócsoport-vezető

bokorl@hit.bme.hu

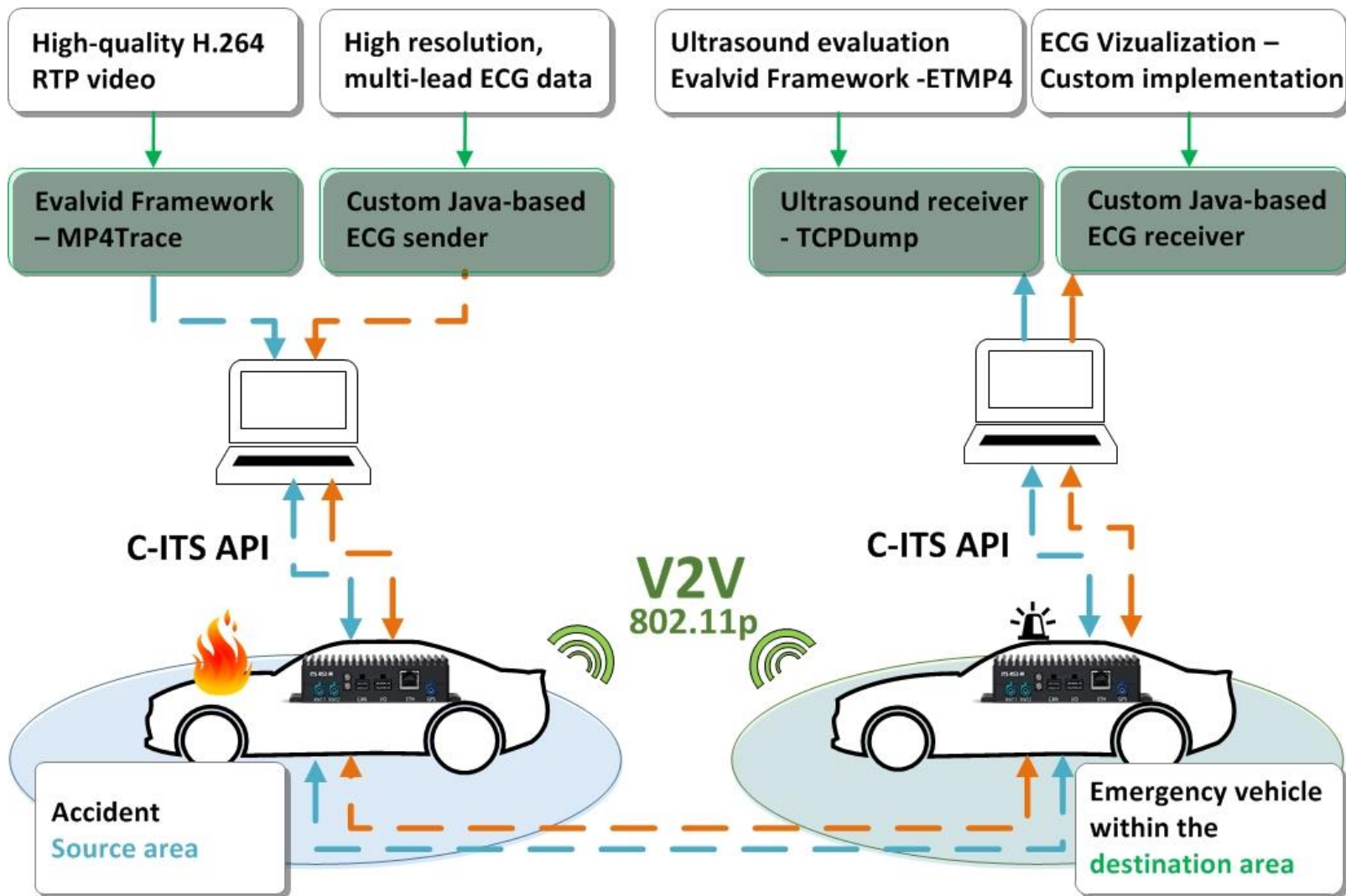


ESETTANULMÁNY: ORVOSI ADATOK V2X ÁTVITELE

- Valós idejű adatgyűjtés baleseti helyszínekről
 - Baleset súlyosságának pontos megállapítása
 - Reagáló egységek pontos felkészítése
- Különböző orvosi multimédia adatok (pl. valós idejű videó és ECG, egyéb szenzoradat)
- V2X továbbítás, GeoNet alapú földrajzi pozicionálás (pl. a baleset 10 km-es körzetében minden mentőautó)

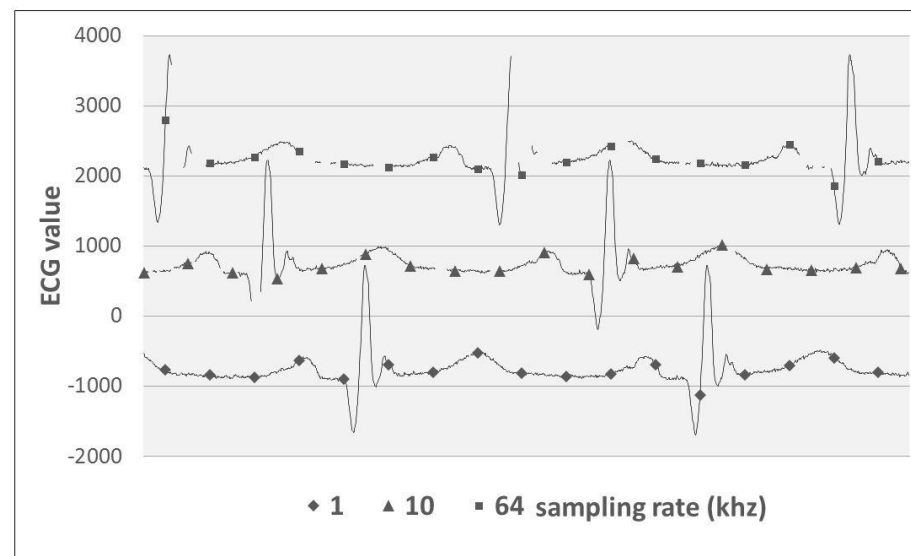
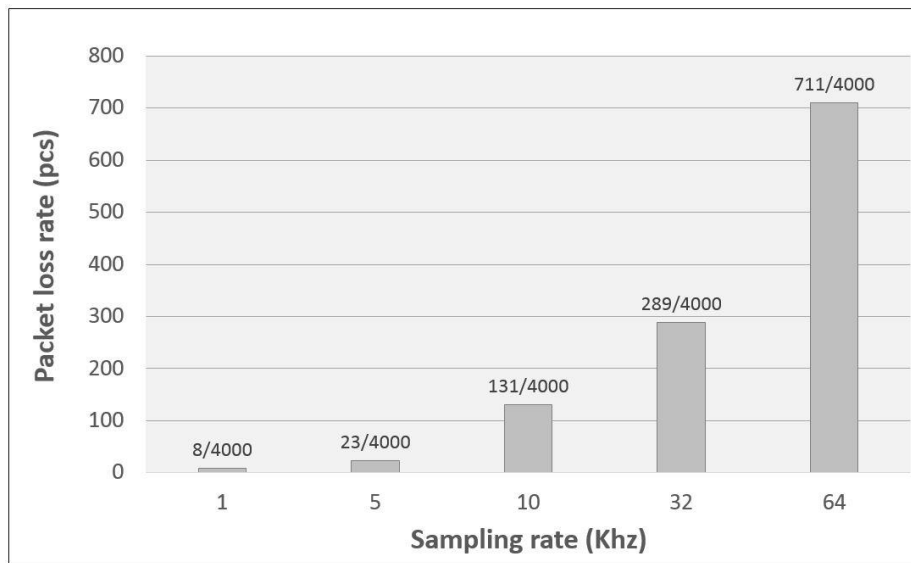


Mérési környezet



Medical multimedia transmission over ITS GN protocol

Eredmények - ECG



Eredmények – Valós idejű videó

