

Forensics tevékenységek kihívásai a modern közlekedési járművek fejlődésének tükrében

A közúti közlekedési járművekhez kapcsolódó információs technológia (information technology, IT) forensics, szakértői vizsgálatok egyik célja az eseményekhez kapcsolódóan megállapítani, mi, mikor, hol, hogyan történt, és ki volt érintett, továbbá rekonstruálni a bekövetkezett eseményt, meghatározni a kapcsolódó felelősséget. A bizonyítékok (digitális információk) időben történő begyűjtése nélkülözhetetlen a vizsgálatok elvégzéséhez, a nyomozati és igazságszolgáltatási tevékenységek céljainak eléréséhez. A szakértői vizsgálatok során a digitális információk kinyerése, feldolgozása olyan módon kell történjen, amely biztosítja a bizalmasságot, hitelességet, megbízhatóságot, sértetlenséget. A közlekedési ökoszisztéma fejlődése, az alkalmazott informatikai és infokommunikációs rendszerek komplexitása azt eredményezte, hogy nincs sztenderd eljárás, módszertan a modern járművek vizsgálatához. A meglévő módszertanok nem vagy csak korlátozott módon alkalmazhatóak. Tanulmányunkban a forensics vizsgálatok kihívásainak és lehetőségeinek elemzését végeztük el.

Kulcsszavak: forensic vizsgálat, önvezető járművek, szakértői vizsgálat

Challenges of Forensics Examinations in the Light of the Development of Modern Transport Vehicles

One of the aims of IT forensics examinations related to road transport vehicles is to establish what, when, where and how something happened and who was involved in the events. Another aim is to reconstruct the event occurred and to determine the related liability. The timely collection of evidences (digital information) is essential for conducting investigations and achieving the goals of investigative and judicial activities. During expert examinations, digital information must be extracted and processed in a way that confidentiality, authenticity, reliability, and integrity are ensured. The development of the transport ecosystem, the complexity of the applied IT and infocommunication systems have led to the fact that there is no standard procedure, methodology for the testing of modern vehicles. Existing methodologies have no or limited applicability. In our study the challenges and opportunities of forensics examinations are analyzed.

Keywords: forensics examination, autonomous car, digital forensics

¹ Doktori hallgató, Nemzeti Közszerológati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola; e-mail: repas.jozsef@uni-nke.hu; ORCID: 0000-0002-1186-4731.

Bevezetés

A társadalom működéséhez, az egyének és a közösség életéhez nélkülözhetetlen a mozgás, a helyváltoztatás. Ez utóbbi a közlekedés lényege és egyben alapfolyamata. „A közlekedés személyek, dolgok, gondolatok (információk) speciális technikai eszközök igénybevételével lebonyolított tömeges, rendszeres, szervezett helyváltoztatása.”² A magas automatizáltság, az IT- és kiber-fizikai rendszerek fejlődése minden bizonnyal át fogja alakítani a jövőbeni közlekedést.

A helyváltoztatási igényeket és magát a helyváltoztatást valósítják meg a különböző közlekedési alágazatok. A járműipar fejlődésével, az egyre modernebb járművek, valamint a fejlett elektronikus rendszerek megjelenésével és széles körű elterjedésével az utakon megnövekedett a balesetek száma. Bár az Európai Unió közutak biztonságára vonatkozó mutatószámai világviszonylatban jónak számítanak, közlekedési balesetben évente több mint 25 000 ember hal meg, és több mint 135 000 ember sérül meg súlyosan.³ A közlekedési rendszerek elsődleges céljai közé tartoznak a közlekedésbiztonság fokozása és az infrastruktúra kihasználtságának maximalizálása, a forgalom racionalizálása, a környezeti terhelés csökkentése.⁴ A közlekedési rendszerek fejlesztésével és a közlekedésbiztonság fokozásával 2030-ra a 2020-ban mért számokhoz képest felére tervezik csökkenteni a súlyos balesetek számát, az úgynevezett *Vision Zero* célkitűzés alapján pedig 2050-re nullára redukálják a súlyos sérüléssel járó vagy halálos kimenetelű balesetek számát az európai utakon.

A közlekedési rendszerek fejlesztése, a közlekedés digitalizálása, az intelligens közlekedési rendszerek (*intelligent transport systems*, ITS) alkalmazása hozzájárul a fenti célok eléréséhez, biztonságosabbá, hatékonyabbá és fenntarthatóbbá tehetik a közlekedést. Az intelligens közlekedési rendszerek „tényleges (emberi) intelligencia megtestesítése nélkül biztosítanak innovatív szolgáltatásokat a különböző közúti közlekedési módokhoz és forgalmi menedzsmenthez kapcsolódóan”.⁵ Az ITS-ek az információs és kommunikációs rendszerek alkalmazása mellett a meglévő technológiák hatékony integrálását is megvalósítják. „Tágabb értelemben az ITS rendszerek a közlekedési hálózatokon és járművekben alkalmazott információs és kommunikációs (telematikai) megoldások összessége, melyek dinamikus, valós idejű (real-time) adatok alapján működnek.”⁶

Az ITS-rendszerek következő generációja a kooperatív intelligens közlekedési rendszerek (*cooperative intelligent transport systems*, C-ITS), amelyek célja a hatékony adatcserével, a vezeték nélküli technológiák alkalmazásával megvalósítani a közlekedés automatizálását. A közúti közlekedési rendszer elemei, az infrastruktúra, a jármű, a jár-

² CSISZÁR-SÁNDOR 2014; Közlekedéstan [é. n.].

³ Európa mozgásban: a Bizottság befejezi a biztonságos, tiszta és összekapcsolt mobilitás programját 2018.

⁴ CSISZÁR-SÁNDOR 2014.

⁵ A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a régiók bizottságának. Európa mozgásban. Fenntartható mobilitás Európában: biztonságos, összekapcsolt és tiszta közlekedés 2018.

⁶ CSISZÁR-SÁNDOR 2014.

művezető, az utazó, gyalogos stb. közötti információmegosztás valósítható meg, annak érdekében, hogy tevékenységeiket, közlekedésüket összehangolhassák. A kommunikációt az összes olyan közlekedési résztvevő között meg kell valósítani, akik „érintkezésben” vannak, konfliktushelyzetbe kerülhetnek egymással.⁷

A technológiai fejlődés nem csupán a közlekedési rendszerekre van nagy hatással. Az egyre komplexebb összekapcsoltság és a fejlett automatizálás interdependenciája új lehetőségeket teremt a közlekedés hatékonyságának és biztonságának növeléséhez. Ehhez az egyik lépés, hogy a jármű segíti a járművezetőt, a forgalmi helyzethez való alkalmazkodásban és a megfelelő döntések meghozatalában, illetve az emberi tényező hatásának csökkentése, ellensúlyozása, a vezető nélküli járművekre való átállás. Az autonóm módon működő járművek hosszú távon nagyobb biztonságot eredményeznek.

Figyelembe véve a járművek átlagéletkorát, a hagyományos járművek és a ténylegesen autonóm járművek várhatóan még legalább 10–15 évig együtt lesznek jelen a közlekedésben, ami új kockázatokat és kihívásokat jelent.⁸ Például az utólagos szakértői (forensics) vizsgálatokban, amelyek célja annak megállapítása, hogy mi, mikor, hol, milyen körülmények között történt, és ki volt érintett, meghatározható-e az incidenshez kapcsolódó felelősség, amelyek esetében – az autonóm járművek speciális működése alapján – nem alkalmazhatók a bevett gyakorlatok. A közúti közlekedésben előforduló balesetek, az egymással interakcióba lépő járművek kommunikációjának vizsgálata során a járművek, a környezeti és pályaelemek adatai bemenő információként szolgálhatnak egy forensic vizsgálat során.

Tanulmányunkban kitérünk a modern és egyre inkább önvezetővé váló közúti közlekedési járművek forensic, vagyis szakértői vizsgálatainak elvégzési lehetőségeire és kihívásaira. Meghatározzuk a vizsgálatok elvégzésének általános és eljáráshoz kapcsolódó kihívásait, továbbá a vizsgálat elvégzését segítő vizsgáló eszközökhöz kapcsolódó kihívásokat is.

Modern járművek

A modern és a jövőbeni autonóm közúti közlekedési járművek bőséges adatforrást jelentenek a szakértői vizsgálatok elvégzéséhez. Az ilyen járműveknek képesnek kell lennie a pontos helymeghatározásra, a környezetükben történő lokalizációra. Ez azt jelenti, hogy a járműveknek minden időpillanatban, néhány cm-es pontossággal, teljes megbízhatósággal kell ismerniük a pontos helyzetüket a környezetükhöz, illetve a környezetükben lévő járművekhez viszonyítva. Az elmúlt időszak műszaki fejlődésének egyik jelenségeként figyelhető meg, hogy a valós világról egyre pontosabb, részletesebb információkkal rendelkeznek a közlekedési járművek, és az információk sokrétű felhasználása egyre szélesebb körben jelenik meg.

⁷ CSISZÁR–FÖLDES–CSONKA 2018.

⁸ A Bizottság közleménye... Fenntartható mobilitás Európában: biztonságos, összekapcsolt és tiszta közlekedés 2018.

A modern járművek és az intelligens közlekedési rendszerek működéséhez, működtetéséhez megfelelő mennyiségű és minőségű információra van szükség. Az információhoz való hozzáférés és kigyűjtés elsődleges feladat, amelynek során az információk valamilyen érzékelési cselekvéssel (*sensing action*) kerülnek szenzorhálózatok közreműködésével begyűjtésre.⁹ A közlekedésben az információ, az adatok – tárgyról, környezetei és pályaelemekről, személyekről, folyamatról szerzett ismeretek – egy bizonyos szerkezetben való egyesítését jelenti. Már a modern közlekedési járművek is szenzoraik segítségével érzékelik környezetüket (például az optikai érzékelők, lézeres radar, képelemzés stb.), az érzékelők által szerzett információkból – ideértve a navigációs információkat is – meg tudják határozni helyzetüket a környezetben, valamint a többi járműhöz viszonyítva. A járművek képesek egyes funkciók ellátására emberi irányítás, beavatkozás nélkül is, például elkerülni az ütközéseket.

Az információk értékelése, hasznosítása során figyelembe kell venni például ezek hozzáférhetőségét, időszerűségét (például a késleltetés mértéke), pontosságát, megbízhatóságát, „felhasználási” hatékonyságát is.¹⁰ Ezen szempontok nem csupán a jármű helyváltoztatásához szükségesek, hanem a szakértői vizsgálatok során is elsődlegesek. Annak érdekében, hogy minőségi információhoz juthassunk egy vizsgálat során, nélkülözhetetlen az információ forrástól való közvetítése/eljuttatása a feldolgozási helyre.

A szenzorok (lidar, radar, GPS stb.) és a kamerák által gyűjtött adatokat nagy mennyiségben dolgozzák fel és tárolják a modern járművekben, egyes becslések szerint akár 4 GB mennyiségű adat keletkezhet naponta. Az adatokhoz való hozzáférés, azok kinyerése és feldolgozása szükséges egy-egy szakértői vizsgálat során. Az érzékelő és feldolgozó eszközök és rendszerek széles skálája, a felhőalapú technológia vagy a többes joghatóság kérdése rendkívül komplex feladat, amelyben a szakértőknek meg kell válaszolniuk azokat a kérdéseket, amelyek a vizsgálat szempontjából relevánsak. Ehhez a jármű és környezetének információit a szükséges mértékben el kell érniük, hozzá kell férniük ezek értelmezéséhez és vizsgálatához.

A modern és autonóm járművek, illetve az együttműködő közlekedési rendszerekkel kapcsolatos forensics vizsgálati módszerek egyrészt eredeztethetők általánosan az igazságügyi szakértői vizsgálati módszertanból, illetve annak számítógépes környezetre vonatkozó ágából, a „digitális forensic” módszertanból, másrészt lehetnek olyan elemei, amelyek a terület specialitásai miatt teljesen új, az eddigi módszertanoktól eltérő felkészültséget és eszközöket igényelnek (például a motorvezérlő elektronika sérülékenységei, autógyártó-specifikus adattárolási megoldások, egyedi operációs rendszerek).

Szakértői/forensic vizsgálatok

A szakértői vizsgálatok célja lehet a modern és önvezető járművek által elszenvedett vagy okozott balesetek utólagos vizsgálata, emellett egyéb hatósági, jogi, büntetőjogi

⁹ CSISZÁR-SÁNDOR 2014.

¹⁰ CSISZÁR-SÁNDOR 2014.

eljárásokban a járművekben megtalálható információk elemzése, a megtörtént események igazolása is. A járművekhez kapcsolódó szakértői vizsgálatok alatt általában:

- sérült vagy balesetet szenvedett járművek szakértését (kárszámítását, értékcso-
kenés meghatározását, javítási kalkuláció készítését);
- hibás járművek szavatossági problémáinak vizsgálatát;
- állapotfelmérést;
- hibafeltárást;
- balesetelemzési szakvélemény készítését értünk.

Jellemzően ezekhez kapcsolódóan fordulunk szakértőhöz és kérünk valamilyen szak-
véleményt. A Nemzeti Szakértői és Kutató Központ szervezeti felépítése alapján az lát-
ható, hogy a közlekedési szakértői tevékenység és az informatikai szakértői tevékenység
elkülönül egymástól. Utóbbinál jelenik meg például a digitális adattároló eszközök vagy
a mobilkommunikációs eszközök vizsgálata, azonban a járművekhez kapcsolódó infor-
matikai vizsgálatok, a jármű vagy annak környezetében megtalálható digitális informá-
ciók vizsgálata nem ismert és módszertani vonatkozásban nem meghatározott terület.¹¹
A járművekhez kapcsolódó szakértői vizsgálatok túlmutatnak az általánosságban ismert
szakértői vizsgálatokon, amelyek kapcsolódhatnak még például személyek követéséhez,
kábitószer-szállítmányok nyomon követéséhez, gyilkosságokhoz stb.

Szakértői vizsgálatok válhatnak szükségessé továbbá olyan esetekben, amikor
a jármű: 1. tartalmazza az elektronikus nyomot, bizonyítékot; 2. egy támadás célpontja;
3. a bűncselekmény elkövetési eszköze.

Az új technológiák megjelenése és a megnövekedett adatmennyiség, az új adatforrá-
sok új szakértői megoldásokat, eszközöket, megközelítéseket, folyamatokat igényelnek
a korábbi és az esetlegesen új kérdések megválaszolására. A szakértői vizsgálatokhoz
kapcsolódóan elérhető új adatok és adatforrások által, például olyan új kérdésekre is
adható válasz, mint hogy egy eseményhez kapcsolódóan kik tartózkodtak annak köz-
vetlen közelében, vagy mely személyek, járművek milyen gyakorisággal, hol érintkeztek
egymással.

Szinte minden tudományterület és -ág alkalmazhatja a forensic módszereket, ame-
lyekkel hozzájárulhatnak a szükséges információk, bizonyítékok felleléséhez, feltárá-
sához. Szisztematikus módon alkalmazott természettudományos módszerek, technikák
segítségével történik a bizonyítékok gyűjtése, kinyerése, vizsgálata. A cél minden eset-
ben az okok, a megtörtént események, az igazság megállapítása a büntető és polgári
eljárásokban.

Egyes vizsgálatokban máig szükség lehet a különböző szakértői területek együtt-
működésére, mint például orvosszakértői, kriminalisztika és egyéb mérnöki területre
specializálódott szakértőkre. A jogi esetek támogatásában, megoldásában, esetenként
átfedésében is vannak ezek a területek. Mivel minden eset más és más, elsődleges feladat
a pártatlanság biztosítása és a bizonyítékok védelme (feltárástól a megőrzésig folyama-
tosan), az események idővonalának rekonstruálása. Alapos vizsgálat elvégzése során

¹¹ Szakmai módszertani leírások [é. n.].

igazolni kell, valamint nyilvánvalóvá kell tenni a megtörtént eseményeket azon esetekben is, amelyek nem megismételhetők.¹² A szakértői vizsgálat során a nyomok mint bizonyítékok fellelésétől, feltárásától kezdve több, folyamatosan dokumentált lépésből álló folyamaton keresztül át juthatunk el a vizsgálati eredményig, amelyhez hozzá tartozik ezek prezentálása és a digitális adatok hosszú távú, hiteles tárolása is.¹³

Általánosságban a közlekedési balesetek vizsgálatakor és más célú vizsgálatok során is az események minél pontosabb rekonstruálása, a felelősség meghatározása a cél, annak igazolása, hogy ki okozta a balesetet, amelyhez olyan információkat gyűjtenek be, mint az útvonal, a jármű pozíciója, a pálya- és a környezeti feltételek, a jármű, annak vezetője és az utasok sérülései, tanúvallomások.¹⁴

Amennyiben a modern közlekedési járműveket mint gördülő adatközpont, mint kommunikációs hálózatba kapcsolt Internet of Things (IoT, szabad fordításban, nem hivatalosan: dolgok internete) rendszerként értelmezzük, mind egy balesethez kapcsolódóan, mind azon túl is tartalmazhatnak olyan információkat, amelyek szakértői vizsgálata válhat szükségessé, amely széles körben megjelenő új kihívásokat jelent.

A kiindulási alapot a modern és önvezető járművek esetén is a digitális forensic eljárások jelentik. Ezek segítségével állapíthatóak meg, hogy mely digitális eszköz, milyen módon, ki által volt használatban az adott esemény bekövetkezésekor. A digitális forensic viszonylag új területe a forensic tudományoknak, amely a digitális eszközökben található információk kinyerésével és vizsgálatával foglalkozik. Célja:

- meghatározni az eseményt;
- hiteles bizonyítékot szolgáltatni;
- a bizonyítékok fellelése, feltárása;
- meghatározni a bizonyítékok forrását, kinyerni a szükséges információkat;
- választ adni a ki, miért, hol, mikor, mit és hogyan kérdésekre;
- prezentálni (nem műszaki szakemberek számára is érthető és értelmezhető formában bemutatni a vizsgálat eredményét);
- az elektronikus adatok hitelességét, sértetlenségét megőrizve tárolni a bizonyítékokat.¹⁵

Vagyis nyilvánvaló legyen, hogy mi történt, ki volt az érintett, az elkövető, mi okból, miért történtek az események, hol, mikor és hogyan történtek az események, erről olyan független és hiteles bizonyítékot kell szolgáltatni, amely a jogi eljárás során kétséget kizáróan elfogadható.¹⁶

¹² CALVERT 2017.

¹³ VÍZI [é. n.]

¹⁴ Forensic science [é. n.].

¹⁵ VÍZI [é. n.]; *Forensic science* [é. n.].

¹⁶ STANDER–BARNARD 2017.

Modern járművek szakértői vizsgálatának kihívásai

A jármű-elektronika megjelenésével megkezdődött a járművek adatainak egyre szélesebb körű felhasználása. Kezdetben az adatok működéshez kapcsolódó, eseti jellegű vizsgálatán kívül (például motorvezérlés, légzsák, klímavezérlés, ABS-adatok ellenőrzése, a hibatárolók adatainak kiolvasása) nem voltak összetett vizsgálatok.

Komplex vizsgálatok a járművek központi egységének/fejegyégének fejlesztésével, a járművek hálózati komplexitásának növelésével jelentek meg. A navigációs adatok megjelenésével a járművekben és a mobil eszközökkel való kapcsolat kialakítása révén megjelentek olyan mennyiségű és minőségű információk is, amelyek egyre nagyobb szerepet kaptak a szakértői vizsgálatok elvégzése során.

A modern járművek szakértői vizsgálati kihívásai három csoportba sorolhatóak: 1. általános kihívások; 2. vizsgálati eljárás kihívásai; 3. vizsgáló eszköz kihívásai.

A modern járművek szakértői vizsgálatának általános kihívásai

A modern járművek szakértői vizsgálata elvégzésének egyik általános kihívása, hogy mára a járművek által hozzáférhető adatok forrása is megváltozott, valamint nem garantált, hogy egy vizsgálat lefolytatásához, a vizsgálat céljának eléréséhez elegendők a járműben elérhető adatok. A forrás lehet:

- a jármű saját szenzorhálózata;
- a V2X kommunikáció által hozzáférhető egyéb jármű-, infrastruktúra-rendszerek;
- a különböző felhőalapú rendszerek (például gyártói felhő [cloud], szolgáltatói felhő [cloud]);
- közúthálózat üzemeltetői informatikai rendszere stb.

További általános kihívásként jelentkezik, hogy a járművekben található digitális adatok típusa és forrása különböző lehet. A számítógépek szakértői vizsgálatától eltérően nem elégséges az adathordozók begyűjtése, esetenként a memóriában található adatok mentése. A járművek több, logikailag (és fizikailag) elkülönített alrendszerben is tárolhatnak információt:

- magáról a járműről (például sorozatszám, alkatrész-azonosítók, kulcs ID stb.);
- a telepített alkalmazásokról (például navigáció, Facebook stb.);
- a csatlakoztatott eszközökről (például USB-meghajtók, SD-kártyák, vezeték nélküli hozzáférési pont stb.);
- a navigációról (például előzmények, mentett helyek, korábbi úticélok stb.);
- csatlakoztatott mobil eszközökről (például eszközazonosító, híváslista, kontaktok, SMS-üzenetek, képek, hangok stb.);

- egyéb működési eseményekről (például ajtónyitás/-zárás, világítás be-/kikapcsolás, Bluetooth-kapcsolatok, WiFi-kapcsolatok, sebesség, kormányszög, kilométeróra-állás, sebességváltás, erős gyorsítás-lassítás, vezetői figyelmeztetések stb.).¹⁷

A járművek adataihoz való hozzáférés nem oldható meg centralizáltan, több egység, alrendszer elérése szükséges hozzá. Több hozzáférési megoldás/csatorna állhat rendelkezésre, az ezeken keresztül elért adatok nem azonosak. Hozzáférési csatornák lehetnek:

- USB-port;
- OBD-II járműdiagnosztikai port;
- JTAG (*joint test action group*) standard teszt port és architektúra, amely segítségével kapcsolat alakítható ki a jármű egyes vezérlő egységeivel);
- SD-kártya (egyes gyártók a jármű teljes adatstruktúráját memóriakártyán tárolják, például a Citroën);
- chip-off (a jármű egyes vezérlőinek vagy központi egységének memóriachipjeinek kiszedését és tesztpanelen történő vizsgálatát jelenti).

Az adatok forrásául szolgálhatnak például felejtő (*volatile*) és nem felejtő (*non-volatile*) memóriák; a jármű flash memóriája, memóriakártya, SIM-kártya, alkalmazások adatai, vezérlő egységek adatai stb.¹⁸ A tárolt adatok pedig megjelenhetnek például a(z):

- event data recorders (EDR)-ben;
- navigációs/infotainment rendszerben;
- jármű központi egységben/fejegységben;
- fedélzeti kamera (első és hátsó vagy 360°-os) adattároló képességgel;
- elektornikus vezérlő egységekben (*electronic control unit*, ECU).

Az adatok tárolása nem csak fizikai megoldásban térhet el egymástól, a különböző gyártók eltérő logikai tárolási megoldást alkalmazhatnak, különböző helyeken, különböző adatokat, eltérő struktúrában tárolnak el, ami befolyásolja azok használhatóságát és vizualizációját.

Új, általános kihívásként jelentkezik, hogy – a digitális forensic vizsgálatoktól eltérően – a vizsgálat során, annak eredményei alapján is szükségessé válhat további, külső adatforráshoz való hozzáférés. Például a jármű navigációs adatainak elemzésével, a feltárt útvonal-információk alapján további, az infrastruktúra és a jármű között továbbított – a járműben tartósan nem tárolt – információk ellenőrzése. Ilyen információk lehetnek például a(z):

- adott útszakaszra, a közlekedés státuszára vonatkozó forgalmi információk;
- a pályaelemek azonosító adatai;
- vészjelzések;
- jelzőlámpák státuszai és az aktuális jelzésekép;
- közelben elérhető parkolólétesítmények és az aktuális szabad férőhelyek száma;
- baleset, sávzáras.

¹⁷ RÉPÁS et al. 2022.

¹⁸ CHANDEL 2020.

Az adatok egy részét, pontos időbélyegekkkel őrizhetik meg a járművekben, más járművekben, környezeti vagy pályaelemekben is, míg más részük illékony adatként nem kerül tárolásra. Egy esetleges jármű elleni kibertámadás kapcsán vizsgálándó lehet a járműhöz eljuttatott információk tartalma, annak megfelelősége. A járművekhez esetlegesen eljuttatott szándékosan téves információk alapján például befolyásolható a jármű mozgása, ezáltal a közlekedés biztonsága is. Annak értékelésére, hogy a jármű milyen információkat kapott a környezetéből, szükséges lehet a környezeti elemek vizsgálata is.

Egy forgalmi szituáció vizsgálata esetén szükség lehet a jármű(vek) és az infrastruktúra továbbította információkhoz való hozzáférésre is, ilyen adatok lehetnek például a(z):

- pozíció-, sebesség- és irányadatok;
- járműstátuszadatok
- vészjelzések;
- útvonaladatok;
- diagnosztikai adatok.¹⁹

A vizsgált járműhöz kapcsolódóan az egyik legnagyobb általános kihívást a gyártmányok és a gyártmányokon belüli széles körű típusválaszték jelenti. Az egyes gyártók a különböző járműgyártási szabványok és ajánlások követelményeit a saját céljaiknak megfelelően valósítják meg. Ennek eredményeként az alkalmazott hardverelemekben, belső hálózati kialakításban (például topológia, protokollok stb.), szoftvermegoldásokban is lényeges eltérések lehetnek, amelyek megnehezítik a vizsgálathoz szükséges eszközök és eljárások standardizálását. A járművekben használt belső operációs rendszer is lényeges eltéréseket mutat a gyártók között – a gyártók a járműtípusok között jellemzően azonos operációs rendszert használnak, de egy operációsrendszer-csere után már típusonként is lehet eltérés –, ami a vizsgálathoz szükséges eszközök és eljárások kialakítását bonyolítja.

Jövőbeli kihívást jelenthet a titkosított adattárolási megoldás bevezetése a járművekben. A platformmegbízhatósági modul (*trusted platform module*, TPM) vagy hasonló technikák alkalmazása a járműben található adatok biztonságának javítását eredményezné, egyúttal nehezítené, adott esetben megakadályozná a szakértői vizsgálatok elvégzését. A biztonságos titkosítási kulcs létrehozásához és tárolásához használt megoldás használható lenne annak igazolására is, hogy a járműben lévő gyártói operációs rendszer és a vezérlő egységek programjai megfelelnek az elvártaknak, azokat nem módosították.

A modern járművek szakértői vizsgálatához kapcsolódó kihívások

Az intelligens közlekedési rendszerekkel kapcsolatos szakértői vizsgálati módszerek a digitális forensic módszertanra támaszkodnak. Ugyanakkor a járművek, a pálya és a környezet sokszínűsége kapcsán lehetnek olyan elemek, amelyek az eddig eljárásoktól, eszközöktől eltérő megoldásokat igényelnek. A szakértői vizsgálati eljáráshoz

¹⁹ CSISZÁR–FÖLDES–CSONKA 2018.

kapcsolódóan a korábbiakban felsorolt általános kihívásokhoz kapcsolódnak az eljárás kihívásai. A vizsgálat során elsődleges szempont a megbízhatóság, valamint az agilitás, rugalmasság és moduláris kialakítás. A vizsgálatához olyan módszertant kell kialakítani, amely lépést tud tartani a közlekedési rendszerek fejlődésével, illeszthető a vizsgálati feladatokhoz, valamint a vizsgálatok céljaihoz, sajátosságaihoz kapcsolható eszköz, készség- és tudáselemekből áll.

A bizonyítékul szolgáló adatok összefüggéseinek megtalálása a nagy mennyiségű adatahalmazokban is megnehezíti a szakértői vizsgálat elvégzését. Az adatbányászat segítségével hasznos, gyakran nem várt mintázatok felismerése válhat lehetővé az adatok között.

Amennyiben a járműben keletkező illékony adatokról van szó, amelyek vagy a jármű pillanatnyi működéséhez, a helyváltoztatási feladathoz kapcsolódnak és folyamatosan felülíródnak, vagy a jármű leállítása után törlődnek, egyes szakértői vizsgálatokhoz kapcsolódóan nélkülözhetetlenek lehetnek. Új kihívást jelent egy jármű vagy közlekedési rendszer vonatkozásában a *post mortem* vagy *live* vizsgálatok elvégzése is. A kutatás folytatásában tervezzük a járművek *live forensic* vizsgálati lehetőségeinek felmérését is, az olyan információkhoz való hozzáférés érdekében, amelyek az utólagos (*post mortem*) vizsgálatok során nem állnak rendelkezésre. Ennek célja a jármű működése közben keletkező illékony adatokhoz, a működés során a memóriában található információkhoz, a belső és külső irányú kommunikációs hálózathoz való hozzáférés és az adatok feldolgozása és vizsgálata. Ezen vizsgálatok nem képezik jelen tanulmány tárgyát.

További kihívást jelenthet az eseménylánc végigkövetése, vezetése. A jármű mellett egyéb rendszerek, adatforrások is megjelennek a szakértői vizsgálatban, amelyek nem, vagy nem minden esetben használnak valamilyen központosított időszinkronizációt, vagy nem azonos időbélyegeket használnak, akkor egy esemény/baleset ideje, eltérhet a járműben lévő adatok idejétől.

A szakértői vizsgálat sem mentesül a vonatkozó adatvédelmi jogszabályoknak, követelményeknek való megfelelés alól. A vizsgálat során személyes adatok is részévé válnak az adatgyűjtésnek, ezért ezek megfelelő kezeléséről is gondoskodni kell.

Amennyiben a szakértői vizsgálat során harmadik felet is bevonnak, például gyártókat, üzemeltetőket, akiket a feladatok egy részébe a vizsgálat részeként bevonnak, gondoskodni kell a jogszabályi követelményeknek való megfelelésről (például harmadik országba való adattovábbítás).

Biztosítani kell, hogy a bizonyítékokhoz történő hozzáférési jogosultság szabályozott és ellenőrzött legyen, ennek megfelelően a vizsgálat is kizárólag megfelelő felhatalmazás birtokában kezdődhet meg.

Megfelelően dokumentált eljárásokat és vizsgálati dokumentációt kell kialakítani annak érdekében, hogy a vizsgálat és a bizonyítékok kezelése felügyelt módon történjen. Minden lépés során, az adatletöltés helyszínétől, a büntetőeljárás minden szakaszában ki kell zárni a bizonyítékként felhasznált digitális adatok manipulálhatóságát. Az adatok sértetlenségét és hitelességét – szoftveres és hardveres megoldások mellett további garanciális eszközzel – úgynevezett felügyeleti lánc (*chain of custody*) segítségével is

biztosítani kell, amellyel rögzíteni lehet, hogy a digitális bizonyítékkal ki, mikor és milyen műveletet, vagy tevékenységet végzett.

További kihívást jelenthet az anti-forensic megoldások alkalmazásának megjelenése, elterjedése a modern járművekben is. A szakértői vizsgálatok megelőzésére, megakadályozására vagy megnehezítésére használt és alkalmazott technikák, trükkök gyűjteménye az anti-forensics. Kvázi ellenintézkedések a vizsgálat lefolytatása ellen, fő céljuk a bizonyítékok megszerzésének megakadályozása.²⁰ Az információkat vagy a metaadatokat felülíró tradicionális eszközök a legrégebbi és legelterjedtebb anti-forensic megoldások, amelyek járművekhez kapcsolódóan még nem terjedtek el. Hasonlóképpen alkalmazhatóak lehetnek a különböző titkosítások, steganográfiai megoldások vagy egyéb adatot elrejtő megközelítések, azonban ezek megvalósítása egy jármű működésére is nagy hatással lehet. A felhasználó digitális lábnyomának minimalizálására szolgáló vagy a vizsgáló eszközök sérülékenységeit kihasználó megoldások elterjedése a tényleges autonóm járművek megjelenése után várható. Olyan komplex anti-forensics technikák használata, mint amilyenek standard számítógépes környezetben előfordulnak, a járművek esetén, véleményünk szerint, nem várhatóak (például az alkalmazás ellenőrzi, hogy image-ből vagy virtuális lemezen vagy felügyelt hálózaton futtatják).²¹

A modern járművek szakértői vizsgálatának vizsgálóeszközeihez kapcsolódó kihívásai

Az általánosságban ismert járműszakértői vizsgálatok menetén és azok adatforrásain jellemzően nem igényel gyökeres változtatást az egyre inkább önvezetővé váló járművek megjelenése. Az olyan eszközök és megoldások, amelyekkel a sérült vagy balesetet szenvedett járművek szakértését, a hibás járművek szavatossági problémáinak vizsgálatát, a balesetelemzési szakvélemény készítést stb. végzik, valóban nem változnak meg alapjaiban. A fenti általános kihívások kapcsán azonban a járművek digitális szakértői vizsgálata messze túlmutat a jelenleg rendelkezésre álló módszertanokon, kompetenciákon, eszközökön.²² Jelenleg lényegesen kevesebb vizsgálati megoldás létezik a modern járművekhez kapcsolódóan, komplex, hatékonyan alkalmazható módszertan, megoldás egyelőre nem áll rendelkezésre.

A járművek digitális szakértői vizsgálata jelenleg kezdeti stádiumban van. Az általános kihívások mellett, mivel a járműgyártók nem engednek hozzáférést az ipari és üzleti titkaikat képező járműközponti egységek és vezérlőegységek működéséhez, adattárolási struktúrájához, forráskódjához, ezért nem állnak rendelkezésre olyan hardvereszoftveres megoldások, amelyek segítségével globálisan az egyes járművekben keletkező adatok kinyerhetőek, vizsgálhatóak lennének. Néhány nagyobb szoftvergyártó *reverse engineering* módszerrel fejlesztett olyan megoldásokat, amelyek korlátozottan alkalmasak néhány autótípus adatainak vizsgálatára. (Ilyen megoldás látható az 1. ábrán.)

²⁰ JAIN-CHHABRA 2014.

²¹ GARFINKEL 2007.

²² STANDER-BARNARD 2017.



1. ábra: Járműből kiszertelt központi egység vizsgálati eszközei

Forrás: a szerzők felvétele

Ezek az eszközök nem elterjedtek széles körben, nem alkalmazhatók minden gyártó esetén, továbbá nem biztosítják minden jármű esetén ugyanazon adatok hozzáférhetőségét. Látható, hogy a jelenlegi megoldások által lefedett terület meglehetősen szűk, nem csak a teljes gyártói spektrum nincs lefedve, de az egyes gyártók minden járműtípusa sem. Azokban a járművekben, amelyekhez hozzáférést biztosítanak ezek a megoldások sem érhető el minden olyan adat, amely egy vizsgálat során szükséges lehet.

Az olyan adatok esetén, amelyekhez ezek a megoldások biztosítanak hozzáférést, az adatok kinyerése nem minden esetben valósul meg strukturált, értelmezhető formában, a nyers adatok gyártói információk nélkül nem minden esetben értelmezhetők.

Összegzés

A jövőben az infokommunikációs technológiák további fejlődése a járműgyártásban is egyértelműen megmutatkozik. Az összekapcsoltság és az automatizálás új lehetőségeket teremt a közlekedés hatékonyságának és biztonságának növeléséhez. A modern és egyre inkább autonóm módon működő járművek hosszú távon nagyobb biztonságot eredményeznek. Egy utólagos szakértői vizsgálatban meg kell tudni állapítani, hogy milyen esemény, mikor, hol, milyen körülmények között történt, és ki volt érintett. A szakértői vizsgálatok célja lehet a modern és önvezető járművek által elszenvedett vagy okozott balesetek utólagos vizsgálata, vagy egyéb bűncselekmények, például személyek vagy kábítószer-szállítmányok nyomon követése, gyilkosságokhoz kapcsolódó nyomozás és egyéb hatósági, jogi, büntetőjogi eljárásokban való, a járművekben megtalálható információk elemzése. Az új technológiák megjelenése és a megnövekedett adatmennyiség, új adatforrások új szakértői megoldásokat, eszközöket, megközelítéseket, folyamatokat igényelnek a korábbi és az esetlegesen új kérdések megválaszolására. Tanulmányunkban

meghatároztuk a modern járművek szakértői vizsgálati kihívásai, emellett javaslatot tettünk ezek csoportosítására (általános vizsgálati eljárás kihívásai, vizsgáló eszköz kihívásai). Megállapítottuk, hogy a kihívások kapcsán a modern járművek digitális szakértői vizsgálata messze túlmutat a jelenleg rendelkezésre álló módszertanokon, kompetenciákon, eszközökön. Jelenleg kevés vizsgálati megoldás létezik a modern járművekhez kapcsolódóan, komplex, hatékonyan alkalmazható módszertan, megoldás egyelőre nem áll rendelkezésre.

Felhasznált irodalom

- A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a régiók bizottságának. Európa mozgásban. Fenntartható mobilitás Európában: biztonságos, összekapcsolt és tiszta közlekedés* (2018). Brüsszel, 2018. május 17. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0293&from=HU>
- CALVERT, Roz (2017): Types of Forensic Tests. *Sciencing.com*, 2017. április 25. Online: <https://sciencing.com/types-forensic-tests-7551951.html>
- CHANDEL, Raj (2020): Digital Forensics: An Introduction. *Hacking Articles*, 2020. szeptember 14. Online: www.hackingarticles.in/digital-forensics-an-introduction/
- CSISZÁR Csaba – FÖLDES Dávid – CSONKA Bálint (2018): *Közlekedési információs rendszerek*. Budapest: Akadémia.
- CSISZÁR Csaba – SÁNDOR Zsolt Péter (2014): *Közlekedés informatika*. Online: www.researchgate.net/publication/277015956_Kozlekedesi_informatika
- Európa mozgásban: a Bizottság befejezi a biztonságos, tiszta és összekapcsolt mobilitás programját*. 2018. Online: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hu/IP_18_3708
- Forensic science [é. n.]. *Britannica.com* Online: www.britannica.com/science/forensic-science#ref310214
- GARFINKEL, Simson (2007): Anti-forensics: Techniques, Detection and Countermeasures. Online: <https://core.ac.uk/download/pdf/36736409.pdf>
- JAIN, Anu – CHHABRA, Gurpal Singh (2014): Anti-Forensics Techniques: An Analytical Review. In *2014 Seventh International Conference on Contemporary Computing (IC3)*, 2014. augusztus 7–9. Online: <https://doi.org/10.1109/IC3.2014.6897209>
- Közlekedéstan* [é. n.]. Győr: Széchenyi István Egyetem. Online: <https://ko.sze.hu/catdoc/list/cat/7086/id/7106/m/4974>
- RÉPÁS József et al. (2022): What Does Our Car Tell About Us? The Questions and Possibilities of It Forensic of Modern Vehicles. In *János Szentágothai International Multidisciplinary Conference and Student Competition*. Pécs, 2022. április 14. (Pécs: Szentágothai János Szakkollégiumi Egyesület).
- STANDER, Adrie – BARNARD, Hanlé (2017): Digital Forensics and Electronic Evidence. *Udemy.com*, 2017. november. Online: www.udemy.com/course/digital-forensics-and-electronic-evidence/
- Szakmai módszertani leírások* (é. n.). Budapest: Nemzeti Szakértői és Kutató Központ. Online: <https://nszkk.gov.hu/modszertani-leirasok>
- VÍZI Linda [é. n.]: A Computer Forensics jogi vonzata. *NETAcademia.hu*. Online: <https://netacademia.hu/courses/take/computer-jog/multimedia/8481853-figyelem-ez-egy-classic-tanfolyam> (regisztrációhoz kötött megtekintés)