



Emlékeztető: az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának üléséről

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2023.6.5>

Timár András

Időpont: 2023. május 24. szerda, 14:00 óra

Helyszín: MTA Nádor utcai földszinti előadó

Timár András köszöntötte a megjelenteket. Ismertette az előzetesen kiküldött, tervezett programot, amely szerint a közlekedésbiztonság témakörében az ülésen négy előadásra kerül sor. Felkérte az ülés első előadóját, Koren Csabát, hogy tartsa meg előadását.

Koren Csaba előadása válogatást, ill. áttekintést adott a közlekedésbiztonsággal foglalkozó európai intézményekről, konferenciákról, nemzetközi tudományos folyóiratokról, az ezekben legutóbb megjelent cikkek témaköreiről.

Az előadás összefoglalta az ERTRAC Európai közúti közlekedési kutatási tanácsadó testület közlekedésbiztonsági munkacsoportjának céljait, amelyek kiterjednek a pálya, a jármű és az ember szempontjaira. Az ERA Európai Vasúti Ügynökségnek van egy biztonsággal foglalkozó szervezeti egysége, ami monitorozza és rendszerezi az egyes vasúttársaságok biztonsági teljesítményét. Egy más típusú szervezet az ICTCT, Nemzetközi együttműködés a közlekedésbiztonsági koncepciók és elméletek művelésére, amely konferenciákon és tanfolyamokon szervez tapasztalatcserét.

Az előadás áttekintette az EU közlekedésbiztonsággal is foglalkozó legutóbbi két konferen-

ciájának témaköreit. A jövő évben kerül sorra a TRA2024, a Közlekedési Kutatási Aréna, ami az EU tagországainak két évente megrendezett konferenciája. A nagyszabású rendezvény a közlekedés minden ágazatával foglalkozik, így természetesen érinti a biztonságot is. Ezután az EU kutatási keretprogramjainak közlekedésbiztonsággal foglalkozó projektjeiből kapunk példákat.

Majd a tudományos folyóiratokat a cikkek idézettsége alapján rangsoroló Scimago portálon a „Közlekedés” témakör szerint leválogatott első 10 folyóirat listáját mutatta be. Ezek nem mind foglalkoznak biztonsági kérdésekkel, de az első helyezett történetesen igen, ez az „Analitikus módszerek a baleseti kutatásban” című folyóirat.

Az előadás ezután három közlekedésbiztonsággal foglalkozó „top” folyóiratban az utóbbi fél évben megjelent cikkek témáit rendszerezte. Mindhárom folyóiratban jelentős súlya van az emberi tényezőt tárgyaló cikkeknek. Gyakoriak még a konfliktusteknika alkalmazásával foglalkozó cikkek. Az osztályozásban használt további témakörök, a balesetek súlyossága, az időjárás, autonóm járművek, térbeli elemzés, balesettípusok és az infrastruktúra. Ezek a témák az egyes folyóiratokban változó gyakorisággal szerepelnek.

Végül a Google Tudós portálon többféle kulcsszóval végzett keresések jellemzői szerepelnek. A „Közúti forgalombiztonság”, „Közúti biztonság”, „Vasúti biztonság” és a „Közlekedésbiztonság” kulcsszavakra külön-külön kerestünk, a találatokat a 2022-2023. évekre szűrve. Az egyes keresések eredményei nagymértékben különböztek egymástól. A „Vasúti biztonság” és a „Közlekedésbiztonság” kereséseknél be kellett vezetnünk a „Policy” és a „Technológia” kategóriákat is, mert jelentős számban fordultak elő olyan találatok, amelyek ez eddigi kategóriákba nem fértek bele. Az így leválogatott dokumentumok sok különböző folyóiratban jelentek meg, amelyek közül sok nem szerepel a Scimago „Közlekedés” kategóriába sorolt folyóiratai között. A keresések eredményei nem tekinthetők reprezentatív statisztikának, hiszen a Google Tudós által kiadott listának esetenként csak az első 10-15 tételét néztük át. Mindamellett a listák jól jelzik a közlekedésbiztonságot befolyásoló tényezők sokféleségét, a téma komplexitását és fontosságát.

Török Árpád előadásában ismertette az Európai Bizottság állásfoglalását, amely szerint „a közlekedési ágazat – Európában és az egész világon – mélyreható változások előtt áll. A technológiai innováció és a diszruptív üzleti modellek hatására egyre nő a kereslet az új mobilitási szolgáltatások iránti. Az ágazat ugyanakkor folyamatosan új megoldásokkal válaszol a közlekedés biztonságosabbá, hatékonyabbá és fenntarthatóbbá tétele iránti sürgető igényre. Az ennek hatására végbemenő változások olyan jelentős társadalmi és gazdasági lehetőségeket jelentenek, amelyeket Európának meg kell ragadnia, hogy előnyt kovácsolhasson belőlük a polgárok és a vállalkozások számára.” (COM(2016) 766)

A fejlesztési célok alapján, a jövő közlekedési rendszerei jelentősen hozzájárulnak a balesetek számának és súlyosságának, a közlekedési rendszerek károsanyag kibocsátásának, illetve az energiafelhasználás és a közlekedési teljesítmény közötti összefüggés erősségének csökkentéséhez. A biztonsági célok eléréséhez azonban olyan összetett megközelítés alkalmazása szükséges, amely már stratégiai

szinten lehetővé teszi a rendszerek fejlesztési és üzemeltetési szakaszában felmerülő holisztikus kihívásoknak való megfelelést. Az összetett megközelítés magába foglalja már a tervezés, fejlesztés korai szakaszában meghatározható veszélyforrásokat, illetve az azok hatásának mérséklésére irányuló intézkedéseket, valamint az üzemeltetés során felmerülő kockázatokat és az azok csökkentését célzó beavatkozásokat.

A hagyományos járműipari rendszerek fejlesztési folyamatait meghatározó szabványok (pl. ISO26262, ISO/PAS 21434) részletesen leírják a veszélyforrások azonosításához és várható hatásuk becsléséhez javasolt módszereket. A közlekedési rendszerek automatizáltsági szintjének, valamint a rendszerek összetettségének növekedésével azonban a hagyományos eljárások mellett, már a környezet és a rendszer együttműködése miatt kialakuló kölcsönhatások jelentette veszélyforrásokat is figyelembe kell vennünk (ISO/PAS 21448). A közlekedési rendszereket érintő fejlesztési folyamatok során a hatékony tesztelésnek kritikus jelentősége van. A tesztelési és validálási módszerek segítségével a tervező, fejlesztő szakemberek számára lehetőség nyílik a rendszert érintő veszélyforrások azonosítására, illetve a várható hatások mérséklésére.

A közlekedési rendszerek összetettségével azon tesztesetek száma is rohamosan nő, amelyek esetében a várható baleseti kockázat elérheti a kritikus szintet, másszóval e tesztforgatókönyvek megvalósítása elengedhetetlen az adott rendszer jóváhagyásához. Ekkor a hagyományos fentről-lefelé (top-down), vagy lentől-felfelé (bottom-up) építkező módszerek csak korlátosan alkalmazhatók a kritikus forgatókönyvek feltárásához, hiszen a rendkívül nagyszámú szükséges tesztelés miatt a “nem-feltárt” “kritikus” esetek száma továbbra is magas maradhat.

Fentiek alapján, a rendszerfejlesztési folyamatok során a kritikus tesztesetek meghatározásához, olyan új módszerek alkalmazása szükséges, amelyek a veszélyforrásokat és a kapcsolódó tesztforgatókönyveket a rendszerek működtetése során rögzített kritikus ese-

mények elemzése alapján azonosítják. Ezen újfajta megközelítés kapcsolatot teremt a járműipari fejlesztési folyamat során figyelembe vett szempontok és a közúti balesetek elemzése és rekonstrukciója során alkalmazott módszerek között.

Az összetettség gyors növekedésén túl, az intelligens közlekedési rendszerek koncepciója a hálózatba kapcsolt rendszerek robbanásszerű terjedését is maga után vonja. Számos kedvező hatást eredményez, hogy a jövő közlekedési rendszerei már az online térben is jelen lesznek, hiszen ez egyebek mellett hozzájárul a szervezés hatékonyságának javulásához, illetve a baleseti kockázat csökkentéséhez. Fentiek mellett azonban a fejlesztési és üzemeltetési szakaszban az esetleges kedvezőtlen hatásokra is jelentős figyelmet kell fordítanunk, hiszen a rendszerek hálózatba kapcsolt jellegéből adódóan a rosszhindulatú beavatkozások kockázata szignifikánsan nő.

Fentiekből kifolyólag a jövő közlekedési rendszereinek tervezése során olyan módszerek alkalmazására van szükség, amelyek lehetőséget teremtenek a közlekedésbiztonság és a kiberbiztonság szempontjainak együttes figyelembevételére.

A kooperatív intelligens közlekedési rendszerek (C-ITS) kulcsfontosságú technológiai alapot szolgáltatnak a hálózatba kapcsolt és automatizált járművek (Connected and Automated Vehicles – CAV) fejlesztéséhez és alkalmazásához. Az ilyen rendszerek esetében a C-ITS komponensei egymással együttműködnek és vezetékek nélküli vagy ritkább esetben vezetékes kommunikációs csatornákon keresztül folyamatosan vagy meghatározott periódusonként információt cserélnek a működésüket jellemző állapotváltozókra vonatkozóan. Ez nem csak a járművek között történhet, hanem az útmenti infrastruktúra részét képező kommunikációs berendezésekkel és érzékelőkkel (pl. RADAR, LiDAR, kamera) felszerelt eszközök (Road Side Unit – RSU) is kommunikálhatnak a járművekkel, a központi irányító állomásokkal, illetve egyéb védtelen közlekedői csoportok helyváltoztatását támogató eszközökkel. Az ilyen összetett

informatikai rendszerek számos potenciális támadási felülettel rendelkezhetnek, amelyeken keresztül a támadók akár a közlekedés biztonságát is veszélyeztethetik.

Az informatika térnyerése a járművön belüli kommunikációs hálózatok biztonságát és megbízhatóságát is jelentős mértékben befolyásolja. A gépjárművekbe épített elektronikus irányítóegységek (ECU) növekvő száma egyre komplexebb belső kommunikációs hálózati topológiák alkalmazását teszi szükségessé, amelyek egyben kiberbiztonsági szempontból is növekvő kockázatokat eredményeznek. Egyre több a direkt/indirekt lokális belépési és csatlakozási pont, illetve egyes járművekben a biztonságkritikus ECU-k védelme nem éri el az elfogadható szintet. Amennyiben ezek az ECU-k biztonságkritikus funkciókat látnak el, mint pl. a kormányzás, hosszirányú dinamika szabályzása, akkor ezek közvetlen hatást gyakorolnak az utasok, a jármű és az egész közlekedési rendszer biztonságára.

A járműveket és az egyéb C-ITS szereplőket (pl. más járművek, védtelen közlekedők, környezet, stb.) összekapcsoló vezetékek nélküli technológiák, pl. a WiFi, Bluetooth, DSRC, C-V2X további biztonsági kockázatot eredményezhetnek, amelyek rosszhindulatú beavatkozások hatására személyi sérülésekhez vezethetnek.

Bizonyos esetekben az önvezető és magasan automatizált járművek külső érzékelői hiányosan érzékelhetik a környezetet (pl. gyalogosokat, más járműveket, védtelen közlekedőket, illetve bármilyen más objektumot). Ezekben a szituációkban nyújt kiegészítő információt a C-ITS komplex architektúra és az általa használt V2X technológia csoport, amelyben 360 fokos szögben akár látómezőn kívüli objektumok állapotjellemzőiről (pl. elhelyezkedés, sebesség, irány stb.) kaphatunk valós idejű adatokat.

A járműiparban alkalmazott kockázatelemzési módszerek és védekezési stratégiák számos esetben eltérnek az informatikai rendszerek esetében alkalmazott általános kiberbiztonsági eljárásoktól. Emiatt a jármű-

rendszerek sérülékenységeinek értékelése céljából specifikus módszerek, szabványok kidolgozása és alkalmazása szükséges.

A kiberbiztonsági tervezést elősegítő magas szintű folyamat leírását a ISO/SAE 21434 szabvány tartalmazza, lefedve a jármű teljes életciklusát, tekintettel a C-ITS architektúrák kiberfizikai természetére.

A járműipari funkcionális biztonság módszereinek leírását az ISO 26262 szabvány tartalmazza, amelynek fő elemei a járműipari fejlesztési folyamatokhoz kapcsolódó kockázatok megfelelő szintű és részletezettségű menedzselése. Az ISO 26262 szabvány is reflektál a kiberbiztonság és a járműbiztonság közti kapcsolat jelentőségére, ezzel összhangban a szabvány kiemelt figyelmet fordít a két terület együttes kezelésére, illetve a várható kedvezőtlen irányú kölcsönhatások csökkentésére.

A közlekedési rendszerek növekvő automatizáltsága, valamint a rendszerek hálózatba kapcsolása egyre nagyobb komplexitású irányítási feladatokat eredményez. A biztonságot befolyásoló tényezők számának növekedésével, az egyre bonyolultabb rendszerek validálásához rendkívül nagyszámú tesztet szükséges. Ezzel összhangban, a magasan automatizált járműrendszerek biztonsági tesztelésére vonatkozó megfontolásokat az ISO/PAS 21448 szabvány tartalmazza

Tekintve, hogy a C-ITS architektúra egy biztonságkritikus kiberfizikai rendszernek tekinthető, alapvető rendszerkövetelmény a kibertámadásokkal szembeni ellenállóképesség. A C-ITS architektúra hálózatos jellegéből adódóan kiemelt figyelmet kell szentelni a hibaterjedés folyamatára, hiszen egyetlen jármű sebezhetősége és hibája a teljes hálózatot érintő problémához vezethet. Tekintve, hogy a közlekedési infrastruktúra a közlekedési folyamat aktív szereplőjévé válik, a járművek mellett az infrastruktúra elemek kibervédelmét is biztosítanunk kell. A kibertámadás célpontja nem csak hálózatba kapcsolt, magasan automatizált járművek lehetnek, hanem az informatikai rendszer hierarchiában elhelyezett infrastruktúra csomó-

pontok (pl. RSU, felhőalapú számítógépek, ITS központ stb.) is a rosszindulatú beavatkozások tárgyát képezhetik.

Mivel a korszerű járműrendszereket kiberfizikai rendszernek tekintjük, ezért egy sikeresen kivitelezett kibertámadás közvetett vagy közvetlen módon a jármű mozgásállapotára, így az utasok biztonságára is hatást gyakorolhat. Az automatizáltsági szint növekedésével, a kibertámadások közlekedésbiztonságra gyakorolt hatása jelentős mértékben megnő, mivel már egy közepes automatizáltságú szinttel jellemezhető (SAE2) járműnél is egyes specifikus esetekben például a laterális (sávtartó asszisztens) és longitudinális (adaptív sebességtartó automatika) jármű irányítását automatizált funkciók valósítják meg.

Borsos Attila előadásában kitért a közúti közlekedésbiztonság társadalomra gyakorolt hatására. A WHO jelentése szerint évente világszerte mintegy 1,35 millió ember veszíti életét közúti balesetben. A közúti balesetek által okozott anyagi veszteség hozzávetőlegesen a GDP 3%-át teszi ki. A közúti biztonság javításához annak pontos ismerete, mérése szükséges. Erre többféle módszer és mutatószám is kínálkozik: abszolút mutatók (pl. balesetek száma, kimenetek gyakorisága), relatív mutatók (pl. forgalomnagyságra vetített balesetszám, mortalitási ráta), illetve egyéb mutatók (pl. teljesítmény mutatók, baleset helyettesítő mutatók, szubjektív biztonságérzet). Alábbiakban ezek egyes aspektusairól adok vázlatos áttekintést.

A baleset alapú mérések fókuszja a biztonság általános értékelésén túlmenően például a balesetek sűrűsödésének kutatása vagy a biztonság javítását célzó egyes intézkedések hatásmérése. E tekintetben az egyszerű előtte-utána vizsgálatok helyett (ahol a balesetszámok egyszerű összehasonlítása történik csak meg) kifinomultabb statisztikai módszerek alkalmazása szükséges. Ilyen például a kontroll csoportos vizsgálat, amely során a „mi történt volna a beavatkozás nélkül” kérdésre adunk választ olyan helyszínek legyűjtésével, ahol egyébként nem történt biztonsági intézkedés. Így az egyéb zavaró külső tényezők

(tipikusan ilyen az általános baleseti trendek) kizárhatóak. Ennél még pontosabb eredményt adhat az Empirikus Bayes módszer, amely a historikus baleseti adatokat kombinálja egy modell eredményeivel, súlyozva a két értéket a modell jóságának függvényében. A modell alatt balesetszám becslő függvényt értünk, aminek előállításához általánosított lineáris modellt (Generalized Linear Model) használhatunk. Ez lehetővé teszi a balesetek és forgalom nagyság közötti nemlineáris összefüggés leírását is. Az első hazai alkalmazása az elsőrendű, kétsávos külterületi főutak esetében valósult meg.

A balesetek elemzésének ugyanakkor azok természetéből fakadóan számos korlátja ismeretes. A balesetek ritka jelenségek, a kis esetszámok miatt véletlenül ingadoznak (sztochasztikusak). Annak érdekében, hogy ésszerű következtetéseket tudjunk levonni a historikus baleseti adatokból, néhány évnnyi megfigyelés szükséges. Épp ezért a baleseti adatok alkalmazása reaktív megközelítés, mely etikai problémákat is felvet. Az elemzés pontossága érdekében „meg kell várni” a balesetek előfordulását, melyek megelőzése egyébként a közúti biztonsággal foglalkozó szakemberek feladata. A baleseteket adatrögzítési hibák is terhelik (hiányzó paraméterek, a baleset helyének pontatlansága stb.). Ismeretes továbbá az úgynevezett underreporting jelensége, ami egyes balesetek adatbázisban történő rögzítésének elmaradását jelenti (főként a könnyű, illetve csak anyagi káros balesetek esetében).

A felsorolt korlátok miatt egyre nagyobb figyelmet kapnak a konfliktuselemzési módszerek és a baleset-helyettesítő mutatók. Ez a proaktív megközelítés a közlekedésben részt vevők interakcióinak elemzésével foglalkozik, elterjedése a videó alapú adatgyűjtési módszerek gyors fejlődésének köszönhető. Több mint három évtizede rámutatott, hogy az úthasználók közötti interakciókat közúti biztonsági szempontból folytonosság jellemzi. Ezt jól szemlélteti az úgynevezett biztonsági piramis, amelyben az események gyakorisága fentről lefele, azok súlyossága lentől felfele nő. Biztonsági elemzéseinket jelen gyakorlat szerint főként a piramis csúcán lévő, kis esetszámú balesetekre koncentrálni

végezzük. A baleseteket követik a konfliktusok (súlyos, könnyű vagy potenciális), ezek alatt az interakciók többsége zavartalan haladásként jelenik meg.

A baleset helyettesítő mutatók többnyire az interakcióban részt vevő úthasználók egymástól való térbeli, illetve időbeli távolságát írják le. Az utóbbi években több kutató is az extrém érték elméletet alkalmazta, mint elemzési módszert. Ennek az alapgondolata, hogy historikus adatokból becsüljük szélsőséges, meg nem történt események előfordulási valószínűségét. A konfliktus elemzésben ezen extrém esemény a közúti baleset bekövetkezése. Egy, a Széchenyi István Egyetemen futó bilaterális projekt (partner intézmény a svéd Lund-i Egyetem) keretében az ismertett módszertan alkalmazásával foglalkozunk gyalogos-gépjármű interakciók elemzésével.

Egyre több figyelmet kapnak az úgynevezett viselkedés alapú vizsgálati módszerek is, amelyek fő célja a közlekedésben részt vevők tényleges viselkedésének megfigyelése vagy a szubjektív biztonságérzet mérése. Ilyen kutatások például a Széchenyi István Egyetemen jelenleg is futó gyalogos és kerékpáros vizsgálatok. A gyalogosok átkelési szándékát autonóm járművel történő interakció esetében virtuális térben vizsgálja. Kerékpárosok szubjektív biztonságérzetével különféle kerékpáros infrastruktúra esetén foglalkozott. Fontos fejlesztés továbbá egy jelenleg teszt-fázisban levő VR alapú kerékpáros szimulátor is, amellyel szimulált környezetben lehet majd biztonságosan vizsgálni a kerékpárosok viselkedését.

Juhász János előadása a közúti közlekedésbiztonsági igazságügyi szakértői tevékenység tapasztalatairól szólt. Ismertette az alapelveket, illetve a hazai gyakorlatot. Bemutatta az igazságügyi szakértő feladatát, tevékenységét, alkalmazott módszereit. Előadásában kitért a vizsgált balesetek jellemzőire, és bemutatott néhány példát. A példákban a gépjármű balesetek mellett az előadó hivatkozott a gyalogos és kerékpáros, valamint e-rolleres baleseti példákra is.

Timár András lezárta a vitát.