AZ INFRASTRUKTÚRA ÉS A GAZDASÁG TÁVLATAI 2020 ELŐTT



Edutus Egyetem
Tatabánya, Stúdium tér 1.

Főszerkesztő:
Némethné Dr. Gál Andrea

Felelős szerkesztő:
Forrai Márta

Szerkesztette:
Vigh László PhD

MINDEN JOG FENNTARTVA

A mű egészének, vagy bármely részének másolása, sokszorosítása,
valamint információszolgáltató rendszerben történő tárolása
és továbbítása csak a kiadó engedélyével megengedett

Lektorált

ACTA PERIODICA 17. KÖTET

EDUTUS EGYETEM KIADÁSA

www.edutus.hu

ISSN 2063-501X

2019. augusztus

Tartalomjegyzék

EGYÉNRE SZABOTT ORVOSI IMPLANTÁTUM TERVEZÉSI KÉRDÉSEI
FICZERE PÉTER PHD - BORBÁS LAJOS PhD 4

AZ OKOZATI ÖSSZEFÜGGÉS ÉRTÉKELÉSE AZ ÖNVEZETŐ JÁRMŰVEK VONATKOZÁSÁBAN, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A DEEP LEARNING MŰKÖDÉSÉRE
DR. CSITEI BÉLA..... 19

PIACSZEGMENTÁLÁS A VÁLASZTÁSOKON – A VÁLASZTÓI MAGATARTÁS MODELLJE
DR. DEÉS SZILVIA 34

A KOMPLEX ITS ÖKOSZISZTÉMA ALAPJAI
BÓDI ANTAL - DR. MAROS DÓRA PhD 48

EGY REGIONÁLIS FELSŐOKTATÁSI INTÉZMÉNY SIKEREI A VÁLLALKOZÓ EGYETEM MEGVALÓSÍTÁSÁBAN
AZ EDUTUS EGYETEM MŰSZAKI INTÉZETÉNEK PÉLDÁJA
DR. PEREDY ZOLTÁN..... 71

DIE AUSWIRKUNGEN DES EINDRINGENS DER AUTONOMEN FAHRZEUGEN HINSICHTLICH WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT
SZUJÓ KRISZTINA..... 96

VERSENYHELYZET A BUDAPEST-ZALAEGERSZEG VASÚTI ÉS AUTÓBUSZKÖZLEKEDÉSBEN
ÁCS BALÁZS..... 118

JÁRMŰKOMMUNIKÁCIÓ JELENTŐSÉGE A TEAMMATE KONCEPCIÓBAN
KNAPP ÁDÁM – JAKÓ ZOLTÁN PhD 143

A V2G ÉS OCPP ALAPÚ OKOSTÖLTÉS KONCEPCIÓJA ÉS KONFORMANCIA VIZSGÁLATA
KNAPP ÁDÁM – JAKÓ ZOLTÁN PhD 155

JÁRMŰKOMMUNIKÁCIÓ JELENTŐSÉGE A TEAMMATE KONCEPCIÓBAN

Knapp Ádám
adam.knapp@broadbit.net

Jakó Zoltán PhD
zoltan.jako@broadbit.net
BroadBit Hungary Kft.tudományos munkatársak

Absztrakt

A cikkben bemutatjuk a TeamMate, azaz a csapattárs koncepciót, ami az emberi sofőr és az önvezető jármű között újfajta együttműködését testesíti meg. Ahhoz, hogy ez az együttműködés minél hatékonyabb legyen, az autónak és rajta keresztül a vezetőnek értesülnie kell környezetéről és a várható közlekedési szituációkról. Ezt nagyban segítheti járműkommunikáció, amikor a több közlekedési résztvevő, illetve az infrastruktúrához tartozó rádiós egységek releváns információval látják a csapattárs funkciókkal rendelkező autót. Jelen munkában ismertetjük az ETSI ITS-G5 alapú járműkommunikáció alapjait és különböző felhasználási eseteken keresztül kiemeljük a jelentőségét a fenti koncepcióban.

Abstract

The paper presents the TeamMate concept that means novel cooperation methods between the human driver and the autonomous car. To make this cooperation effective, the car and through it the driver have to be aware of the ambience and the upcoming traffic situations. The vehicular communication technologies are able to support this approach, i.e. the other participants of the transportation and radio equipment of the infrastructure provide relevant information for the TeamMate car. The present work briefly introduces the ETSI ITS-G5 based protocol stack and highlights its importance in the TeamMate concept using different use cases.

1. Bevezetés

A személyautókban található automatizált funkciók száma évről évre növekszik. Számos funkciót fejlesztettek ki a vezetés biztonságának és hatékonyságának fokozására. Szimulációs vizsgálatok és az utcai tesztek azt mutatják, hogy a jelenlegi fejlett vezetéstámogató segédrendszerek (advanced driver assistance systems – ADAS), mint például az adaptív tempomat, növelik a forgalom hatékonyságát (Van Arem, 2006), és pozitív hatásuk van a közlekedés biztonságra (Kessler, 2012). Ugyanakkor, annak érdekében, hogy ez a tendencia folytatódjon, fontos további funkciók megvalósítása. Az autógyártók és beszállítók aktuális ütemtervei 2020-ra jelzik előre az automatizált járműveket, első ütemben főleg az

autópályákon. A következő évtizedekben ezt folytatva a teljesen, illetve nagy mértékben automatizált vezetés a vidéki utakra és a belvárosi helyzetekre is ki fog terjedni.

Mindazonáltal az emberi tényező sokáig a rendszer része marad több okból is. Először is, az elkövetkező nagyjából 10 évben az automatizmusok nem fognak tudni megbirkózni a sokszor rendkívül összetett forgalmi helyzetekkel, mint például a sűrű városi forgalom. A járművek helyzetmegértése és előrejelzési képességei sokkal kevésbé kifinomultak, mint az emberi vezetőké. Következésképpen az automatizmus egyértelműen túlterhelté válik bonyolult és váratlan helyzetekben (azaz, például ha más közlekedési résztvevők megszegik a közlekedési szabályokat), és szükségük lesz a vezető támogatására. A jelenlegi automatizált rendszerek, például a Google autói (The New York Times, 2015), arra vannak programozva, hogy kövessék a törvény betűjét, és az egyik legnagyobb fejlesztési kihívás, hogy beengedjük őket egy olyan világba, amelyben az emberek sokkal rugalmasabb viselkedésre hajlandóak. Másodszor, még olyan helyzetekben is, ahol az automatizált vezetés lehetséges, a gépjárművezető a manuális vezetést preferálhatja, vagy az automatizmus kérheti bizonyos vezetési műveletek átvételét, hogy optimalizálja a saját és a sofőr terhelési szintjét. Harmadszor, hosszú időn át változatos automatizálási szinttel rendelkező autók keveréke lesz az utakon (az automatizmus mentes járműtől kezdve a magasan, illetve teljesen automatizált járművekig), és a kevésbé automatizált járművek vezetőinek együtt kell működnie az automatizált járművekkel.

Ennek következtében a jövőbeli bonyolultabb és még több automatizált funkcióval rendelkező járművek sikere attól is függ, hogy mennyire jól kommunikálnak és működnek együtt az emberekkel mind a járművön belül, mind azon kívül. Az együttműködés és a kommunikáció minősége erősen meghatározza a vezetők bizalmát az automatizált rendszerek iránt. Ahhoz, hogy a magasan automatizált járművek piaci bevezetését és a bennük működő automatizált funkciókat teljesen ki lehessen használni a közlekedés biztonságának és hatékonyságának növelése érdekében, a sofőröknek kellőképpen meg kell bízniuk ezekben a rendszerekben. Különböző tanulmányok (Lee, 1992), (Lee, 2004) azt mutatják, hogy jelentősen késleltetheti az automatizálási technológiák elfogadását, ha nincs meg a bizalom az automatizált környezet és az ember között. A kalibrált bizalom, ami a tényleges automatizálási állapotnak és képességeknek megfelelő megbízhatósági szintet jelenti, támogatja a rendszerek helyes alkalmazását. Ez a kalibrált bizalom megköveteli, hogy a vezető kellően értse az aktuális szituációt és az automatizálás jelenlegi képességeit és korlátait, valamint, hogy teljes mértékben tisztában legyen az automata funkciók viselkedésével. Ezután a sofőr tudja, mikor

támaszkodhat a rendszerre, valamint készen áll arra, hogy szükség esetén részben vagy egészben átvegye a vezetési feladatokat. Hasonlóképpen, a kevésbé automatizált járművek emberi vezetőinek meg kell érteniük és számítaniuk kell más, magasabban automatizált járművek viselkedésére. Ezért az automatizmusnak érthető és kiszámítható módon kell viselkednie, mint ahogy egy ügyes, tapasztalt és biztonságosan vezető emberi sofőrnek.

A jelenlegi vezető segítő rendszerek kommunikációs képességei többnyire figyelmeztetésekre és egyszerű üzenetekre korlátozódnak, mint például „csökkentsd a sebességet" vagy „hajts le az autópályáról". Új ember-gép együttműködési technikák, mint például az emberi állapot és a szándék kikövetkeztetése, a sofőr modellezése, a személyre szabott természetes ember-gép kommunikáció és az ökológiai interfész tervezés, ígéretes eredményeket mutatnak más területeken, mint például a légi közlekedés. Az első próbálkozások ezekkel kapcsolatban az autóipar területén is megtörténtek már. Ezeket a modern technikákat a következő szintre szeretnénk vinni azáltal, hogy kiterjesztjük és ötvözzük ezeket, hogy érthető, kiszámítható és ellenőrizhető automatizálási rendszereket építésünk. Az AutoMate konzorcium elképzelt rendszerek fokozzák a biztonságot az automatizált funkciók és az emberi vezető erősségeinek dinamikus, helyzetfüggő módon történő használatával. Az automatizálást a járművezető társának vagy „csapattársának" (angolul teammate) értjük és tervezzük, ami a koncepcióink alapját adja. Az ilyen típusú rendszerek megbízhatók és a vezetők által is elfogadhatók lesznek, illetve felkeltik az olyan sofőrök figyelmét, akik hajlandók ilyen rendszerek megvásárlására és megfelelő használatára. Így az automatizált vezetési rendszerek teljes mértékben kihasználhatók és kereskedelmi szempontból hasznosíthatók lesznek.

Ezek alapján egyértelmű, hogy a jármű-jármű (Vehicle-to-Vehicle – V2V) és a jármű-infrastruktúra (Vehicle-to-Infrastructure – V2I) kommunikáció nagyon fontos technológia a fenti célok elérése érdekében. A cikkben bemutatunk néhány járműkommunikációs felhasználási esetet, amik jelentősen hozzájárulnak a csapattárs koncepció megvalósításában.

A cikk a következőképpen épül fel. A 2. fejezetben áttekintjük az önvezető járművek evolúcióját kommunikációs szempontból. Ez után bemutatjuk az általunk alkalmazott járműkommunikációs technológiát a 3. fejezetben. A 4. fejezet részletezi a felhasználási eseteket. Végül az 5. fejezetben összegezzük a leírtakat.

2. Önvezető járművek fejlődése

Ebben a fejezetben röviden összefoglaljuk azt, hogy hogyan fejlődtek az önvezető autók a kommunikációs képességeiket figyelembe véve.

Az önvezető járműveket általában az önvezető funkciók és képességek szintje szerint szokták osztályozni. Ez a skála 5+1 szintet tartalmaz és a legalsó az önvezetésre képtelen, hagyományos autókat, míg a legfelső szintje a teljesen önvezető járműveket jelenti (SAE, 2017). Az alábbi felsorolás röviden ismerteti az egyes szinteket:

0. szint, nincs automatizáltság: az emberi járművezető végez minden vezetési műveletet folyamatosan. A jármű teljes mértékben emberi irányítás alatt áll.
1. szint, járművezetés támogatása: A járművezetés-támogató rendszer a kormányzási vagy a fékezési/gyorsítási műveletet átveheti, illetve segítheti a biztonságosabb működtetést. Ugyanakkor a jármű teljes mértékben emberi irányítás alatt áll.
2. szint, részleges automatizáltság: A vezetéstámogató segédrendszer(ek) a kormányzási és a fékezési/gyorsítási funkciókat egyszerre átvehetik, illetve segíthetik a biztonságosabb működtetést. Mindemellett a jármű teljes mértékben emberi irányítás alatt áll.
3. szint, feltételes automatizáltság: Automata önvezető funkciók irányítják az összes dinamikus vezetési műveletet feltételezve, hogy szükség esetén az emberi sofőr megfelelően reagál egy beavatkozási kérésre vagy át tudja venni a jármű vezetését.
4. szint, magas szintű automatizáltság: Automata önvezető funkciók irányítják az összes dinamikus vezetési műveletet, még akkor is, ha az emberi vezető nem megfelelően reagál egy beavatkozási kérésre.
5. szint, teljes automatizáltság: Automata önvezető funkciók irányítanak minden dinamikus vezetési műveletet folyamatosan. Minden olyan közlekedési szituációt képes kezelni, ami emberi sofőröktől is elvárható. A jármű önállóan ember, illetve vezető nélkül is közlekedhet.

Egy másik megközelítésben az önvezető autókat osztályozhatjuk kommunikáció, illetve együttműködés szintje szerint is. Hagyományos értelemben az önvezető jármű a beépített szenzorok segítségével folyamatosan, de önállóan monitorozza a környezetét, és önállóan hoz döntéseket. Ilyen esetben nincs járműkommunikációs megoldás alkalmazva, legfeljebb hagyományos cellás mobilhálózati kapcsolattal rendelkezik az autó.

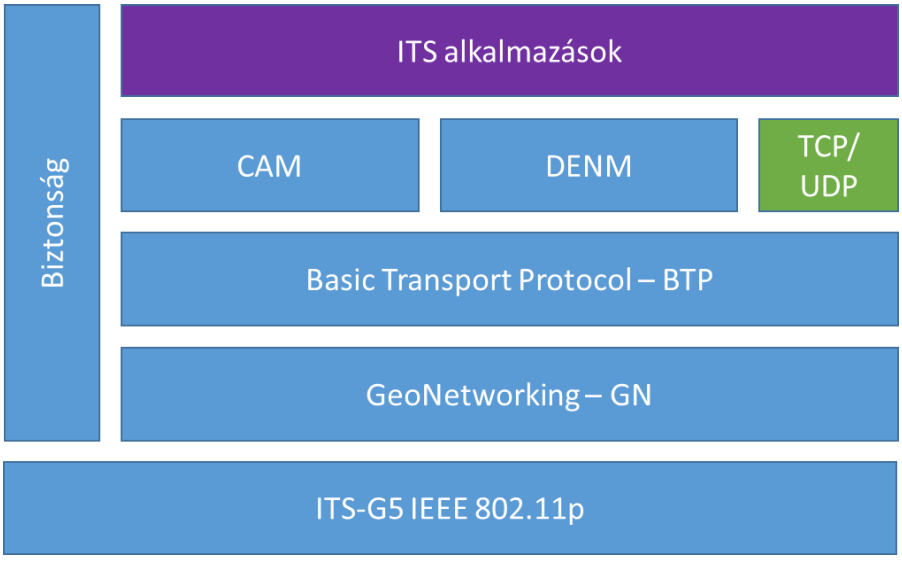
Ehhez képest a kapcsolatban álló (connected cars) járművek koncepciója sokkal többet ígér, hiszen a hagyományos szenzorok kiegészülnek egy kommunikációs egységgel, ami pontos és

releváns információkkal szolgál a környezetről és a többi közlekedőről. A járműkommunikációs technológiák fel vannak szerelve biztonsági megoldásokkal, ezért megbízható forrásnak tekinthetők. Ezzel szemben a hagyományos érzékelőkből (LIDAR, RADAR stb.) származó adatok különböző körülmények között különböző bizonyossággal rendelkeznek. A járműkommunikáció további előnye, hogy viszonylag nagy távolságra (az általunk használt ETSI ITS-G5 alapú rendszer esetén kb. 500 méterre) is működik. Így lehetőség van arra, hogy a közlekedési (pl. elakadt jármű, dugó stb.) vagy egyéb külső (pl. jegesedés, olajfolt stb.) körülményről az autó időben értesüljön és felkészítse, illetve figyelmeztesse akár az emberi, akár a gépi vezetőt. Az ilyen típusú kommunikáció sajátja a periodikus, valamint a figyelmeztető üzenetek. Az üzenetek közvetlenül, illetve megfelelő cellás kapcsolaton keresztül is eljuthatnak a címzetthez.

Végül a harmadik kategóriába az együttműködő (cooperative cars) járműveket sorolhatjuk. Ebben az esetben a járművek nem csak a jelenlétükre, illetve szándékaikra figyelmeztetik a többi autót, hanem közösen, elosztott módon kezelik és határozzák meg a közlekedési szituáció megoldását. Ezekhez természetesen speciális üzenetek is tartoznak. Ebbe a csoportba tartoznak a járműkövetés (platooning), a kooperatív manőverek, illetve a kooperatív adaptív sebességszabályozás felhasználási esetei. Ilyenkor a kommunikációs technológiától függően szintén beszélhetünk közvetlen és cellás kapcsolaton keresztüli üzenetküldésről.

3. Járműkommunikációs rendszer

A fejezetben röviden ismertetjük az Európai Távközlési Szabványosítási Intézet (European Telecommunications Standards Institute – ETSI) ITS-G5 alapú kommunikációs rendszerét.



5. ábra: ETSI ITS-G5 protokoll architektúra

Az *5. ábra* az ETSI ITS-G5 protokoll architektúrát szemlélteti. A legalsó, fizikai és közeghozzáférési réteget az IEEE 802.11p valósítja meg. Ez a szabvány a Wifi-hez hasonlóan működést definiál az 5,9 GHz-es frekvenciatartományban. A segítségével járműves ad-hoc hálózatot (Vehicular Ad-hoc Network – VANET) lehet létrehozni.

Fölötte a GeoNetworking (GN) protokoll áll, ami a hálózati rétegbeli funkciók megvalósításáért felelős. Sajátossága, hogy használatával képesek vagyunk geolokációs címzésre és üzenetterjesztésre, ami nagyban segíti, hogy a felsőbb rétegekből származó információk csak a releváns földrajzi területen legyenek szétküldve, illetve fogadva. Például egy útfelújításról szóló figyelmeztető üzenetre beállítható, hogy a munkaterület körüli néhány száz méteres sugarában továbbítódjon a járművek között.

A Basic Transport Protocol (BTP) a hagyományos szállítási rétegnek feleltethető meg. Feladata, hogy végpontok közötti, kapcsolatmentes szállítási szolgáltatást nyújtson az intelligens közlekedési rendszer (Intelligent Transport System – ITS) hálózatában. Emellett multiplexeli és demultiplexeli a felsőbb szintről (ITS Facilities réteg) származó üzeneteket. Hasonlóan a TCP/UDP protokollokhoz, a BTP is rendelkezik egy port számmal, amik a felsőbb rétegbeli funkciókhoz, üzenetekhez tartozhatnak. Például ahogy a TCP 21-es portja az FTP-hez, úgy a BTP 2002-es portja a Decentralized Environmental Notification Message (DENM) üzenetekhez van rendelve.

A BTP felett található az ún. facilities réteg, ami különböző, már lényegesen specifikusabb szolgáltatásokat és üzeneteket tartalmaz. Ezek közül a csapattárs koncepció szempontjából a két legfontosabb a Cooperative Awareness Message (CAM) és a DENM. Ezek mellett opcionális használhatók a TCP/UDP protokollok is hagyományos adatátvitelre.

A CAM üzenet az állapotadatok (alapállapot, pozíció, aktuális sebesség, irány stb.) periodikus küldésével biztosítja a szomszédos járművek számára, hogy ismerjék a küldő fél helyzetét, „tudatában legyenek létezésének”. Mivel ezt az üzenetet minden ETSI ITS-G5 járműkommunikációt alkalmazó jármű rendszeresen sugározza, ezért ezt sokrétűen fel lehet használni a vezetéstámogató rendszerektől kezdve az önvezető funkciókig (pl. holttérfigyelés, ráfutásveszély figyelmeztetés, elakadt/álló autóra való figyelmeztetés, sávváltás stb.). A csapattárs koncepció szempontjából az előzéses szituáció különösen érdekes. Ilyen esetben előre értesülhetünk arról, ha egy lassú jármű halad előttünk, amit jó eséllyel meg szeretnénk előzni, valamint arról is, ha szemből közeledik valami, ami megakadályozhatja a manővert.

A DENM üzenet lehetővé teszi különböző hasznos információk közvetítését, amik a közúti közlekedési körülményekhez kapcsolódnak, mint például időjárással összefüggő figyelmeztetések (jegesedés, erős szél stb.), torlódásra, útmunkákra figyelmeztető információk stb. Utóbbi szintén a csapattárs koncepció egy alaposan körüljárt esete, ugyanis a napjainkban elérhető önvezető járművek tipikusan nem tudnak mit kezdeni egy sávelhúzással járó útmunkával, mert a felfestések megváltoznak vagy akár nem is látszanak. Ez azt eredményezi, hogy valahogy megpróbálják visszaadni vezetési műveleteket az emberi sofőrnek vagy ún. minimális kockázatú manővert hajtanak végre, ami az elakadásjelzővel való lehúzódást és megállást jelenti általában. Ez a megoldás azonban a korábban említett, önvezető funkciókba fektetett bizalom kárára mehet, ugyanis egy egyszerű hangjelzés alapján nem biztos, hogy a vezető megérti, mit kellene tennie, és csak azt észleli, hogy a jármű megáll és nem megy tovább.

Végül az *5. ábra* legfelül találhatók az ITS alkalmazások, amik igénybe veszik a facilities réteg által kínált szolgáltatásokat és üzeneteket. Ezek lehetnek biztonsági, vezetéstámogató vagy akár önvezetéshez kifejlesztett alkalmazások is.

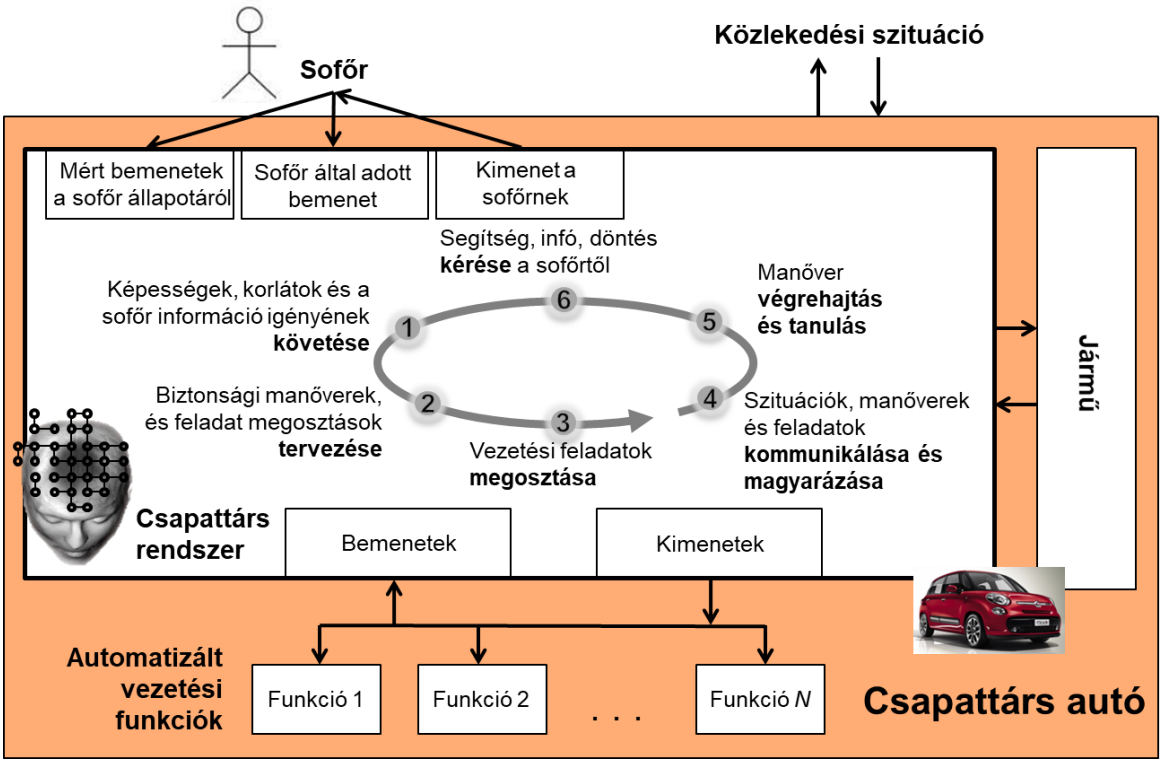
Megemlítjük, hogy a fenti architektúra mellett másfélék is léteznek. Több szabványosítási szervezet is dolgozik járműkommunikációs megoldásokon. Ezekről részletesebben a (Jakó, 2019) könyvben olvashatók részletek.

4. Csapattárs koncepció és felhasználási esetei

A fejezetben részletezzük a csapattárs ötletét és bemutatjuk az alaposan megvizsgált felhasználási eseteket.

A *6. ábra* illusztrálja az elképzelt csapattárs koncepciót, ami hat pillérre épül. Az első a jármű képességeinek és korlátjainak figyelembe vétele, ami azt jelenti, hogy az autó felismeri az olyan közlekedési szituációkat, amivel nem képes önállóan megbirkózni. Ezt egészíti ki az emberi sofőr állapotának, figyelmességének monitorozása és ez alapján az információ igényeinek meghatározása. A második pont a biztonsági manőverek és a lehetséges feladatmegosztás folyamatos tervezése. Erre azért van szükség, hogy a már említett minimális kockázatú manővert bármikor képes legyen végrehajtani a jármű. Ezt követi a vezetési feladatok megosztása, azaz amikor az emberi vezető és az autó is különböző vezetési feladatokat lát el egyidőben, például a kormányázás a sofőr feladata, míg a sebességet a jármű felügyeli. A negyedik lépés a szituációk, manőverek és feladatok kommunikálása és elmagyarázása az emberi vezető számára. Ez azért fontos feladat, mert ahogy korábban

említettük, a bizalmat az önvezető funkciók felé az alapozza meg, ha a sofőr, illetve az utas pontos tudja, hogy mit csinál a jármű és miért, valamint, hogy mit vár el az emberi vezetőtől. Itt például arra lehet gondolni, hogy az autó azt kéri a sofőrtől, hogy vegye vissza vezetési műveleteket, mert egy útfelújításhoz közelítenek.



6. ábra: Csapattárs koncepció

Az ötödik pont a manőver végrehajtása és a tanulás. Miután a jármű elmagyarázta a végrehajtandó manővert, és esetleg jóváhagyást is kért az emberi vezetőtől, végre is kell hajtania azt az eltervezett módon. A tanulás abban segít, hogy a sofőr személyétől függően, az autó testreszabott módon kommunikálja közlekedési szituációt, illetve kérjen segítséget a vezetőtől. Ez végső soron ismét a bizalom fokozását szolgálja, hiszen a jármű valamelyest alkalmazkodik a sofőr igényeihez és preferenciáihoz. Végül, a hatodik lépés a bemenet kérése a vezetőtől. Ez lehet utasítás vagy döntés, illetve visszajelzés a jármű kérésire.

A koncepciót három közlekedési szituáció, vagyis felhasználási esetben vizsgáltuk meg. Ezek szándékosan olyan esetek, amikkel a jelenleg működő önvezető autók nem vagy csak nagyon nehezen boldogulnak. Így a jármű kisegítésének lehetőségei, valamint az emberi sofőr és az autó csapattársként való együttműködése jól elemezhetők.

Az első közlekedési szituáció az előzés, ami az egyik legkockázatosabb közlekedési manőver. Sok esetben a hagyományos szenzorok nem képesek az elől haladó jármű elé látni, ezért az

önvezető üzemmódban haladó autó nem képes önállóan eldönteni, hogy biztonságos-e az előzés. Ilyenkor, a sofőr preferenciáinak figyelembe vételével, kommunikálja a szituációt és segítséget kérhet az észlelésben, azaz megkérdezi a vezetőtől, hogy szabad-e az út. A sofőr különböző módokon is jelezhet az autónak, hogy végrehajthatja a manővert, például egy gomb megnyomásával vagy egyszerűen a bajuszkapcsoló indexelési funkciójával. Ha a sofőr nem jelez, akkor egyszerűen követi az elől haladó járművet. Ugyanakkor a vezető bármikor visszaveheti a vezetési műveleteket, és akár manuálisan is végrehajthatja a manővert. Ilyen előzéses szituációnál a járműkommunikáció jelentősen csökkentheti az önvezető autó bizonytalanságát, illetve segítheti a szituáció elmagyarázását az emberi vezetőnek, míg mielőtt utolérnék az elől haladó járművet. CAM üzenetek használatával egyrészt az elől haladó jármű rendszeresen szétküldi az aktuális állapot információit, így előre látható, hogy kialakulhat-e előzéses szituáció. Másrészt pedig az esetlegesen szembe haladók is értesíthetik az előzéshez készülő autót. Emellett a jövőben várhatóan lehetőség lesz arra is, hogy az elől haladó jármű megossza a saját szenzoradatait, így a hátulról érkező jármű még pontosabb képet kaphat a környezetről. Az ilyen jellegű üzenetek és ehhez kapcsolódó szabványok még kidolgozás alatt állnak.

A következő közlekedési szituáció a sávelhúzással, vagy sávlezárással járó útmunka, ami szintén bonyolult eseménynek számít az önvezető autó szempontjából. A terelés, a táblák értelmezése, az útburkolati jelek figyelmen kívül hagyása mind-mind olyan eset, amivel a jelenlegi autók nagy valószínűség szerint nem boldogulnak. Tipikusan ilyenkor hangjelzéssel informálják az emberi vezetőt, különben pedig a minimális kockázatú manővert hajtják végre. A járműkommunikáció segítségével az útkarbantartó vagy az útfenntartó időben, előre jelezheti a közeledő járművek számára az útmunkát. A DENM üzenet számos releváns információt képes hordozni erről a közlekedési szituációról, így az autót és az emberi sofőrt is pontosabban fel lehet készíteni a várható eseményre. Az útmunkához kapcsolódó adatok többek közt a következők lehetnek: sebességkorlátozások és azok feloldása geokoordinátákkal kiegészítve, lezárt vagy elterelt sáv(ok), útmunka jellege (lassan haladó vagy álló), a terelés trajektóriája stb.

Végül a harmadik közlekedési szituáció a körforgalom. A ma elérhető önvezető autók a szenzorok korlátosságai miatt nem vagy csak nagyon nehezen képesek behajtani egy körfogalomba, különösen olyanba, ahol nincsenek sávfelfestések. Ez Európa sok országában jellemző. Ekkor kézenfekvőnek tűnik az emberi vezető „kihasználása”, azaz informálása a körforgalom megközelítéséről és topológiájáról, valamint a segítség kérése a behajtásban. Ezt

szintén kezelni lehet valamilyen természetes interakcióval, például gázpedálra lépéssel. A behajtást megkönnyítheti, ha az autó tisztában van a környezetében jelen lévő más jármű helyzetével. Ehhez ismét a CAM üzenet nyújthat segítséget. Ezen túlmenően azonban a járművek együttműködése is megoldást jelenthet. Ilyenkor a körforgalom haladó jármű egyeztethet a behajtani kívánó autóval, és enyhe lassítással hagyhat neki helyet a behajtásra. Hasonló kooperatív manőver a járműkövetés (platooning) esetén már rendelkezésre áll, de más szituációkra még nem terjed ki. A jövőben várható, hogy a szabványosítás ebbe az irányba is tovább halad, és a szükséges üzenetek és elosztott módszerek definiálva lesznek a hasonló kooperatív manőverekhez.

5. Összefoglalás

A cikkben bemutattuk a csapattárs koncepciót, ami új módon közelíti meg az önvezető járművek és a sofőrök együttműködését. A fejlett ember-gép interfésznek és a modern integrált technológiáknak köszönhetően a jövőbeli vásárlók könnyebben megbíznak az autó önvezető funkcióiban, hiszen folyamatosan nyomon követhetik, hogy mit és miért csinál a jármű. Ugyanakkor szükség esetén, az önvezető funkciók korlátjainak figyelembe vételével, az autó képes segítséget kérni a sofőrtől és a kellő információkkal ellátni, hogy a vezető minél gyorsabban és komfortosabban vissza tudja venni a vezetést. Ehhez elengedhetetlen a járműkommunikáció, mely pontos és releváns információkkal látja el az autót.

Természetesen az itt ismertetett innovatív koncepció és járműkommunikációs felhasználási esetek érdekesek, de még éveket kell várni arra, hogy piaci termékekbe akár hasonló is megjelenjen. A szabványosított V2X üzeneteket folyamatosan fejlesztik és bővítik, hogy egyre több közlekedési szituációt legyenek képesek kezelni, viszont ezek biztos, hogy nem egyszerre jelennek meg a jövő autóiban, hanem fokozatosan és apránként a biztonságot fokozottan szem előtt tartva.

Köszönetnyilvánítás

A cikk az Európai Unió H2020 kutatási- és innovációs program által finanszírozott „AutoMate: rEvolution in vehicle automation” nevű projekt keretében valósult meg. A projekt azonosítója No. 690705. A cikk tartalma csak a szerzők nézőpontját képviseli és az Európai Bizottságot nem terheli semmilyen felelősség a cikkben foglaltakkal kapcsolatosan.

This work is a part of the project AutoMate: rEvolution in vehicle automation that received funding from the European Union Horizon 2020 research & innovation programme under grant agreement No 690705. Content reflects only the authors’ view and European Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Irodalomjegyzék

Van Arem, Van Driel, Visser: The Impact of Cooperative Adaptive Cruise Control on Traffic-Flow Characteristics, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 7(4)/2006. 429-436.o.

Kessler, C. et al: EuroFot Deliverable D11.3. Final Report, 2012

The New York Times: Google's Driverless Cars Run Into Problem: Cars With Drivers, https://www.nytimes.com/2015/09/02/technology/personaltech/google-says-its-not-the-driverless-cars-fault-its-other-drivers.html, 2019. 07. 08.

Lee J., Moray N.: Trust, control strategies and allocation of function on human-machine systems, Ergonomics, 35(10)/1992. 1243-1270. o.

Lee, J. D., See, K. A.: Trust in Automation, Human Factors, 46(1)/2004. 50-80.o.

SAE: Automated driving, 2017, https://web.archive.org/web/20170903105244/https://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf, 2019. 07. 08.

Zoltán Jakó, et al: Vehicular communication – a technical review – In: Meng Lu: Cooperative Intelligent Transport Systems: Towards High-Level Automated Driving, IET Digital Library, 2019.