

Berek Lajos – Répás József – Schmidt Miklós

A célzott adatkinyerés szerepe a katonai és civil felhasználású közúti közlekedési járművek szakértői vizsgálatában

Az informatikai szakértői vizsgálatok technikái, taktikái és eljárásai az elmúlt években aktívan kutatott területté váltak, köszönhetően a közlekedési járművekhez kapcsolódó hálózati és informatikai rendszerek folyamatos fejlesztésének és az új technológiák megjelenésének. A korszerű hálózati és informatikai rendszerek által kezelt és feldolgozott hatalmas adatmennyiség (úgynevezett big data) jó alapot biztosít az igazságügyi szakértői vizsgálatok elvégzéséhez, azonban az egyik fő nehézséget is ez az adatmennyiség jelenti. Tanulmányunk célja informatikai, jogi és igazságügyi szakértői szempontból megvizsgálni a célzott adatkinyerés szerepét a katonai és a civil felhasználású informatikai rendszerekben. Ehhez figyelembe kell venni a korszerűsített kiberbiztonságra vonatkozó jogi kereteket, amelyek célja az Európai Unióban és hazánkban is, hogy lépést tartson a digitalizáció fejlődésével és a változó kiberbiztonsági fenyegetésekkel.

Kulcsszavak: forensicsvizsgálat, önvezető járművek, szakértői vizsgálat, jog

THE ROLE OF TARGETED DATA ACQUISITION IN THE DIGITAL FORENSICS EXAMINATION OF ROAD TRANSPORT VEHICLES FOR MILITARY AND CIVILIAN USAGE

The techniques, tactics, and procedures of IT expert investigations have become actively researched in recent years, thanks to the continuous development of network and IT systems related to transport vehicles and the emergence of new technologies. The huge amount of data (so-called big data) managed and processed by modern networks and IT systems provides a good basis for conducting forensic examinations. Still, this amount of data is also one of the main difficulties. Our study aims to examine the role of targeted data acquisition in military and civilian IT systems from IT, legal, and digital forensic perspectives. To this end, it is necessary to consider the modernized legal framework for cybersecurity, which aims to keep pace with the development of digitalization and evolving cybersecurity threats, both in the European Union and Hungary.

Keywords: forensics, autonomous vehicles, vehicle examination, law

Bevezetés

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/2555 irányelve az unió egész területén egységesen magas szintű kiberbiztonságot biztosító intézkedésekről, valamint a 910/2014/EU rendelet és az (EU) 2018/1972 irányelv módosításáról és az (EU) 2016/1148 irányelv hatályon kívül helyezéséről, vagyis a NIS2 irányelv hatálybalépésével az Európai Unió célja az egységesen magas szintű kiberbiztonság megteremtése a különböző kritikus ágazatokba tartozó szervezetekre vonatkozó követelmények meghatározásával. Valamennyi tagállam nemzeti jogával összhangban meg kell hogy határozza azon követelményeket, amelyek az érintett szervezetekre vonatkoznak. Az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról szóló 2013. évi L. törvény, valamint a NIS2 irányelv hazai implementációjának eredményeképpen elkészült 7/2024. (VI. 24.) MK rendelet a biztonsági osztályba sorolás követelményeiről, valamint az egyes biztonsági osztályok esetében alkalmazandó konkrét védelmi intézkedésekről azon követelményeket tartalmazza, amelyek a kiemelten kockázatos és kockázatos ágazatokban működő szolgáltatók és szervezetek által alkalmazandók. A közlekedésnek mint kiemelten kockázatos ágazatnak, valamint a kockázatosnak minősített gyártási, azon belül a jelen tanulmány szempontjából releváns gépjárműgyártási tevékenységet végző érintetteknek a kiberbiztonsági szint növelése érdekében meg kell felelniük a jogszabályi elvárásoknak.¹

A közlekedési rendszerek és a rendszerek szereplői által gyűjtött, tárolt, feldolgozott adatok, továbbá az adatokat tároló rendszerek védelmét és felügyeletét oly módon kell megvalósítani, hogy az esetleges utólagos szakértői vizsgálat során megfelelő, hozzáférhető, elemezhető digitális adat mint nyom álljon rendelkezésre.

A szakértői bizonyítás jelentősége folyamatosan növekszik, figyelembe véve az új technológiákat. A közlekedési rendszerek, az automatizált közúti közlekedési járművek szakértői vizsgálata különleges szakértelmet igényel, egyre bonyolultabbá válik, függetlenül attól, hogy a peres és hatósági eljárások tárgyi és szerkezeti összetétele milyen változáson ment keresztül az elmúlt években. A jogi kérdések más szakmákkal, tématerületekkel való összefonódása általánosabb, ami ezek megítélését is nehezíti. A bírósági eljárások során növekvő igény mutatkozik a modern természettudományos ismeretek és eredmények felhasználására a bizonyítási eljárásokban.

¹ Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/2555; 2016. évi XXIX. tv.

A járművek adatkinyerési módszerei

Az igazságügyi szakértői tevékenységet végző, jellemzően informatikai végzettséggel rendelkező szakemberek a feladatellátás során a jogszabályokon kívül szakértői módszertani levelekben meghatározott eljárásokat is követnek. A módszertani levelek kialakításának célja a szakértői tevékenység egységes és magas szintű ellátásának biztosítása. A modern járművek szakértői vizsgálatához azonban ez idáig nem készült ilyen módszertani levél, a szerzők célja ezen dokumentum jogi, műszaki ismereteken és gyakorlati tapasztalatokon alapuló előkészítése.

A magas automatizáltságú, fejlett kommunikációs és adatfeldolgozási képességekkel rendelkező járművek adataihoz történő elemzési és hozzáférési módok két-két csoportba sorolhatók: *live*, azaz élő és *post mortem*, vagyis utólagos vizsgálat.

A *live forensics* vizsgálat esetén a jármű azonnali, működés közbeni vizsgálata közvetlenül történik meg. Ilyen vizsgálatra katonai műveletekben, hírszerzési tevékenység során vagy terrorcselekmény elkövetésének nyomozati tevékenységekor lehet szükség. Az ilyen vizsgálatok előnyei közé tartozik az illékony adatok (például a jármű memóriájában vagy vezérlőegységeiben ideiglenesen megtalálható adatok) megszerzése, a gyors elemzés és értékelés lehetősége. Utólagos vizsgálat során a vizsgálandó jármű, eszköz, rendszer kikapcsolt (esetlegesen üzembe helyezhető) állapotban van.

A hozzáférés módja szerint megkülönböztetünk *online* és *offline* hozzáférést. *Online* hozzáférés során a jármű megbontása, szétszerelése nélkül történik az adatgyűjtő vagy vizsgálóeszköz, szoftver csatlakoztatása. *Offline* hozzáférés esetén olyan hardveres megoldások, csatlakozáskialakítás szükséges, amely szükségessé teheti a jármű megbontását, az egyes alkatrészek eltávolítását, az adathordozó elemek (például integrált áramkörök, elektronikus vezérlőegységek) közvetlen elérését, a feszültség szintek mérését.²

A rádióelektronikai felderítés (*Signals Intelligence, SIGINT*), a képfelderítés (*Imagery Intelligence, IMINT*), a mérés- és jelmeghatározó hírszerzés (*Measurement and Signature Intelligence, MASINT*), a technikai hírszerzés (*Technical Intelligence, TECHINT*) és a kiberhírszerzés (*Cyber Intelligence, CYBINT*) esetén lehetőség van a *live* vizsgálatra, vagyis a működő rendszer adatainak (*online*) megszerzése és gyors elemzés a történik. Ez az eljárás lehetőséget biztosít az

² STANDER–BARNARD 2017.



6.1. ábra. USB-csatlakozási lehetőség a jármű középkonzoljaiban

Forrás: https://farm2.staticflickr.com/1949/43242707710_b361b78eaf_z.jpg

illékony, például memóriában található adatok vagy a kommunikációs csatornán átvitt információk megismerésére.

Utólagos vizsgálat esetén az adatokhoz történő hozzáférés történhet *online* és *offline* módon egyaránt, az ép vagy nem működő, sérült, meghibásodott vagy megsemmisített eszközön vagy annak adathordozóján. Ebben az esetben az élő vizsgálattal ellentétben az illékony memóriában található adatok visszaállítása már nem lehetséges.

A járművekhez történő csatlakozás vezetékes vagy vezeték nélküli módon történhet. A vizsgálóeszközt közvetlenül csatlakoztatva a járműhöz pont-pont összeköttetésről beszélünk. Például az eseményadat-rögzítő (*Event Data Recorder, EDR*) adatainak kiolvasása során a diagnosztikai porton keresztül. Hálózati csatlakozás esetén több eszközt/vizsgálati tárgyat vagy járművet a vizsgáló hálózathoz csatlakoztatnak, amelynek része a vizsgálóeszköz is.

Vezetékes csatlakozás esetén a járművekben kialakított szabványos csatlakozókon (például OBD-II, USB) keresztül, közvetlenül történik a csatlakozás. A csatlakozók elhelyezése és a jármű belső hálózatához való hozzáférési lehetőség járműgyártónként, -típusonként és -évjáratonként is eltérő lehet. Elhelyezésük a középkonzolban, a kesztyűtartóban, a könyöklőben stb. gyakori. Ezek a csatlakozók lehetővé teszik mind a *live*, mind az utólagos vizsgálatok elvégzését – a jármű műszaki állapotának, működőképességének, illetve a belső hálózat szegmen-tációjának függvényében. Egyes csatlakozók csatlakoznak a fejegységhez, így



6.2. ábra. Jármű töltése és EVSE csatlakoztatása

Forrás: Volvo Car USA [é. n.]

egyes adatokat kinyerhetővé tesznek, más csatlakozók csak eszközeink töltését biztosítják, így adatkinyerésre alkalmatlanok.³

Az elektromos vagy *plug-in* hibrid járművek elterjedésével, a töltőállomások számának növekedésével az elektromos járművek töltőcsatlakozóján (*Electric Vehicle Supply Equipment, EVSE*) keresztüli hozzáférés új fenyegetésként jelent meg (6.2. ábra). Akár a töltőállomás és hálózata irányába, akár a jármű irányába hozzáférési lehetőséget biztosít a támadók számára. Amennyiben a jármű belső hálózata nem kellően védett, a fizikai hozzáférési ponton keresztül a jármű belső hálózata is elérhetővé válhat. Szakértői vizsgálat során az ilyen hozzáférések megvalósításáról, például a jármű töltésvezérlőjéből is nyerhető ki információ. A jármű megbontása nélkül, *online* módon vagy a töltést vezérlő ECU-hoz való *offline* hozzáféréssel nyerhetők ki információk.

A fejegység fontos szerepet játszik az információk feldolgozásában, tárolásában és a jármű vezérlésében. Az elektronikus vezérlőegységek (*Engine Control Module, ECU*) alkalmasak vagy alkalmassá tehetők utólagos szakértői vizsgálatokra, azaz adattartalmuk hozzáférhető, kinyerhető, értelmezhető és elemezhető lehet. Az adattárolók típusa és a tárolási megoldás határozza meg az adathozzáférés időtartamát.⁴

³ RÉPÁS 2023.

⁴ BEREK–RÉPÁS 2024.



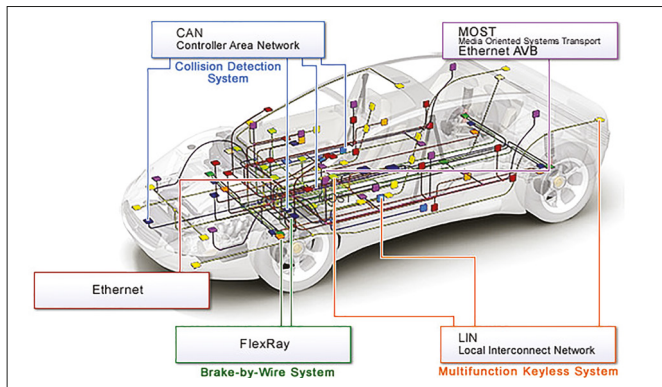
6.3. ábra. Egy jármű multimédia-egysége USB- és SIM-csatlakozási lehetőséggel

Forrás: a szerzők felvétele

A jármű fejegységéhez történő szakértői csatlakozás egyik módja a gyári-memóriakártya-foglalatba helyezett, preparált memóriakártyával történhet. Ebben az esetben az adatokat a jármű másolja ki a memóriakártyára. Az ilyen lehetőség elég korlátozott, a kinyerhető adatok mennyisége tekintetében is, illetve kevés járműgyártó alkalmazza ezt az adattárolási megoldást.

A jármű belső hálózataihoz (például *Local Interconnect Network, LIN*; *Controller Area Network, CAN*; *FlexRay*; *Automotive Ethernet*; *Media Oriented Systems Transport, MOST* stb.) történő csatlakozás lehetőséget biztosíthat *live* és utólagos vizsgálatra is.

A járműgyártásban a kommunikációra vonatkozó fejlesztések iránti igény már nagyon korán megjelent. Az egyik első kommunikációs megoldást, a CAN (*Controller Area Network*) protokollt a Robert Bosch GmbH fejlesztette ki 1983-ban, általános elterjedéséig a 2000-es évek elejéig kellett várni. A CAN üzenetalapú, soros kommunikációs protokoll, amely viszonylag nagy átviteli sebességgel és hibatűrő képességgel rendelkezik, és képes több csomópontot is támogatni. Az autóipar fejlődésével a növekvő sávszélességi igények miatt a CAN protokoll továbbfejlesztése vált szükségessé. A Bosch 2011-ben az autógyártókkal és a szakértőkkel szoros együttműködésben megkezdte a CAN FD (*Flexible Data Rate*, rugalmas adatátviteli sebesség) protokoll kifejlesztését, amely áthidalja a CAN korlátait. Lehetőséget teremt 1 Mbit/s-nál gyorsabb adattovábbításra és a *payload* méretének akár 64 bájt hosszúságúra való kiterjesztésére.



6.4. ábra. Jármű-kommunikációs megoldások

Forrás: www.renesas.com

A LIN-busz kialakítását a járművek belső hálózatainak költségcsökkentési és a kis teljesítményű, szabványosított busz, továbbá a multiplexelt kommunikációs igény eredményezte. Bár a CAN-busz megfelel a nagy sávzélességű, fejlett hálózatok iránti igénynek, a CAN megvalósításának hardver- és szoftverköltiségei túlságosan magasak az alacsonyabb teljesítményű eszközök, például a motoros ablak- és ülésvezérlők számára. A LIN költséghatékony kommunikációt biztosít olyan esetekben, ahol nincs szükség a CAN sávzélességére és sokoldalúságára.

Ahhoz, hogy a járművekben növelhető legyen a biztonság és a teljesítmény, csökkenthető a környezeti terhelés és fokozható a kényelem, az elektronikus vezérlőegységek (ECU) közötti kommunikáció sebességének, az adatátvitel mennyiségének és megbízhatóságának növekednie kell. A fejlett vezérlő- és biztonsági rendszerek – amelyek egyre több érzékelőt, aktuátort és elektronikus vezérlőegységet egyesítenek – megkövetelik a pontos szinkronizációt és a magas teljesítményt. Ez az igény már meghaladja a CAN által biztosított lehetőségeket. A *FlexRay* kommunikációs busz determinisztikus, hibatűrő és nagy sebességű buszrendszer, amelyet az autógyártókkal és a vezető beszállítókkal közösen fejlesztettek ki. A *FlexRay* biztosítja az *x-by-wire* alkalmazások (például *drive-by-wire*, *steer-by-wire*, *brake-by-wire* stb.) hibatűrési és idődeterminációs teljesítménykövetelményeit.⁵

⁵ FlexRay [é. n.].

6.1. táblázat. A vezetékes csatlakozások tulajdonságai

Csatlakozás	Vizsgálat		Hozzáférés	
Vezetékes	Élő/Live	Utólagos/Post Mortem	Online	Offline
Diagnosztikai port	X	X	X	
USB	X	X	X	
EVSE*	X	X	X	X
Memóriakártya-foglalat	X	X	X	
Belső hálózatok	X	X		X
Elektronikus vezérlő-egységek (ECU)		X	X	X
Infotainment/fejeegység		X	X	X
EDR				

* Electric Vehicle Supply Equipment; elektromos járművek töltő csatlakozója.

Forrás: a szerzők szerkesztése

A MOST-technológia a nagy sávszélességű autós multimédia-hálózatok *de facto* szabványa. Az eszközök optikai vagy rézkábeleken keresztül, közvetlenül egymáshoz vagy hálózatba kapcsolhatók. Szinkronhálózatként kiváló szolgáltatásminőséget (*QoS*) és zökkenőmentes csatlakozást biztosít az *audio/video streaming*hez.

Az autóiipari hálózatokban egyre több informatikai jellegű erőforrást kapcsoltak össze, így az informatikában elterjedt Ethernet hálózat járművekben való megjelenése és térnyerése elkerülhetetlen volt. 2016-ban az IEEE közzétette az első Automotive Ethernet szabványt, az IEEE 802.3bw-t, vagyis a 100Base-T1-et. A kommunikáció árnyékolatlan, csavart páros vezetékeken történik az elektromágneses interferencia és áthallás (*cross-talk*) -védelem érdekében. Az Automotive Ethernet technológiája egy vezetékpárt használ, amelyen az átvitt jelek megegyeznek, de a rájuk eső feszültség ellentétes előjelű. Az IEEE 802.3bw szabvány 100 Mbit/s sebességgel számos autóiipari alkalmazást, megoldást képes támogatni. A nagy felbontású videóinformációk és a különböző szenzorokból származó adatok átviteléhez azonban ennél is nagyobb sebességre



6.5. ábra. Egy jármű multimédiás fejegysége, az egyik leggazdagabb adatforrást biztosító elem a szakértői vizsgálatokhoz

Forrás: BROWN 2024

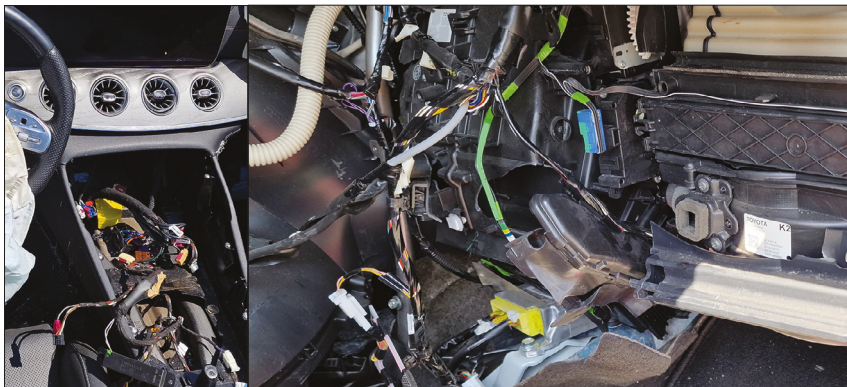
lesz szükség. A 802.3bp vagyis a 1000Base-T1 szabvány szerinti kommunikáció a járművekben is gigabites átviteli sebességet tesz lehetővé, árnyékolt vagy árnyékolatlan sodrott érpárú vezetékeken. 2020-ban az IEEE létrehozta a 802.3ch szabványt, amely több gigabites (2,5 Gbit, 5 Gbit és 10 Gbit) átviteli sebességet biztosít. 2023-ban adták ki az IEEE 802.3cy szabványt, amely által 25 Gbit/s-os sebesség is elérhetővé válik, amely a telematikai rendszer és a központi egységek információellátását, az egyes zónák ECU-jait és az érzékelők információinak átvitelét képes biztosítani.⁶

Ezen hálózatok korlátozás nélküli, közvetlen elérése *offline* módon lehetséges, a jármű részleges megbontásával jár és az adathálózatra közvetlenül történik a csatlakozás. Logikai analízátorral, oszcilloszkóppal figyelhető meg a forgalom, amelynek rögzítésével lehetőség nyílik az egyes adatkeretek részletes elemzésére is.

Az *infotainmentrendszer* mint ember-jármű interfész segíti a járművezetőt a különböző vezetési és multimédiás funkciók vezérlésében. Lehetővé teszi például – akár hangvezérléssel is – a multimédiás tartalom lejátszását, biztosítja a navigációt, az okoseszköz-integrációt, a jármű működési és biztonsági beállításait, az üléspozíció módosítását vagy a kameraképek megjelenítését.⁷ Szakértői vizsgálati

⁶ IEEE 2023.

⁷ BROWN 2024.



6.6. ábra. Az EDR-egység elhelyezkedése a jármű középkonzóljában

Forrás: a szerzők felvétele

szempontból az egyik leggazdagabb adatkészletet biztosító vezérlőegységről beszélünk. Nemcsak specifikus vezérlések adatait tartalmazza, hanem a jármű működésére általánosan befolyást gyakorló elemről beszélünk.

A járművek fedélzeti diagnosztikai rendszercsatlakozóján (OBDII) keresztül vagy közvetlenül a baleseti adatok biztonságos tárolását végző ECU-hoz (például légszákvezérlő) csatlakozva lehetőség van olyan, a balesetet megelőző, a jármű működéséhez kapcsolódó információk kiolvasására, mint a jármű sebessége, a motor fordulatszáma, a fék státusza, az ütközéshez kapcsolódó sebességváltozás (delta-V) stb.⁸

Balesetekhez kapcsolódó vizsgálatokban a járművek jellemzően működés-képtelenek, nem helyezhetők feszültség alá, ezért az EDR-hez *offline* módon kell hozzáférni. Attól függően, hogy mely gyártóhoz tartozik a jármű, a vezérlő a középkonzólban, a vezető vagy az utas lábterében, a kesztyűtartó mögött stb. található meg. A jármű állapotától függően a fizikai hozzáférés is jelenthet problémát.

Az új szoftverfrissítéseket, *firmware*-eket vagy egyéb adatokat (például titkosítási kulcsok) a gyártók vezetékek nélkül továbbítják. Korábban a mobilszolgáltatók a mobil eszközök vagy a SIM-kártyán lévő adatok frissítéséhez küldtek vezetékek nélkül információkat. Az IoT- (Internet of Things) eszközök elterjedésének hatására már a modern járművekben is használják ezt a frissítési megoldást. Erre

⁸ Bosch 2024.



6.7. ábra. Járműfrissítések over-the-air

Forrás: [bosch-mobility.com](https://www.bosch-mobility.com)

korábban a felhasználóknak memóriakártya vagy CD-lemez behelyezésével volt lehetőségük (például a térkép frissítése), vagy a szervízben végezték a frissítések telepítését. A frissítések vezeték nélküli (például mobilhálózaton keresztüli) továbbítása, a járműhöz való eljuttatása hatékony és költségkímélő módja a hibák javításának, a szoftverfrissítések elvégzésének és az új funkciókhoz való hozzáférésnek. A járművekhez tartozó vezeték nélküli adattovábbítási módok lehetnek:

- *firmware over-the-air* (FOTA);
- *software over-the-air* (SOTA);
- *over-the-air provisioning* (OTAP);
- *over-the-air service provisioning* (OTASP);
- *over-the-air parameter administration* (OTAPA).

FOTA esetén a járműhöz, a jármű egyes egységeihez tartozó *firmware*-t küldenek ki. SOTA esetén szoftverfrissítés, OTAP segítségével beállítások, konfigurációk, OTASP esetén szolgáltatásnyújtás, beállítás, míg OTAPA révén paraméterezés, konfigurálás történik. A frissítések abban az esetben érkeznek meg az autóhoz, ha az kapcsolódik az internethez, amíg letölti azokat.⁹ Ezen kommunikációk vizsgálata és elemzése az élő adatforgalom lehallgatása által vagy rögzítése esetén utólagosan történhet.

⁹ Thales [é. n.]; MIXON–STEELE 2022.

6.2. táblázat. Vezeték nélküli csatlakozások

Csatlakozás	Vizsgálat		Hozzáférés	
Vezeték Nélküli	Élő/Live	Utólagos/Post Mortem	Online	Offline
<i>OTA – over-the-air</i>	X	X	X	
<i>Bluetooth – Bluetooth low energy</i>	X	X	X	
<i>WIFI</i>	X	X	X	
<i>RFID</i>	X	X	X	
<i>DSRC</i>	X	X	X	
<i>V2X</i>	X	X	X	X
<i>TPMS</i>	X	X	X	X
<i>NFC</i>	X	X	X	

Forrás: a szerzők szerkesztése

Egyes járművekben alkalmazott vezeték nélküli kommunikációs csatornák szakértői vizsgálatához a hálózati forgalom lehallgatása, rögzítése szükséges. A jellemzően titkosított csatornákon átvitt információk megszerzése főként *online* módon történik. A szükséges eszköz-, idő-, képesség-erőforrásigényekhez képest a megszerzett információ még katonai műveletek szempontjából sem minden esetben térül meg, ezért a fent részletezett, fizikai hozzáféréssel, *online* vagy *offline* módon végrehajtott vizsgálatok célravezetőbbek.

A Bluetooth-, a WIFI- és a rádiófrekvenciás azonosítási (*Radio Frequency Identification, RFID*) kapcsolatok vizsgálata során jellemzően eszközazonosítók, dátum- és időbejegyzések, valamint a forgalmazott – egyéb vizsgálatokhoz képest kis mennyiségű – adat áll rendelkezésre. A *Near Field Communication* (NFC) az RFID részhalmaza, kétirányú kommunikációt lehetővé tevő, rövid hatótávolságú (5–10 cm) kommunikációs technológia, maximális 424 kb/s adatsebesség mellett. Három működési módban alkalmazható: passzív; aktív eszköz a passzív NFC *tag*ek olvasására és írására; valamint a *peer to peer* kommunikáció, amely esetben mindkét eszköz aktív módban működik.¹⁰ Például a járművek nyitásához, indításához, az

¹⁰ STEFFEN et al. 2018.

indításgátló feloldásához használható megoldás kis adatmennyiséggel dolgozik, a szakértői vizsgálatok szempontjából ezen adatok vizsgálata azok hitelességi kérdéséhez kapcsolódhat.

Az intelligens közlekedési rendszerekben a résztvevők közötti gyors és hatékony kommunikáció érdekében kétféle megoldás született (6.8. ábra). A *Dedicated Short-Range Communication* (DSRC) technológiát a megbízható és hatékony kommunikáció érdekében alakították ki, a közlekedési rendszerekben történő alkalmazáshoz. Például elektronikus út- és parkolódíj-beszedés, a korlátozott területekre történő behajtás ellenőrzése, a járművek vészjelző rendszeréhez való hozzáférés, a megkülönböztetett jelzést használó járművek elsőbbségének jelzésére, közúti akadályokra és vasúti átjáróra figyelmeztetés stb. érdekében. Nagy megbízhatóság, gyors adatkapcsolat és alacsony késleltetési idő jellemzi az 5,8 GHz-es frekvenciasávban működő megoldást.¹¹

„V2X – jármű- és minden lehetséges dolog közötti együttműködés, kommunikáció lehetővé teszi, hogy összekapcsolja az összes járműtípust és a különféle infrastrukturális rendszereket. Ez a kapcsolat magában foglalja az autókat, az autópályákat, a hajókat, a vonatokat, a repülőgépeket, valamint a gyalogosokat stb. is, ezáltal megvalósítva a teljes körű kooperativitást a közlekedésben.”¹² A V2X kommunikáció lehetővé teszi a járművek kommunikációját a közlekedés szereplőivel és a közlekedés megvalósulásához szükséges infrastruktúrával egyaránt, optimalizált és biztonságosabb közlekedést eredményezve. A jármű kommunikációs rendszerei által hozzáférhetővé vált információk a vezetőt a vezetés során folyamatosan segítik. A jármű-kommunikációs megoldás egyik fő célkitűzése a balesetek, a közúti halálesetek visszaszorításának elősegítése, amelyhez nem feltétlenül követelmény az információk nagy távolságokra való eljuttatása. A közvetlen, viszonylag kis hatótávolságú, elosztott kommunikáció segítségével hatékonyan megvalósíthatóvá válnak egyes biztonsági alkalmazások. Alkalmazásával megoldható a járműkonvojok vezérlése, ahol a szenzorok segítségével menetoszlopban, egymáshoz nagyon közel tudnak haladni a járművek. A V2X technológia alapköve lehet az autonóm járművek forgalomban való biztonságos közlekedésének. Kiemelt jelentősége van ennek a közlekedés szempontjából nem ideális meteorológiai viszonyok között, amelyek az éghajlatváltozás folytán gyakorta hirtelen következnek be.

¹¹ ITC Standards [é. n.].

¹² TOKODY et al. 2018.



6.8. ábra. DSRC és V2X kapcsolat a járműrendszerekben

Forrás: SHEENA 2024

Egyre fontosabb ugyanis a szélsőséges időjárási eseményekhez való alkalmazkodás. Ehhez a kihíváshoz egyre több jogi és technikai szabályozást és megoldást kell kidolgozni, mérsékelve a negatív hatásokat, növelve az ellenálló képességet.¹³ Ennek okán is várható a rendszer rohamos fejlődése és elterjedése.

Szakértői vizsgálati szempontból a DSRC és a V2X kommunikáció esetén problémát jelent a járművek sebességéből adódóan a gyors topológia és a résztvevők változása, a járművek egyes esetekben nagyon rövid ideig vannak egymás „hatótávolságában”, például szembejövő jármű esetén. Ezáltal a rögzített kommunikációban véletlenszerűen megjelenhetnek a vizsgálat szempontjából nem releváns elemek, amelyek kiszűrése ráfordításigényes. Az egy időben nagy számban kommunikáló eszköz és jármű jelenléte szintén megnehezíti a releváns adatok megszerzését.

A keréknyomás ellenőrzését végző *Tire Pressure Monitoring Systems* (TPMS) -szenzor jeleinek élő nyomon követése, rögzítése a szakértői vizsgálatok szempontjából és a katonai műveletek vonatkozásában nem releváns. Utóbbi esetben azonban a jármű működésének kompromittálásával, téves információk adatforgalomba illesztésével, a TPMS-szenzor azonosítója általi nyomon követéssel vagy az ECU meghibásodásának elérésével befolyásolható a jármű működése. Szakértői vizsgálatok esetén az ilyen beavatkozások nyomainak felderítése lehet az egyik cél.

¹³ BEREK–FÖLDI–PADÁNYI 2020.

A szakértői vizsgálatokhoz szükséges elektronikus nyomokhoz történő hozzáférés a fenti vezetékes vagy vezeték nélküli csatornákon lehetséges. Ezen nyomok járműveken belüli, illetve a kapcsolódó rendszerekben történő fellelése, a releváns bizonyítékok feltárása és vizsgálata által lehetőség nyílik nyilvánvalóvá tenni, hogy mi történt, megállapítani a vizsgált esemény körülményeit, akár meg nem ismételhető esetekben is.

Összefoglalás

A modern járművek utólagos szakértői vizsgálatai során nélkülözhetetlen a jármű mint vizsgálati tárgy, illetve adattároló egységeinek és tárolt adatainak elérése. Az információk kinyeréséhez különféle módszerek, eszközök és technikák szükségesek, amelyek alkalmazhatók katonai műveletekben, továbbá az általános szakértői vizsgálatok elvégzése során is. Jelen tanulmányban meghatároztuk a járművekhez vagy azok adathordozójához történő csatlakozási lehetőségeket, valamint a különböző vizsgálati és hozzáférési módokat. A vizsgálati tárgytól és a szakértő által megválaszolandó kérdésektől függően *online* és *offline* hozzáférés, illetve élő vagy utólagos vizsgálatok válhatnak szükségessé. A NIS2 irányelvnek és az annak hazai implementációja során készített jogszabályoknak való megfelelés érdekében szükséges a járművek egyes kommunikációs csatornáinak védelmét, illetve védelmi megoldásait felülvizsgálni, ami egyrészt biztosítja a járművezetők adatainak védelmét, másrészt új kihívások elé állítja az igazságügyi szakértőket.

Felhasznált irodalom

2016. évi XXIX. törvény az igazságügyi szakértőkről

BEREK, Tamás – FÖLDI, László – PADÁNYI, József (2020): Hungary's Legal Efforts to Strengthen Climate Resilience. *Sodobni vojaški izzivi / Contemporary Military Challenges*, 22(3), 115–125. Online: <https://doi.org/10.33179/BSV.99.SV1.11.CMC.22.3.7>

BEREK Tamás – RÉPÁS József (2024): Az autonóm harctéri és közlekedési járművek forenzikus vizsgálatának lehetőségei és kihívásai. In GÖCZE István – PADÁNYI József (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből IV. Hallgatói kötet*. Budapest: Ludovika, 7–20.

Bosch (2024): *CDR Crash Data Retrieval*. Online: https://cdr.boschdiagnostics.com/cdr/sites/cdr/files/15-93_cdr_crash_data_retrieval.pdf

BROWN, Ellie (2024): What is a Car Infotainment System, and How Does it Work? *Evans Halshaw*, 2024. február 1. Online: www.evanshalshaw.com/blog/what-is-a-car-infotainment-system

- Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/2555 irányelve az Unió egész területén egységesen magas szintű kiberbiztonságot biztosító intézkedésekről, valamint a 910/2014/EU rendelet és az (EU) 2018/1972 irányelv módosításáról és az (EU) 2016/1148 irányelv hatályon kívül helyezéséről
- FlexRay [é. n.]: *Járműinformatika. 5. óra*. E-tananyag. Online: www.sze.hu/~korosp/Jarmuinformatika_nappali/05%20-%20Jarmuinformatika%20FlexRay.pdf
- IEEE (2023): *802.3cy-2023 – IEEE Standard for Ethernet Amendment 8: Physical Layer Specifications and Management Parameters for 25 Gb/s – Electrical Automotive Ethernet*. New York: IEEE, 1–137. Online: <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2023.10213388>
- ITS Standards [é. n.]: *CEN DSRC*. Online: www.itsstandards.eu/its-application-areas/cen-dsrc/
- MIXON, Erica – STEELE, Colin (2022): *OTA Update (Over-the-Air Update)*. Online: www.techtarget.com/searchmobilecomputing/definition/OTA-update-over-the-air-update
- RÉPÁS, József (2023): Definition of Forensic Methodologies for Autonomous Vehicles. *Hadmérnök*, 18(1), 125–141. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2023.1.9>
- RÉPÁS József – NÉMÉDY László (2023): Modern járművek kiberbiztonsága, biztonsági követelményei a szakértői vizsgálatok céljával és lehetőségeivel összefüggésben. In BORZA Veronika et al. (szerk.): *Régi és új kihívások az igazságügyi szakértői munkában*. Budapest: Nemzetbiztonsági Szakszolgálat, 87–129.
- SHEENA, Colin (2024): Israel is Helping to Drive the Evolution of Urban Mobility. *LinkedIn*, 2021. június 30. Online: <https://linkedin.com/pulse/israel-helping-drive-evolution-urban-mobility-colin-sheena>
- STANDER, Adrie – BARNARD, Hanlé (2017): *Digital Forensics and Electronic Evidence*. Online: www.udemy.com/course/digital-forensics-and-electronic-evidence/
- STEFFEN, Rainer et al. (2018): *Near Field Communication (NFC) in an Automotive Environment*. Online: https://itestra.com/wp-content/uploads/2018/03/10_itestra_bmw_nfc_in_an_automotive_environment_01.pdf
- Thales [é. n.]: *OTA (Over The Air)*. Online: www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/technology/ota
- TOKODY Dániel et al. (2018): Kiberbiztonság az autópárhban. *Bánki Közlemények*, 1(3), 71–77. Online: <http://bk.bgk.uni-obuda.hu/index.php/BK/article/view/79>
- Volvo Car USA [é. n.]: *Press Releases*. Online: www.media.volvocars.com/us/en-us/media/pressreleases/321914/photos