

Az autonóm járművek és a hagyományos autók kapcsolata

Tóth László* Dr. Kiss Gábor **

*Óbudai Egyetem,
Budapest (e-mail: lacko.toth55@ gmail.com)

**Óbudai Egyetem,
Budapest (e-mail: kiss.gabor@bgk.uni-obuda.hu)

Absztrakt: Kezdetben az ember nem gondolta volna, hogy feltalál egy olyan eszközt ami a mindennapjainkat fogja képezni. Napjainkban ez a eszköz szinte mindenhol megtalálható, vegyük példának az okos telefonokat vagy az okos televíziókat. Most már egyre több cég kezdte el fejleszteni az okos autókat. A jelenben járműveknek a szerepe csak annyi, hogy eljuttassanak minket “A”-ból – “B”-be, de a fejlődés és kényelem miatt ez megváltozott és ezért a mesterséges intelligencia vezeti az autót. Sok biztonsági kérdés és probléma adódhat és ezeknek egy részét fogjuk bemutatni cikkünkben.

1. BEVEZETÉS

A mai világban az ember eléggé elkényelmesedett, vegyük példának a okos telefonokat az okos televíziókat, és a fizető eszközöket is. Ez az elkényelmesedés kihat a közlekedésre is. A 21. században nagyon sok cég elkezdte tervezni a saját önvezető autóját amit a cikkünkben autonóm járműnek nevezünk. Ne feledkezzünk meg a manapság használt elődjéről sem a hagyományos autóról! Cikkünkben kitérünk az autonóm járművek felépítésére és mérőföldköveire. Ne feledjük el a jövőbeli együttélés lehetséges problémáit illetve jelen problémáit se. Bemutatjuk a kritikus pontokat az esetleg támadások gyenge pontjait illetve az esetleges megoldásokat is!

2. A SAE MODELL ISMERTETÉSE

A SAE (Society of Automotive Engineers) International 2014-ben egy szabvány formájában definiálta az autonóm gépjárművek terminológiáját, és ezen belül megfogalmazta azok szintjeit automatizáltság értelmében (Cunninghama et al, 2015). A szintek valójában azt mutatják meg, hogy a dinamikus vezetési műveletek hogyan oszlanak meg az ember és a gép között. A „0. szint” nincs automatizáltság, ami azt jelenti, hogy a gépjármű vezető teljesen magára van utalva minden tekintetben. Ez után pedig az „1. szint” következik ami igazából a támogató rendszereket fedi le, mint például fékezési, gyorsítási műveletet átveheti a kormányzással együtt, a jármű teljes emberi irányítás alatt áll. Az „5 szint” valójában az, hogy a jármű maga hoz döntéseket és képes felmérni a külső körülményeket, és mindig a vezető érdekeit helyezi előbbre a biztonság után. A teljes automatizáltságig alapvetően két evolúciós utat prognosztizálnak. Az első variációban az automatikus vezetési rendszerek fokozatosan fejlődve kerülnek beépítésre a hagyományos gépkocsikba. Ezen a fejlődési úton a járművezetők egyre több dinamikus vezetési műveletet engednek át az automata rendszereknek. A másik - minden valahol - variáció szerint viszont a

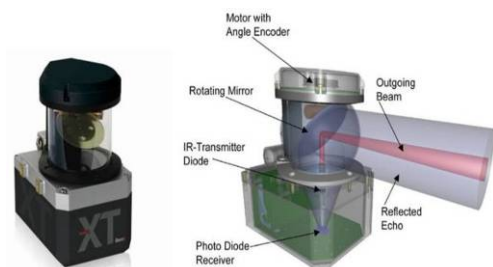
legmagasabb szintű automatizáltságú gépjárművek egyből bevezethetők és közlekedtethetők járművezető nélküli üzemmódban is a hagyományos autók mellett egészen addig, míg ki nem szorítják a régi, illetve részlegesen automatizált járműveket. Nem is kell olyan messzire mennünk Magyarországon is a 4-es metró már automatizált, de Tokióban és Chicagóban a villamosok egyrésze is.

Mások úgy gondolják, hogy a 3. szint a SAE modellben fölösleges. Egyes autógyártó cégek már alkalmazzák ezt a modellt illetve teljesen automatizálják prototípusaikat, úgy gondolják, hogy ha az embert kizárják a vezetésből, akkor biztonságosabb lesz az egész utazás (Favaro, et al, 2017). Alternatív megoldás része lehet, hogy elő hívjuk a SAE modell 4. szintjét, ami elősegíti a jármű vezetőnek, a helyes probléma megoldást. Az automatizált modellekben teljes körű hozzáférése van a mesterséges intelligenciának a kormányzásba illetve fékezésbe és a gyorsításba.

3. SZENZOROK ÖSSZESÉGE

A prototípusokon láthatóak kamerák, amelyek a sáv, illetve az infrastruktúra feltérképezésére szolgálnak. Ezek nem alkalmasak pontos távolságok megadására, ezért muszáj beszerezni egy szonárhoz hasonló eszközt, amit LIDAR szenzornak nevezünk. A LIDAR más néven lézer radar szenzor egy optikai távérzékelő technológia, amivel elsődlegesen a céltárgy távolságát lehet meghatározni, jellemzően lézerfény-impulzusok kibocsátásával (1. ábra). A probléma ezzel az eszközzel, hogy esőben, illetve ködben, nagyon pontatlan, mivel a lézerfény törik a vízcseppeken. Az ára is nagyon magas, bár tiszta időben a működési elvének köszönhetően, 3 dimenziósan feltérképezi a tárgyakat és a középpontjukat kijelöli, így nagyon pontosan méri a távolságukat. Azonban egy kamerát szükséges hozzácsatolni, mivel pontos alakot nem tud meghatározni, csak a tárgy középpontjának a távolságát a szenzortól. Szabotálsági lehetősége abban rejlik, hogy a LIDAR szenzort leöntjük

fekete festékkel vagy befestjük, a kamerákat pedig elég csak homályosítani, hogy teljesen felboruljon az autonóm jármű érzékelése. Ezt érzelve a jármű valószínűsíthetően, hogy nem indul el, így ezeket a sérülékenységeket kihasználva, helyhez köthető a jármű utasa.



1. ábra. LIDAR felépítése¹

4. AZ EMBERI FEJLŐDÉS ÉS A MODERN KÖZLEKEDÉS

Azt az okos telefonok, okos televíziók és most már az okos autók is bizonyítják, hogy az ember elkényelmesedett. A múlt század elején még az igás állatokat használták arra, hogy elvigyenek „A” pontból „B” pontba. A hagyományos járművel világa is a közeljövőben megváltozik, mivel nem egy cég kísérletezik a mesterséges intelligencia, illetve az autók kombinálásával.

Ha ezt a két kulcs dolgot összekapcsoljuk, akkor vajon nem lesz-e probléma a múlt- és jelenkori járművek között? Amikor bejöttek a benzinmotoros autók, kiszorították a lovakat illetve a lovas kocsikat, manapság ez a két forma mégis jól megfér egymás mellett. Figyelembe kell venni az autónak azt is, hogy egy hagyományos autóban, az emberi döntés hozásra lehet számítani. Jó példa erre, hogy a biztonságtechnikában is az ember, a leggyengébb láncszem.

Ámbár a rendszer még kiforratatlannak tűnik, már kijelentettek több fontos pillért, amit számításba kell venni egy ilyen szisztémánál. Vegyük példának okáért a protokollok összességét, és ezeknek a használatát. A különböző szenzorok használata, illetve az elhelyezése is kezd kialakulni és több cég veszi át például a konkurens cégek ötleteit.

5. SENZOROK ÉS A KÁTYÚK KAPCSOLATA

Az autók és az autósok világában a kátyú a legöregebb és a leggonoszabb ellenség. A kátyú egy nem kívánatos lyuk az aszfalton, amit az időjárás, a rosszul kevert aszfalt és a mérhetetlenül nagy forgalom hoz létre. Magyarországon sajnos számos kátyúval találkozhatunk (2. ábra), és külön törvényi rendelet jött létre az általuk okozott kár megtérítésére (Magyar Törvénykönyv, 1988).

¹ <https://sg.hu/cikkek/autó/127669/lidar-gyarto-ceget-vett-a-gm>



2. ábra. Magyarországi kátyú

Van olyan ország, ahol a kátyúkat sebesség csökkentésre alkalmazzák, de csak matricázással (3. ábra). A kátyúk kikerülését az autósok legtöbbször úgy oldják meg, hogy áthajtanak felettük, ha észreveszik. De egy gép hogyan lesz képes a kátyúkat észrevenni és kikerülni?



3. ábra. Matricás kátyú

A kérdés megoldása nagyon összetett, a megoldás pedig lehetne az, hogy az autó aljára szonár érzékelőket helyezünk el melyek érzékelik az úthibákat. A megoldás az is lehetne, hogy miután felismerte az úthibát egyből küld egy jelet a központnak, hogy azon a koordinátán kátyút talált. A kátyú kerülés problémákat rejthet az autonóm járművekben, mivel nagyon gyorsan fel kell térképezni a kátyú 3 Dimenziós képét és aszerint kell megfelelő lépést tenni, ugyanis nagyon mélységnél már csak a kikerülés merül fel lehetőségként. Ebben az esetben pedig figyelni kell a körülötte lévő forgalomra is, mivel ha az autonóm jármű kerülni akar egy kátyút, vagy áthajtani rajta, akkor nem veszélyeztetheti, akadályoztathatja a körülötte lévőket sem.

Valójában a kátyúk rámutatnak még egy olyan problémára, amit orvosolni kell. Ez a sávok színe, illetve összetétele. Egy hagyományos autónál a sofőr a KRESZ során megtanulja a sávokat és azok jelentését, alkalmazását, illetve legtöbbször megbízhatóan meg tudja különböztetni a színeket is. A szem

felépítése és a benne található fényérzékeny sejtek a felelősek a színlátásért, az agy a döntésért. Vajon a mesterséges intelligencia képes megkülönböztetni ugyan azon fehér színeket porosan vagy koszosan? Sajnos ennek tesztelésére nem adódott lehetőség laboratóriumi körülmények között, de ha nem tudja nagy hatásfokkal megkülönböztetni, akkor a teljesen automatizált jármű képtelen lesz a KRESZ betartására és a balesetek elkerülésére. Tapasztalatok alapján a sárga szín az emberi szem számára feltűnőbb és jobban látható, így érdemes lenne megfontolni, hogy a jelenleg használt fehér felfestéseket erre cseréljék. A sárga festés a koszolódás ellenére is figyelemfelkeltőbb nem úgy, mint a fehér szín, ami szürkés árnyalatú lesz, ami a szintén szürke vagy kék aszfalton kevésbé feltűnő (4. ábra).



4. ábra. Fehér felfestés

Mint azt jól láthatjuk a képek alapján, a sárga színű felfestés kopás, után is jobban látszik mint a fehér (5. ábra), illetve a koszolódások is kevésbé színezik el, mint a fehéret.



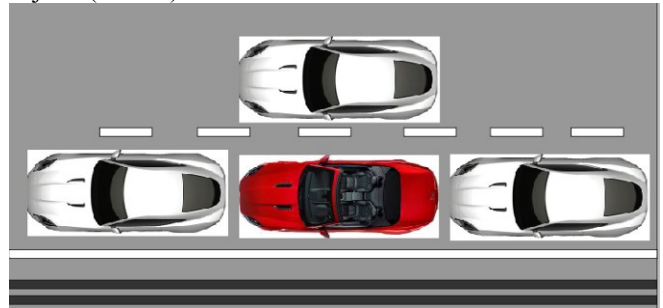
5. ábra. Sárga felfestés

Ugyanakkor az is megoldás lehet, ha GPS koordináták segítségével is megadják a vonalakat, amiket kötelező követni az autósoknak, és megmaradna a fehér felfestés a

hagyományos autósoknak, mivel ők egyszerűbben tudnak különbséget tenni. Lehet arra is megoldást találni, hogy a mesterséges intelligencia fel tudja ismerni a koszos fehér, illetve a tiszta fehér sáv színét. Szoftverekkel ki lehet szűrni az RGB, és az CMYK kódját, de felmerül ebben az esetben az a kérdés, ha egy olyan szín összeállítását talál amihez nincs betáplálva a szín kód akkor, milyen cselekvést fog végre hajtani?

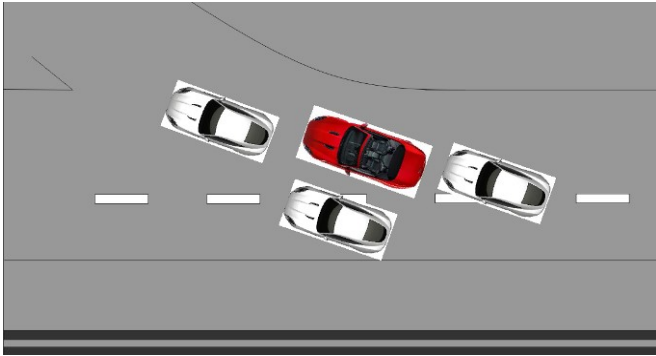
6. HAGYOMÁNYOS JÁRMŰVEK ÉS AZ AUTONÓM JÁRMŰVEK KÖZÖTTI NEGATÍV KAPCSOLAT

Ha a kérdésre koncentrálunk akkor azt gondolhatjuk, hogy miért akarnak a hétköznapi autósok ártani az autonóm járművel rendelkező társaiknak? Valójában mindig is lesznek rosszakarók, illetve hackerek, akik szeretik az emberek dolgát megnehezíteni. A Mercedes egy prototípusban bemutatta, hogy egy olyan autót hoztak létre ami tud maga elé vetíteni sávokat és egyéb alakzatokat. Ez kockázatot jelent az autonóm járművekre nézve, mivel ezek érzékelőit könnyű szerrel be tudják csapni és így a hagyományos járművekkel el tudják téríteni. Az eltérítés módja, hogy a hagyományos járműveket felszereljük kivetítőkkel és az autonóm járműveknek kivetítjük a sávokat vagy akár a kresztáblákat, amivel egyszerűen eltéríthetjük, ebből adódóan fontos kormányzerveknél az autonóm járművek használata fokozottan veszélyes lehet. De a veszély nem csak itt jelenik meg, hanem az úgynevezett becsapdázásnál is. A becsapdázást motorkerékpárral vagy járművel is végre lehet hajtani (6. ábra).



6. ábra. Becsapdázás autóval

Az ötlet abban rejlik, hogy a hagyományos autók sofőrjei 3 vagy 4 oldalról körbeveszik az autonóm járművet, mellette haladnak és fékezésekkel, gyorsítással, irányváltással rákényszeríthetik, hogy az autonóm jármű megváltoztassa a sebességét, illetve a haladási irányát, mivel azt a balesetek, ütközések elkerülésére programozzák (7. ábra).



7. ábra. Elterítés autóval

A külső beavatkozás ellen, ha arra nincs külön felkészítve, az autonóm jármű nem tehet semmit és nagy veszélynek lehet kitenni a benne ülő utasokat pl. elrabolhatják így őket. Probléma adódhat abból is, hogy ha motorosok veszik körbe kisebb sebességnél, de állóhelyzetében ezt akár gyalogosok is megtehetik. Ez az elindulás gátlása, illetve az autó letérisése kisebb sebességnél. A hackerek is komoly gondot okozhatnak, ha egy szoftverfrissítés alkalmával bejutnak a rendszerbe és később át tudják venni annak irányítását, így akár a hagyományos autósoknak is gondot okozva. Ha egy olyan vírus fertőzi meg az autonóm autókat ami egy kifejezett parancs szóra aktiválódik és mondjuk, hogy álljanak le, vagy csak azoknak menjenek neki akiktől nem kapnak jelet.

7. FEJLŐDÉS ÉS AZ EMBEREK GONDOLKODÁS MÓDJA

A probléma valójában az emberi hanyagságra épül, illetve a folyamatos meg nem állásra és rohanásra. Néhány hagyományos autóval rendelkező sofőr a KRESZ szabályait megszegve szokott kisebb-nagyobb problémákat okozni. Vegyük példának a sebességek be nem tartását és az elsőbbség adási kötelezettségek elmulasztását (Singh et al, 2015). Vajon az autonóm járművek megjelenésével egyszerűbb lesz majd a KRESZ-t betartatni, vagy pont fordítva történik és nehezebb lesz, a hagyományos autóval rendelkezőkkel? Hogyan fog hatni a tudalatti gondolkodásra ez a fejlődés? Az előzékenység megmarad-e? Biztosak lehetünk benne, hogy a biztonság érdekében az autonóm járművek a követési távolságot minél jobban befogják tartani. A probléma viszont az érzékeléssel lehet, mint például az Uber eseténél, ahol egy teszt autonóm jármű elütött egy biciklis nőt (Zách, 2018). A probléma abból adódott, hogy a szenzorok eleinte nem ismerték fel, azután pedig késve kapott parancsot ami alapjáraton is helytelen, volt mivel források szerint az autó mindezek ellenére se állt meg, ha nem haladt tovább (Gartenberg, 2018).

A késedelmi idő valójában egy olyan időintervallum, amikor a járművezető akadály észlel és beavatkozik, más szóval elkezd a fékezést. Ezek pedig időt igényelnek a veszély észlelése és a féknyom között. A tudósok szerint a gépi fékberendezés okozza késedelmet. Az okozója pedig a fék pedál lenyomása

után a hidraulikus rendszer folyamatos tágulása, a hirtelen tágulás azonnali fékezést eredményezne ami pedig sok esetben balesetben veszélyes. Ez az egész folyamat kerekén 1.0 sec idő volt. Innen számították, hogy ebből az emberi reakció idő 0.7 sec volt a hidraulikus fékberendezés gépi késedelme pedig körülbelül 0.3 sec. A 1.0 sec-os időn belüli 0.7 sec érték valójában az emberi reakció idő értéke, ezért nem tudunk számolni a különböző gyártók, illetve járművek fékberendezéseivel (Melegh; 2016). A közlekedésben valójában a látás útján történő információszerzés segítségével indul el a tudatos akadály felismerés három folyamata:

a) az események többnyire valamely akadály véletlenszerű megpillantásával kezdődnek, (kezdődhetnek) amely sok esetben egy idegrendszeri automatizmus révén szinte automatikusan kiváltja valamely cselekvés elindítását anélkül, hogy arról különösebben dönteni kellene. Ez történik egy egyszerű reakció esetében, ahol az ingerre azonnal egy megkezdett reakció a válasz. Optimális tudati beállítódásban ez az idő az ember "belső felépítése" miatt legalább 100 ms, azaz egy tized sec időt igénybe vesz, de még ideális körülmények között végzett mérések során is a mérések átlaga a $180 \div 190$ ms ($0.18 \div 0.2$ sec) között mozgott. Megjegyzendő, hogy még ez az egyszerű reakció is számos tényezőtől függ, mint például a kortól a fáradtságtól.

b) az inger, az akadály észlelése általában nem a központi látómezőben (fovea) történik, tehát igen ritka amikor a vezető véletlenszerűen éppen arra tekint, ahol valamely számára lényeges és a reakciót kiváltó inger megjelenik.

c) az akadály felismerése jelenti végül azt az információtartalmat, amely végül a járművezetői tevékenységet a továbbiakban meghatározza.

Probléma adódhat abból is, ha az ember bátrabb lesz a technika fejlődésével együtt és ezért a gépekre fogja hagyni a helyes döntések meghozatalát. Egy autonóm jármű döntés hozatala sokkal biztonságosabb lesz mint egy emberé, ezért az emberekben ez felbátorodást kelthet, mert az autonóm jármű reakció ideje kisebb lesz, és ez azért vélhető mert az érzékelők jóval gyorsabban tudják az információt küldeni a központi vezérlőnek és bírálat után pedig a leoptimalisabb és legbiztonságosabb helyzetet próbálja megteremteni, hogy ne történjen baleset. Ebben bízva, a hagyományos járművel rendelkezők pedig sokkal több KRESZ szabály megszegéseket fognak elkövetni illetve sokkal bátrabban fognak extrém helyzetekbe belemenni. Extrém helyzetnek nevezhető egy kritikus távolságon belüli előzés, kereszteződésben történő kifordulás egy másik jármű elé, stb. Ilyen esetben a hagyományos jármű sofőrje bízhat abban, hogy az autonóm jármű ilyen helyzetben a megállást, illetve a lehúzóást fogja vállalni annak érdekében, hogy a balesetet elkerülje. Emiatt az emberi tulajdonság miatt az autonóm járművek széleskörű megjelenése egy új veszélyforráshoz vezet, amelyre fel kell készíteni a járműveket.

8. A HAGYOMÁNYOS JÁRMŰVEK ÉS A AUTONÓM JÁRMŰVEK KOMMUNIKÁCIÓJA

Kommunikáció szempontjából elég nehézkes lehet az egymás mellett élés, mivel a hagyományos járművek sofőrjei maguk kapják a külvilág ingereit, illetve információit vezetés közben. A probléma abból adódik, hogy az autonóm járművek kapnak GPS adatokat is és a többi autonóm járművel is folyamatosan kommunikálhatnak, ezáltal a hagyományos autósok sok információból ki lesznek zárva. Megoldás lehetne, ha a telefonokra egy külön applikációt fejlesztenének, amely fogadni tudja a szükséges információkat, jeleket, figyelmeztetéseket az autonóm járművektől. Kérdéses azonban, hogy ez nem fogja-e el vonni a sofőr figyelmét? Emiatt elég kockázatos ezt a lépést megtenni, de kellő odafigyeléssel akár a hagyományos autók is félig autonóm járművekké válhatnak. Nagy kérdés ugyanakkor, hogy a cégeknek ez nem jelentene-e profit kiesést? Valójában, nem, mivel az egész innováció arról szólna, hogy az autonóm járművek küldenének információt az öregebb „testvéreiknek”. Az ehhez szükséges kommunikációt meg lehetne oldani akár 4G vagy 5G kapcsolattal is. Felvetődött egy központ szerepe is, amivel akár bejelentéseket is tudunk tenni, ha egyetlen autonóm jármű sem járt azon helyen addig. A megoldása pedig az lenne, hogy az applikáció hang alapú lenne, hogy a sofőr teljes figyelmét ne vonja el. Ez pedig még egy innovatív gondolatra hívta fel a figyelmünket, mivel valójában 2018 óta minden autógyártó köteles az autójába veszély esetén bekapcsoló érzékelőt tenni és ezzel jelezni a hatóságoknak, hogy a jármű vezetője bajban van és nem tud magán segíteni. A régi autókból azonban ez kimaradt, amit meg lehetne úgy oldani, hogy a telefon tudná mérni a sebességet, gyorsulást és hirtelen fékezést. Ha egy hirtelen fékezés után nem észlel sebességet akkor hang alapján kérdést tenne fel, mint például hogy „Minden rendben van?”, ha nem érkezik válasz akkor automatikusan jelez a hatóságoknak és elküldi a GPS koordinátáit az illetékeseknek. Ugyanakkor a közelben lévő autonóm járműveknek küldhetne egy vészjelzést, hogy segítségre van szüksége. Ne felejtsük el, hogy fontos úti információkat is meg tudnának osztani a hagyományos járművekkel is például kátyúk helyét, baleset helyét, vagy út felújításokat.

9. PROBLÉMA FORRÁSAI

Problémát okozhatnak még a biciklisek és a motorosok is. Sokszor lehet olvasni vagy hallani arról, hogy számos kerékpáros, illetve motoros nem tartja be a KRESZ-t és ezzel balesetet okoznak. A biciklisekkel a legfőbb probléma az, hogyha autóúton haladnak, akkor gyakran nem tartják be a szabályokat és ezzel veszélyeztetik az autósok és a sajátmaguk életét is. Hogyan döntene egy autonóm jármű, egy ilyen helyzetben? Valójában, a biciklisek és a motorosok problémáját ki lehetne azzal közzöbölni, hogy betartják a KRESZ-t, mivel azt autonóm jármű arra fog számítani, hogy mindenki betartja a KRESZ-t. Ahogy említettem a LIDAR szenzoros fejezetnél, az időjárás nagy szerepet játszik az

autonóm autók életében is. Probléma a köd illetve nagy eső a LIDAR számára, de a kamerák szempontjából sem kedvező, mivel a nagy esőt követő hirtelen hőmérséklet változás párá sodáshoz vezethet, ami hibás működést eredményez. A nagy hideg a kamerák szempontjából megint csak hátrány, mivel a lencsére ráfagyhatnak vízcseppek és ezzel megint csak gondot okoz. Probléma forrása pedig a hibás jelzések vagy a teljesen kimaradt jelzések együttese. Ezek viszont az autonóm járművek rossz döntéshozatalához vezethetnek, jobb esetben pedig teljesen letilthatja az elindulást amíg nem hárítjuk a hibákat.

10. KONKLÚZIÓ

Nagyon sok mérföldkövet kell még megtennie az autósoknak és az autógyártóknak, hogy a hagyományos járművek vezetői, illetve az autonóm járművek rendszerei között kölcsönös egyetértés jöjjön létre. A probléma sokszor a maguk az emberek gondolkodásmódja miatt kerül felszínre. Vegyük példának a KRESZ be nem tartását, mert ami abból következhet, hogy az illető siet, vagy figyelmetlen. Az ezekből adódó baleseteket sajnos nehezen tudjuk elkerülni. Az autonóm járművekkel ez megváltozhat, mert az autó figyelni fog a utasa és illetve a maga körül lévő változásokra is. Az autonóm járművek rendszere egy újabb felület lesz a fekete kalapos hackereknek, illetve a terroristáknak. Problémák és hibák mindig adódhatnak és ezeknek a forrását meg kell szüntetni. Vegyük példának az autonóm járművek átverését hagyományos járművekkel, mely két féle módon valósulhat meg. Az egyik szerint az érzékelőknek kivetítünk egy nem létező sávot és ezzel eltérítjük az útvonaláról. Másikban körbe fogás esetén nem tud kitörni a gyűrűből, mivel a rendszere úgy lesz optimalizálva, hogy ne tegy ki veszélynek a forgalom többi tagját. Problémás lehet még az emberi viselkedés is, mert hagyományos jármű sofőrje úgy gondolja majd, hogy az autonóm jármű minden veszélyes szituációt megtud oldai, ezért bártabban kényszeríti ilyen helyzetbe azt. Cikkünkben biztonsági szempontokat soroltunk fel és mutattunk rá arra, hogy a gyártóknak ilyen helyzetekre is fel kell készíteniük a jövő autonóm járműveit.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk kutatásaihoz az Új Széchenyi Terv keretein belül az EFOP-3.6.2-16-2017-00016 számú projekt biztosított forrást. A kutatás az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

HIVATKOZÁSOK

- Cunninghama, M. and Regana, M. A. (2015). Autonomous Vehicles: Human Factors Issues and Future Research. *Proceedings of the 2015 Australasian Road Safety Conference*
- Favarò, F. M., Nader, N., Eurich, S. O., Tripp, M., Varadaraju, N. (2017). Examining accident reports involving autonomous vehicles in California.

- <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0184952>
- Gartenberg C. (2018). Safety driver of fatal self-driving Uber crash was reportedly watching Hulu at time of accident. *The Verge*.
<https://www.theverge.com/2018/6/22/17492320/safety-driver-self-driving-uber-crash-hulu-police-report>
- Magyar Törvénykönyv (1988). 1988. évi I. törvény a közúti közlekedésről [35§].
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=98800001.TV>
- Melegh G. (2016) Reakcióidő a közlekedésben.
http://www.nye.hu/ktit/sites/www.nye.hu/ktit/files/dokumentumok/E_segedletek/Kozlekbizt/Reakci%C3%B3id%C5%91Melegh.pdf
- Singh S, for NHTSA. (2015). Critical reasons for crashes investigated in the national motor vehicle crash causation survey—DOT HS 812 115, US Department of Transportation, available from
<https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812115>
- Zách Dániel (2018). Így gázolt gyalogost az az önvezető auto
https://totalcar.hu/belsoseg/2018/03/22/igy_gazolt_gyalogost_az_onvezeto_auto/

