

Az önvezetés térképi támogatása

Barsi Árpád – Csepinszky András – Lógó János Máté – Krausz Nikol – Potó Vivien

DOI: 10.30921/GK.72.2020.2.2

Abstract: The paper gives an overview of the increasing automatization of road transportation and illustrates the direction of the development by presenting some examples. The more developed assistants help the driving task based on more and more sensors and algorithms with increasing complexity. Several assists are available, which is able to serve only by having a map as support. Nowadays these map databases can be provided by numerous surveying technologies – the paper brings a short summary.

Absztrakt: A cikk a közúti közlekedés egyre növekvő automatizáltságát tekinti át, néhány példa bemutatásával illusztrálja fejlődési irányát. Az egyre fejlettebb asszisztensek egyre több érzékkel, egyre összetettebb algoritmusokkal segítik a járművek vezetését. Az asszisztensek sorában találunk több olyant is, amelyek a térképi támogatásnak köszönhetően tudják a feladatukat ellátni. Ezeknek a térképi adatbázisoknak az elkészítésében manapság több felmérési technológia alkalmazható – az írás ezeket is áttekinti.

Kulcsszavak: önvezetés, autonóm jármű, vezetési asszisztens, térkép

Keywords: self-driving, autonomous vehicle, driving assist, map

1. Bevezetés

A közlekedés és a járműipar igen sokszor emlegetett fejlődése a szemünk előtt játszódik le. Ennek a fejlődésnek szerencsére a térképek és a térképkészítés, végső soron szakterületünk is szervesen részese. Ahogy a lap korábbi cikkében már áttekinítettük (Krausz at al. 2019), hogy az autós közlekedés során hogyan került be a navigáció eleinte papírtérképek és atlaszok, majd digitális formában a járművekbe, úgy válnak a modern autók részévé a különféle vezetéssegítő megoldások. A teljesen autonóm közlekedés, azaz önvezetés még meglehetősen messze van; az oda vezető úton már jócskán tett lépéseket a technika.

Cikkünkben szeretnénk áttekinteni, hogy a járművek világában főbb lépésekben hogyan jutott egyre nagyobb szerephez a számítógép, kezdve a tájékoztatással, majd a vezetés során tett kisebb-nagyobb „szolgáltatásokkal”. Vázoljuk, hogy ezeknek a számítógépes segédeknek, asszisztenseknek hogyan köszönhető a fejlődési szintek, illetve milyen segédek használatához szükséges a terep egyre nagyobb részletességű és pontosságú digitális térképi adatbázisa.

Megmutatjuk azt is, hogy napjaink felmérési módszerei és technológiái hogyan vehetnek részt ebben az újfajta térképkészítési folyamatban.

2. Az önvezetés fogalma és szintjei

Az önvezető autók fogalma sokaknak azt sejteti, hogy a jármű képes az úton emberi segítség nélkül biztonságosan közlekedni. Ennek megvalósulásáig azonban rengeteg közbenső mérföldkövet kell elérni, melyekhez különböző fejlesztések szükségesek. Ezek a fejlesztések három fő csoportba sorolhatók: járműirányítással kapcsolatos fejlesztések, biztonsági és kényelmi funkciók.

Kezdetben a járműveket kizárólag ember irányította, majd főként a vezetés biztonságosabbá tétele érdekében különböző rendszereket kezdtek fejleszteni, melyek hasznos információval látták el a sofőrt a jármű, illetve a környezete állapotáról (DIS – *Driver Information Systems*). Például egy járműre szerelt kamerával a közlekedési táblákon lévő sebességjelzést a jármű is érzékeli, majd a képből kinyert sebességhatárt mutatja a sofőrnek, így ő mindig láthatja az aktuális sebességhatárt. A keréknyomás ellenőrzése is egy lényeges biztonsági feladat, mivel túl alacsony nyomás esetén a gumi könnyebben kopik, illetve magas sebességnél jobban felforrósodik, és könnyebben megrepedhet. Eszerint érdemes gyakran ellenőrizni a keréknyomást, mely feladatot a keréknyomást érzékelő rendszer (TPMS – *Tire Pressure Monitoring System*) elvégzi vezetés közben, és jelez is a vezetőnek, ha alacsony a nyomás, így az ellenőrzés

folyamata már egy kényelmi funkcióvá válik.

A fejlődés következő lépcsőfoka a vezetőtámogató rendszerek (DAS – *Driver Assistance Systems*) megjelenése. Ezek fő célja a közlekedés biztonságosabbá tétele. A vészhelyzetek döntő többsége hirtelen fékezéssel jár, ebben segít a blokkolásgátló fékrendszer (ABS – *Anti-lock Braking System*) és a fékasszisztens (BA – *Brake Assist*). Az ABS a kerék megcsúszását akadályozza meg, így az irányíthatóság tovább megmarad, szemben a megcsúszó járművel. A fékasszisztens a hirtelen, nagy erejű fékezésből felismeri a vészhelyzetet, emiatt gyorsabban áll meg a jármű. Ennek a fejlettebb változata az automatikus (autonóm) vészfékezés (AEB – *Autonomous Emergency Braking*). Automatikus vészfékezés esetén a jármű már nem csak a lenyomott fékpedálra reagálva aktiválja a megfelelő asszisztent, hanem a szenzoraival érzékelt, környezetében lévő vészhelyzetre is reagálhat vészfékezéssel, például egy feltűnő akadály esetén az ütközés elkerüléséhez. A tempomat vagy sebességtartó (CC – *Cruise Control*) esetében is megfigyelhető ez a fejlődés. A korábbi változatában a betáplált sebességet tartva haladt a jármű, megkímélve a vezető lábát a hosszabb, jellemzően autópályára jellemző útszakaszokon a folyamatos pedálynomástól. Majd az adaptív tempomat (ACC – *Adaptive Cruise Control*) megjelenésével a jármű már figyelni az előtte haladó másik járművet,

sávba. Az autópálya-pilótaasszisztens például autópályán képes elvégezni az irányítást és ott biztonságosan közlekedni. Az **5. szint** a teljes automatizálás szintje, amikor a jármű bármilyen körülmények között képes az autót biztonságosan irányítani, az emberi sofőrnek nem kell készenlétben állnia. (International Society of Automotive Engineers, 2016)

Az 1. táblázat összefoglalja az eddig bemutatott asszisztenseket a megfelelő csoportba besorolva.

3. A térképekkel szemben megfogalmazott elvárások és mindennapi használatuk

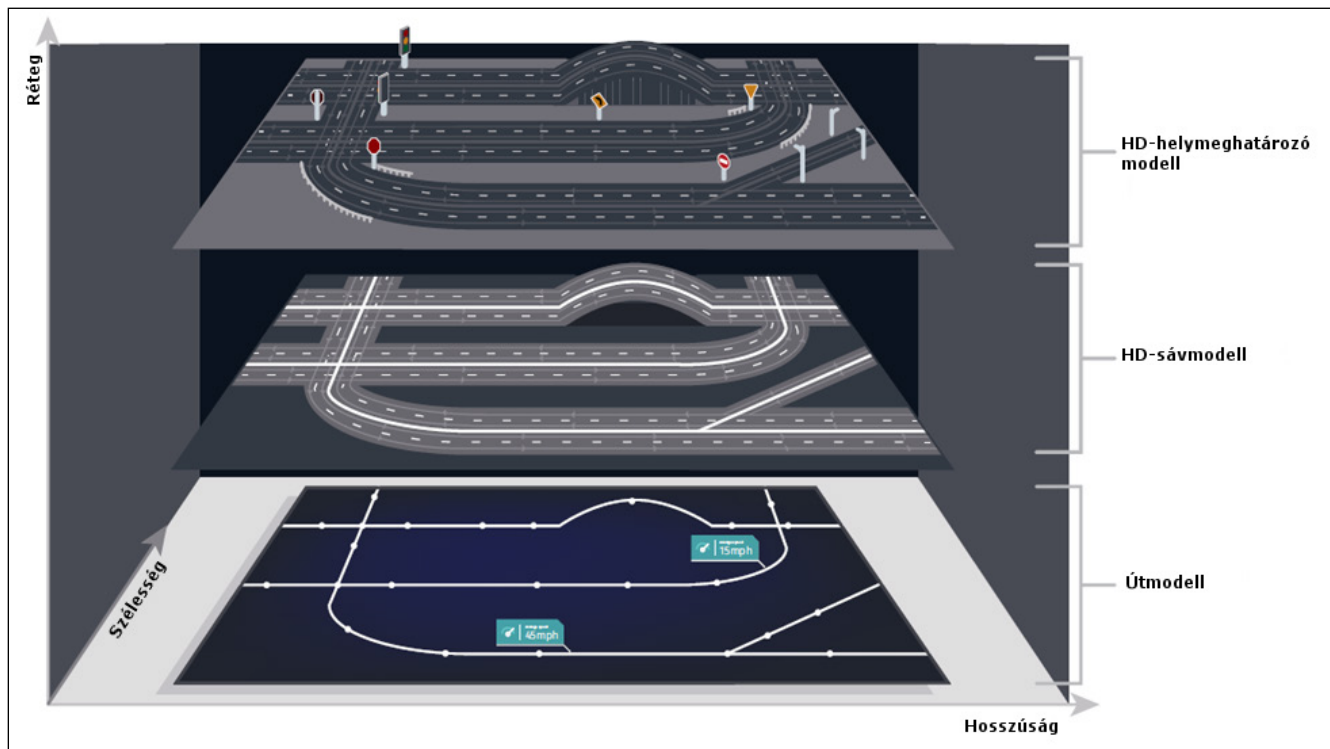
A hagyományos navigációs térképek emberi használatra készülnek; alapinformációkat tartalmaznak, amelyek jellemzően az utcák geometriájának, topológiájának, illetve azok nevének és a jellemző POI-k (felhasználók számára érdekes pontok) adatbázisát jelenti. Ilyen, az ember számára lényeges pontok az éttermek, bevásárlási és kulturális helyek stb. Az információ tárolása többnyire rétegekre tagolt, lehetővé válik a be- és kinagyítás (zoom), s ma már dinamikus tartalmat is hordozhat (pl. árak, foglaltság). Ezek

azok az információk, amelyek alapján a klasszikus úgynevezett „*turn-by turn*” (lépésről lépésre) navigálást végre lehet hajtani. A napjainkban elérhető nagy felbontású HD-térképek (*High Definition*) ennél lényegesen bővebb információ tartalommal rendelkeznek, melyek adattárolási szabványok alapján készülnek (Craig 2012, Kleine-Besten et al. 2015). A HD-térképek esetében nem a valóság hű domborzat és épületmegjelenítés a cél a járművezető részére, hanem az utat és annak környezetét leíró részletes adatbázis tartalom. Így a HD-térképek az alapinformációk mellett releváns és részletes leírással rendelkeznek az útszakaszokról. Ezek az információk jellemzően a következők:

- sávleírások,
- sávok összeköttetése a különböző kereszteződésekben,
- lejtési adatok,
- görbület,
- közlekedési táblák,
- helymeghatározási jelölők (*localization landmarks*).

Ez a magasabb információ tartalom a jármű saját mért/vett adataival együtt segíti a hatékonyabb irányítási, biztonsági és kényelmi folyamatok vezérlését. Mivel az út és a járművezetés veszélyes üzem, alapvető fontosságú, hogy

a járműben helyet kapó megoldások helyesen és jól működve tudják támogatni a sofőrt a megfelelő döntések meghozatalában. A központi szabályozás érdekében egy szakértői bizottság kidolgozta a hatályos járműfedélzeti információs és kommunikációs rendszerek biztonságos és hatékony használatáról – az ember-gép felületről – szóló európai elvi nyilatkozatot (EU 2006). Az általános fejlesztési célokat a határozat tartalmával összhangban kell végrehajtani. Ez az iránymutatás tartalmazza, hogy a járművezetőt tájékoztató információs rendszert úgy kell megtervezni, hogy az támogassa a vezetőt, de nem hathat rá úgy, hogy azzal más úthasználóra potenciálisan veszélyt jelentsen, és a rendszer kijelzőire vagy kezelőszerveire való figyelem továbbra is kompatibilis maradjon a vezető figyelmével (Knoll 2007). A DIS (*Driver Information System*) rendszer különböző információval tudja ellátni a vezetőt, ennek egyik térképi információval is kapcsolatos része a fedélzeti navigáció. Az alkalmazott navigációs rendszer lehet on-board és off-board. Ha a navigációs rendszer összes részfeladatát, például a helyzetmeghatározást és az útvonal kiszámítását a járműben hajtja végre, ezt autonóm vagy fedélzeti (on-board) navigációnak nevezik.



2. ábra. A HERE térképszolgáltató modellje a HD-térkép tartalmáról (HERE 2018)

Ebben az esetben a térképi tartalom a jármű háttértárán van elhelyezve (DVD vagy HDD). Off-board navigációs rendszer esetén a térképi tartalom tárolása és az útvonal meghatározása külső szolgáltatónál történik. Napjaink modern, önvezető funkcióra képes járművein hibrid navigációs rendszer fut, mivel a nagy felbontású (HD) térképi adattartalom úgynevezett csempés megjelenítés/letöltés esetén érhető el, de emellett egy egyszerűbb alaptérképet is tárol a jármű. A DIS-en keresztül megjelenített navigációhoz a pozícióadatok mellett térképi információra is szüksége van. Így a térkép és az aktuális forgalmi információk adnak alapot ahhoz, hogy a jármű a legoptimálisabb úton jusson el a célállomásra. A jármű-navigáció fejlődéséről a (Krausz et al. 2019) cikkben írtunk részletesen.

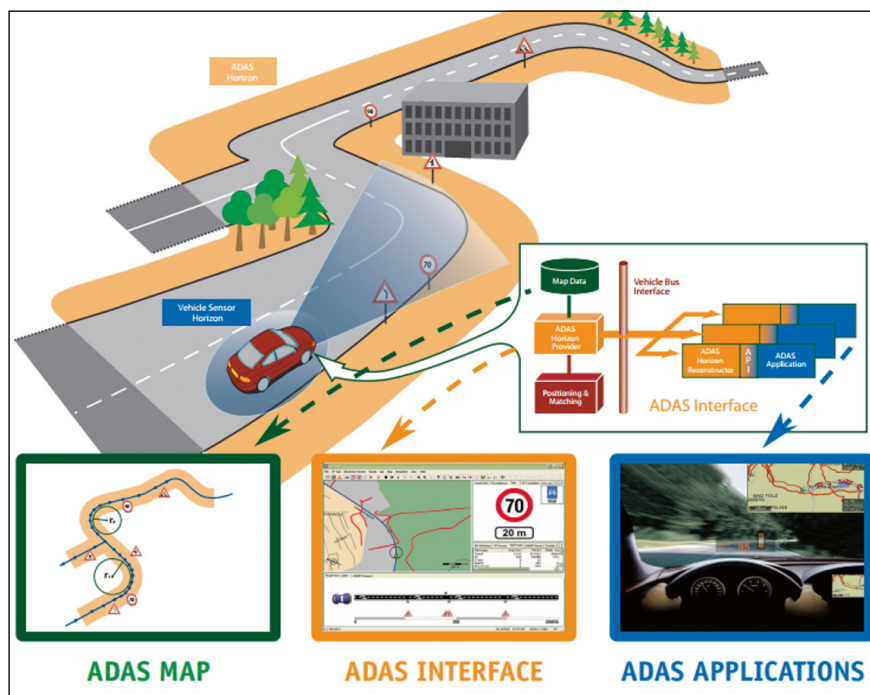
A fejlett vezetőtámogató rendszer az alrendszerek sokféle funkcióját kihasználva épül fel. Az ADAS fejlesztésekor rengeteg különböző technológiát kell egyetlen, működő rendszerre összeállítani. Mivel számtalan fejlesztő és autógyártó cég van a piacon, az asszisztensek neve nem egységes. A térképekkel kapcsolatos alrendszerek esetén külön lehet választani navigációalapú és navigációs támogatással működő elemeket. A **navigációalapú** ADAS-elemek lehetnek, a teljesség igénye nélkül:

- a torlódást figyelő rendszerek (*congestion warning*), melyek lehetővé teszik a kialakult dugók kikerülését, vagy megfelelő sebességgel való megközelítést,
 - kanyarfigyelmeztető rendszer (*curve warning*), amely figyelmezteti a vezetőt, ha a választott haladási sebesség túl magas az útvonalon következő kanyarhoz (3. ábra),
 - veszélyes helyre figyelmeztetés (*danger spot*), veszélyes forgalmi szituációt jelez, melyek lehetnek lehetséges ütközési zónák (pl. amikor két út ívben csatlakozik, és együtt halad tovább; nehezen belátható kereszteződés), kiemelt figyelmet igénylő intézmények (óvoda, iskola) stb.,
 - forgalommal való szembehajtás (WWD - *wrong-way driving*, vagy *ghost driving*) esetén jelzést kap a járművezető, hogy nem a haladási irányba próbál az adott útszakaszra felhajtani.
- A **navigációs támogatással** működő ADAS-asszisztensek esetén a térkép „szenzorként” funkcionál, és szolgáltat információkat.
- adaptív fényszórók (AFS - *Adaptive Front-lighting System*), a kereszteződések és kanyarok jobb bevilágításához,

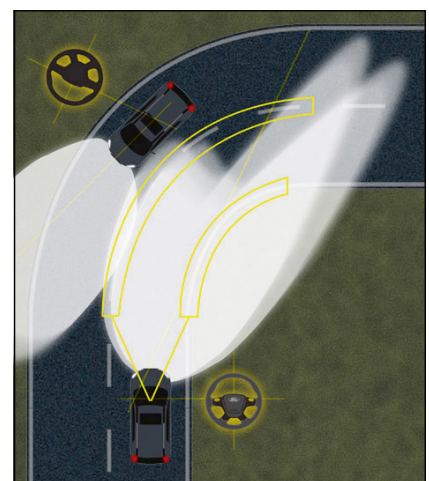
- prediktív fényszórók (*predictive lighting*), a domborzati információk és a jármű-jármű kommunikáció segítségével alakítja a fényszórók fényeloszlását (4. ábra),
- prediktív sebességváltó (*predictive gear*), amely az útvonal profiljához igyekszik igazítani a sebességváltó fokozatát az üzemanyag-megtakarítás érdekében,
- táblafelismerő (TSR - *traffic sign recognition*) és intelligens sebességtartó asszisztens (*intelligent speed assist*), amely előre jelez a térképi tartalom szerint.

További példákat tartalmaz (Nöcker et al. 2005) cikke. Az asszisztensek esetében megfigyelhető egy fejlődési ív. Az első fokozat a figyelmeztetés, míg a fejlettebb asszisztens a második fokozatban már beavatkozik, hogy elkerülje a balesetet. Ilyen fejlődési ívet lehet észrevenni az egymást keresztező forgalmi irányok esetén támogatást adó kereszteződésbeni ütközésfigyelmeztetési asszisztens (*intersection collision warning*) és a kereszteződésbeni ütközésselkerülő asszisztens (*intersection collision avoidance*) között is. Míg az előbbi csak figyelmeztet, az utóbbi már módosítja a jármű mozgását. A harmadik szintet a folyamatos üzemű asszisztensek képviselik.

Hasonlóképpen az üzemanyag-hatékonysági tanácsadó asszisztens (*fuel efficiency advisor*), ami csak javasol, a hegyi lejtmenetvezérlő (HDC - *hill descent control*) már irányít/beavatkozik a jármű megfelelő sebességén



3. ábra. Kanyarra figyelmeztető asszisztens működése térképi információ felhasználásával (Craig 2012)



4. ábra. Prediktív fényszóró a térképi útgeometria szerint módosítja a jármű világítását (Lucept 2019)

tartása érdekében, a környezetbarát vezetési stílust jelentő *eco-driving* vagy *eco-routing* pedig folyamatosan dolgozik. Az *eco-driving* asszisztens esetén különböző információkra van szüksége a járműnek:

- az út lejtéséről,
- a várható kereszteződések számáról, típusáról. A típus esetén külön tényezőként kezelik azokat a keresztezéseket, ahol gyalogosátkelési lehetőség is van,
- a megengedett haladási sebesség a választott útvonalon szakaszonként lebontva,
- fekvőrendőr megléte az úton,
- forgalmi adatok és időjárás-információk.

Látható, hogy az asszisztensek alkalmazása nemcsak a balesetmentes közlekedés felé vezet, hanem lehetővé teszik a tényleges vezetési körülmények mellett az üzemanyag-hatékonyt is. Ez a környezetbarátabb vezetési stílus pedig jelentősen hozzájárulhat a fenntartható mobilitáshoz. Térképi információkat használó ADAS-megoldás a magyarul parkolásegéd-szolgáltatás (*valet parking*), ami lehetővé teszi, hogy a vezető kiszálljon a járművéből a garázs előtt, majd a jármű ezután automatikusan beáll egy üres parkolóhelyre. Az autó egy mobilapplikáción keresztül vizsgálható az átadási pontra.

4. Fejlett térképező technológiák

A bemutatott asszisztensek számára jól láthatóan nélkülözhetetlen a megfelelő részletességű és pontosságú térképi adatbázis. Ennek előállításához és frissen tartásához számos technológia áll ma már rendelkezésre. Röviden a következő módszerek jöhetnek szóba.

4.1 Műholdas térképezés

A legnagyobb területek felmérésére alkalmas térképezési technika. A mai műholdas rendszerek képesek több elektromágneses csatornán a képek előállítására. A műholdas felvételek nagy területek lefedésére alkalmazhatók, ám ugyanakkor a felbontásuk nem éri el a földi, vagy légi módszerekét. Hátráltató tényező a felhőborítottság,

továbbá a magas épületek, objektumok által történő kitakarás.

4.2 Légi térképezés

A légi fényképezéssel tónusos képeket rögzítünk a levegőből, ami a kiértékelésben az úrfelvételhez hasonlóan nemcsak geometriai, hanem attribútumjellemzők meghatározását is biztosítja. A geometriai tartalom részletes 3D-s modellben nyerhető ki. A légi lézerszkennelés során egy légi eszközön elhelyezett műszer segítségével történik a terület felszíni felmérése. Pontossága és részletessége jóval kedvezőbb mint a műholdas megoldásé. A légi felvételek és a felszínmodell együttesen ortofotóvá alakítható, amiket széles körben használnak az online térképrendszerekben (pl. Google Maps, OpenStreetMap). Hátránya, hogy szintén időjárásfüggő, valamint az árnyékok és a kitakarások gondot okoznak.

4.3 Drónos felmérés

Az egyik legújabb módszer a drónnal történő felmérés. Alapvetően képek rögzítésével, ritkábban szkenneléssel gyűjtenek adatot, viszonylag kis kiterjedésű területről. A felbontás általában kisebb, mint a fotogrammetriánál. Viszonylag olcsó technika, könnyű használattal, de jelentős hátránya, hogy még egy jó minőségű drónnal is nagyjából maximum 30-40 perc mérést lehet végrehajtani az akkumulátor üzemideje miatt.

4.4 Földi lézerszkennelés

A módszer a fotogrammetriával ellentétben nem kötött a napszakokhoz, mivel saját energiaforrása segítségével aktív felmérési technológiát kínál. Nagyon változatos területeket képes lefedni, akár 600-1000 m-es távolságra is használható. Gyakran a 3D-s pontfelhő mellett képeket is készít, így a területről színadatokkal is kaphatunk. Hátránya többek között a rálátás szükségessége, a kitakarások kezelése, a szálló por és pára zavaró hatása, valamint a csapadéktól való függés.

4.5 Terepi geodézia

A legrégebbi térképezési módszer a „hagyományos” geodéziai eljárás. Diszkrét pontok felmérése történik

- ma már nagy teljesítményű mérőállomással vagy GNSS-vevővel, esetleg ezek kombinációjával. Jóval időigényesebb, mint a korábban ismertetett módszerek. Hatalmas előnye, hogy nem tárol felesleges adatokat, a mérési eredmények rendkívül pontosak. Az egyes pontok felmérése közvetlenül történik, de nem ad átfogó képet a teljes környezetről.

4.6 Mobil térképezési módszerek

Dinamikusan fejlődő és terjedő terepi felmérési mód a mobil térképezés. Mozgó járműre felszerelt kamerák és lézerszkennerek segítségével nagy mennyiségű és nagy pontosságú adatot lehet gyűjteni, és a fedélzeten működő, többnyire GNSS- és inerciális, valamint kerékfordulat-érzékelőből álló helymeghatározó alrendszernek köszönhetően helyhez köthetően feldolgozni (georeferálni). Elsősorban az utak és környezetük térképezésére, állapotának felmérésére használják, de más alkalmazásoknál is előfordul. Akár több millió részletpont felvétele is megtörténhet néhány másodperc leforgása alatt, melyekből 3D-s pontfelhőt rögzítenek, egyidejűleg több színes kamera készít fényképeket. Ez a térképezési mód drága eszközöket igényel, amihez további jelentős irodai adatfeldolgozás szükséges. A térképezés és a hozzá tartozó adatbázis hatalmas mérettel rendelkezik.

A felsorolt felmérési technológiákat az alábbi táblázatban értékeljük az előnyök és a hátrányok szerint:

5. Összefoglalás

Cikkünkben igyekeztünk áttekintést adni arról a rendkívüli fejlődésről, ami a járművek világában mostanában megfigyelhető. Ennek a fejlődésnek az a célja, hogy a közlekedés automatikussá, a járművek önvezetővé váljanak. A technikai evolúció a szakmánk szerencséjére a térképek fogalmának és a térképészetnek, valamint a terepi felmérésnek is új lehetőségeket tartogat. A különféle vezetéssegítő asszisztensek már ma is, a teljesen autonóm járművek megérkezése előtt is hasznosítják azt az információt, amit a digitális formában, az adatbázisokban elérhető térképi tartalom kínálhat. A

2. táblázat.

A lehetséges terepi adatgyűjtő technológiák előnyei és hátrányai

Technológia	Előny	Hátrány
Műholdas térképezés	Homogén lefedettség; Multispektrális adatforrás; Kiváló technológia nagy területeken	Erősen függ a felhőborítottságtól; Árnyékok és kitakart felületek „láthatatlansága”
Légi térképezés	Skálázható felbontás; Homogén lefedettség; Hatékony technológia nagy területeken	Időjárásfüggő; Szintén lehetséges árnyékolás és kitakarás
Drónos felmérés	Olcso technológia; Rugalmas, egyszerű használat	Rövid repülési idő, csak kis területen; Vagy kis felbontás kevés képpel, vagy alacsony repülési magasság sok képpel,
Földi lézerszkennelés	Nappali vagy éjjeli mérés egyaránt lehetséges; Színinformációkkal együtt rögzíthető; Skálázható felbontás	Hatalmas adatmennyiség miatt nagy teljesítmény szükséges; Árnyékolás és kitakarási problémák
Terepi geodézia	Nagyon nagy pontosság a mérésben; Csak a kívánt adatokat tárolja	Lassú és drága technológia; Közvetlen mérésre van szükség
Mobil térképezési módszerek	Gyors, hatékony adatgyűjtés; Színadat, 3D egyidejű felmérése	Hatalmas adatmennyiség miatt nagy teljesítmény szükséges; A felmérési eszközök drágák

lehetséges felhasználás elérésére röviden áttekintettük az elérhető adatnyelési technológiákat is. Teljesen biztosak vagyunk abban, hogy az egyre jobban számítógépesedő, technológiai fejlődést felmutató közlekedés még sokáig használni fogja a környezetünket absztrakt formában, egyre nagyobb részletességgel és pontossággal leíró térképeket.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást a Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program támogatta, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mesterséges Intelligencia (BME FIKP-MI/FM) tématerületi programja keretében. A kutatást támogatta az Európai Unió finanszírozásával az EFOP-3.6.2-16-2017-00002 program és az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00001 program.

Irodalom

Craig, J. 2012. Map data for ADAS, In *Handbook of Intelligent Vehicles* Vol. 2-2, pp. 882-892. Springer London. DOI: 10.1007/978-0-85729-085-4_33

Európai Bizottság 2018. Úton az automatizált mobilitás felé: európai uniós stratégia a jövő mobilitásával kapcsolatban. Retrieved December 8. 2019. from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0283&from=EN>

HERE 2018. HD Maps for Autonomous Driving and Driver Assistance | HERE. Retrieved December 8. 2019. from <https://www.here.com/products/automotive/hd-maps>

International Society of Automotive Engineers 2016. Surface vehicle recommended practice, J3016.

Kleine-Besten, T. – Behrens, R. – Pöchmüller, W. – Engelsberg, A. 2015. Digital maps for ADAS, In *Handbook of Driver Assistance Systems: Basic Information, Components and Systems for Active Safety and Comfort* pp. 647-661. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-12352-3_27

Knoll, P. M. 2007. An Integrated HMI Concept for Driver Information and Driver Assistance Systems, SID Symposium Digest of Technical Papers, 38(1), pp. 1061-1064. DOI: 10.1889/1.2785489

Krausz, N. – Csepinszky, A. – Potó, V. – Barsi, Á. 2019. Az autós térképtől az önvezetésig: a járműnavigáció története, In *Geodézia és Kartográfia*, 71. évf. 1. sz., pp. 14-18. DOI: 10.30921/GK.71.2019.1.1

Lucept 2019. Ford predictive lighting system,. Retrieved December 8. 2019. from <https://lucept.com/2015/08/03/ford-predictive-lighting-system/>

Nöcker, G. – Mezger, K. – Kerner, B.-AG, D. C. 2005. Vorausschauende Fahrerassistenzsysteme", In *Workshop Fahrerassistenzsysteme FAS* Vol. 3rd driver, pp. 151-163. Walting (im Altmühlal). Retrieved from http://www.prevent-ip.org/download/Events/20050406_DC_Workshop/PR-22000-SLI-050406-v10-DC-Workshop_Vorausschauende_FAS.pdf

Winner, H. – Hakuli, S. – Lotz, F. – Singer, C. 2016. *Handbook of driver assistance systems: basic information, components and systems for active safety and comfort*. Springer.



Csepinszky András
igazgató

NNG Szoftverfejlesztő és Kereskedelmi Kft.
andras.csepinszky@nng.com



Lógó János Máté
doktorandusz

BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék
logo.janosmate@epito.bme.hu



Dr. Krausz Nikol
egyetemi adjunktus

BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék
krausz.nikol@epito.bme.hu



Dr. Barsi Árpád
egyetemi tanár

BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék
barsi.arpad@epito.bme.hu



Potó Vivien
doktorandusz

BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék
poto.vivien@epito.bme.hu