

Fedélzeti diagnosztika alapú helymeghatározás tesztpályán

Busznyák Tibor*. Prof. Dr. habil Lakatos István**

***Széchenyi István Egyetem
Magyarország, Győr, Egyetem tér 1. (e-mail: busznyak.tibor@sze.hu)*
***Széchenyi István Egyetem
Magyarország, Győr, Egyetem tér 1. (e-mail: lakatos@sze.hu)*

Abstract: Cikkünkben fedélzeti diagnosztika alapú helymeghatározási modellhez tartozó méréssorozatok eredményeit mutatjuk be. Tekintettel a mérési eszközrendszer és a menet közbeni vezetési manőverek peremfeltételekhez kötöttségéhez ezúttal között helyett a forgalomtól teljesen elszeparált autós-gyorsasági motoros versenypályán végeztük a terepi felméréseket. Mind a diagnosztikai, mind a precíziós helymeghatározási adatok az Vas-megyei Pannonia-Ring versenypályáról származnak. A versenypálya adott pontból kiinduló, önmagába végződő, zárt hurok, így a városi útvonalakhoz viszonyított manőverezési korlátok kevésbé befolyásolnak, a nyomvonal és az útpálya viszonyai minden esetben adottak. Vizsgáljuk az adott, állandó sebességtartományok útvonali és járműdiagnosztikai attribútumait, elemezzük a pálya domborzati viszonyait, végül minden sebességtartományban számszerűsítjük a megfeleltethetőséget a tüzelőanyag-fogyasztás és a bejárt pálya tengerszint feletti magassági adatbázisa között. Az új mérési eredményekkel tovább bővítjük a fedélzeti diagnosztika alapú helymeghatározás elméleti és gyakorlati alapjait.

1. BEVEZETÉS

Napjaink közlekedése és a járműipar aktuális helyzete az egyik legnagyobb közérdeklődéssel övezett téma. A mainstream beszédterektől elkezdve a kutatás-fejlesztési konstrukciókig foglalkoztatja a felhasználókat. Különböző érdekcsoportok, komplett iparágak, tudásközpontok együttműködése olyan új elgondolásokat hívott életre, mint az intelligens közlekedési rendszer koncepciója vagy az önvezető járművek kérdésköre (Rudas és mtsi 2018) (Péter és mtsi 2013).

Az automatizáltsági szint emelkedése magával hozza a járműirányítási rendszerek fejlődését is (Pokorádi és mtsi 2017). Járművön belüli és járművön kívüli, útmenti infrastruktúra, SmartCity koncepciók modellezése és megvalósítása, új infokommunikációs technológiák, adatátviteli lehetőségek vizsgálata egyre inkább előtérbe kerül (Péter és mtsi 2010). Egy sor innovatív megoldás, melyek összegyűjtve olyan tesztkörnyezetek kialakítását teszik lehetővé, ahol egy jármű komplett vizsgálata elvégezhető és egyre több közlekedési helyzet szimulálható valós és virtuális környezetben is (Péter és mtsi 2011).

A közlekedésben résztvevő járművek elhelyezése, pozíciójának lehető legpontosabb meghatározása mobil vagy virtuális platformon egyre inkább elvárás. Könnyebbé jelent a felhasználóknak, hiszen valós közlekedési helyzetekben jelenthet segítséget a navigációs alkalmazás téradat-szolgáltatási felhasználásán túl az újratervezés, illetve az útvonalhálózat grafikus megjelenítése is. Egyszerű példa

egy túlszűfolt útszakaszon történő manőverezés, többszörös sávváltás szükségessége esetén az előrelátás kérdése.

Komoly biztonságkritikus helyzetek megoldásában nyújthat hatékony támogatást, hiszen ez is egyfajta vezetéstámogató, rendszer.

A helymeghatározási kritériumok mellett felhasználói és gyártói szempontból is fontos adott járműre jellemző paraméter annak tüzelőanyag fogyasztása. A jármű környezetterhelésének mértéke alapján kapja a környezetvédelmi besorolását. Ezen minősítés az évek előrehaladtával egyre szigorodik, ehhez a gyártóknak és a felhasználóknak is alkalmazkodni kell. A tüzelőanyag fogyasztás a gépjármű kiválasztásánál is meghatározó paraméter. Komplett flottát üzemeltető cégek esetén a kedvező fogyasztás, de már csak annak lehető legpontosabb becslése is kedvező hatással lehet a rendelkezésre álló pénzügyi keretre.

Az említett két mérhető mennyiség és a hozzájuk tartozó eszközrendszerek esetleges szinergiájának vizsgálatát tűztük ki célul a korábbiakban, amihez kapcsolódva több mérést is végeztünk. A kutatás alap gondolataként azt a kérdést tettük fel, hogy találunk-e kapcsolatot a bejárt téradatak és a tüzelőanyagfogyasztás között. A korábban elvégzett mérések kedvező eredményei arra sarkalltak minket, hogy új mérési útvonalon is vizsgáljuk a kapcsolatrendszer (Busznyák és mtsi 2019).

Ennek következtében esett a választásunk a Vas megyében található Pannonia-Ring gyorsasági motoros-autós versenypályára.

1.1 A mérés helyszíne

A Pannonia-Ring 4740 méter hosszú, összesen 18 kanyart tartalmazó mindkét irányban homologizált versenypálya (1. ábra). A Pannonia Ring 1996. 08. 19-én nyitotta meg kapuit a versenyzők, csapatvezetők, családtagjaik valamint a nagyközönség előtt. Évről évre visszatérnek a tradicionális klubok és versenyzők Magyarországról, Ausztriából, Németországból, Svájc-ból, Hollandiából és Franciaországból.



1. ábra: Pannonia-Ring, forrás: www.pannonia-ring.com

A Ring rendelkezik elektronikus szektoridő mérésre alkalmas Race Controllal, a modern Medical center pedig helikopter leszálló pályával. A versenypálya 25. éve áll a versenyzni, tesztelni, vagy kikapcsolódni vágyók rendelkezésére. Összességében kijelenthető, hogy egy átlagos napon sem üres a pálya. Zajlanak az edzés- és versenytapok reggeltől estig, szervezett programok keretében március közepétől október végéig. Minden autózni vagy motorozni vágyó megtalálja a számára optimális rendezvényt, hiszen a legnagyobb profi versenynapoktól a szabad teszt napokig terjed a skála.

Már a megnyitást követő években bekapcsolódott a nemzetközi motorsport vérkeringésébe, 2001-től tradicionálisan van jelen az Alpok - Adria Bajnoki sorozat, amely az egyik legnagyobb motoros rendezvény a régióban, egyben kvalifikációs verseny az Európa bajnoki futamokra 3 géposztályban.

Olyan későbbi nagyságok, világbajnokságokon is részt vevő pilóták kezdték itt nemzetközi karrierjüket, mint Andrea Dovizioso, Mika Kallio, Stefan Bradl, s nem utolsósorban a 2007-ben a 125-ös géposztályban világbajnok magyar gyorsasági motorversenyző, Talmácsi Gábor.

Az egyik legszínvonalasabb autós rendezvény volt sokáig a Közép – Európai Zóna kupa, melynek keretében a pályára

látogatott a későbbi WTCC magyar világbajnoka, Michelisz Norbert. 2015-ben került sor a Ring történetének első világbajnoki futamára, az Oldalkocsis Világbajnokság állomásaként. A rendezvény azóta minden évben visszatér. Ezzel a ring olyan világszerte ismert és elismert pályák sorába emelkedett, mint az angliai Donington park, a francia Le Mans, vagy éppen a hollandiai Assen.

A bukózónák sehol sem rövidebbek 50 méternél, egyes kanyarokban pedig a 150 métert is meghaladják. A versenyzői és szakértői visszajelzések is rendkívül biztonságos pályaként aposztrofálják.

2. MÉRÉS

A felsorolt tulajdonságai miatt személyautóval történő terepi mérésre kifejezetten alkalmas a pálya. Meghatároztunk három különböző sebességet, 30, 40 és 50 km/h állandó sebességek mellett végeztük a méréseket. Ezek a sebességek jól jellemzik a városi menetekre jellemző értékeket, illetve nagyjából ezek jelentik a vezethetőségi határokat is. 50 km/h állandó sebesség még tartható, anélkül, hogy kisodrónánk a kanyarban vagy kikapcsolnánk a sebességtartó automatikát. Ennél nagyobb sebességnél már az adott 2014-es Ford B-Max típusú személyautó nem alkalmas a mérésre, hiszen nem adódik elég leszorítóerő a kanyarok, különös tekintettel a 2-es és 10-es kanyarok beviteléhez.

2.1 GIS felmérés

A nagy pontosságú tér adatok folyamatos felvételezéséhez Trimble 5800-as eszközt használtunk, a hozzá tartozó vezérlőegységgel. RTK – folyamatos topográfiai felmérés – módszert használtunk, mely 10 Hz-es mintavételezési frekvenciát biztosít. A horizontális irányban 5-6 cm, vertikális irányban 7-8 cm, úgynevezett geodéziai pontosság RTK módszerrel elérhető, a megfelelő peremfeltételrendszer mellett, melyek a következők (Xia és mtsi 2017):

- Egyidejűleg minimum 5 műholddal való, zavartalan kapcsolat;
- Folyamatos, online kapcsolat egy pontosító adatokat streamelő bázisállomással.

2.2 OBD felmérés

A tüzelőanyag fogyasztás (légnyelés) adatokat CarChip Pro típusú Data Loggerrel felvételeztük. Az eszköz naplózza az előre meghatározott mennyiségeket, és egyszerűen csatlakoztatható a jármű diagnosztikai kimenetére. Lényeges, hogy az eszköz 5 másodpercenként szolgáltat adatokat. Összehasonlítva a GPS másodpercenkénti mintavételezési frekvenciájával, eltérés adódik. Az adatbázisok elemszámának szinkronizálásához interpolációt végeztünk az OBD adatsorokon, ezután az időbélyegek alapján, vizuális kontroll mellett kialakíthatók a megfelelő GPS-OBD pontpárok. A mérés állandó külső hőmérséklet mellett, szélcsendben történt.



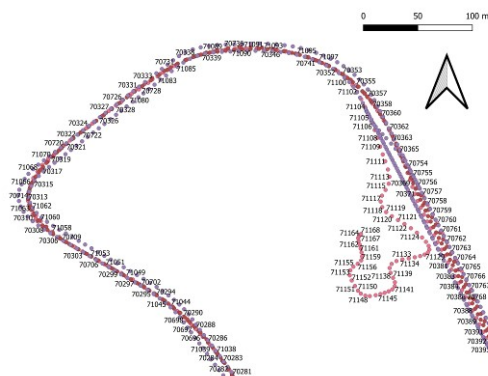
2. ábra: GIS felmérés virtuális megjelenítése

A második ábra bemutatja a mérési útvonal felvételezett pontjait. A szemléletesség kedvéért a pontok alá georeferált alaptérképet illesztünk. Ez az adatbázis tartalmazza a következő köröket és ezek elnevezéseit:

- 30k: 30 km/h állandó sebességű mérősorozat a pálya külső íven;
- 30i: 30 km/h állandó sebességű mérősorozat a pálya ideális íven;
- 40i: 40 km/h állandó sebességű mérősorozat a pálya ideális íven;
- 40imix: 40 km/h állandó sebességű mérősorozat a pálya ideálistól kicsit eltérő íven;
- 50i: 50 km/h állandó sebességű mérősorozat a pálya ideális íven.

Összesen 5 különböző mérősorozat készült, 3 különböző íven (3. ábra).

Felmérésre került a pálya belső íve is, de néhány helyen sorozatos GPS jelkimaradást lokalizáltunk, amelyek pótlása új méréssel lenne lehetséges. Ezt az adatsort ezért a kutatásban nem vizsgáljuk.

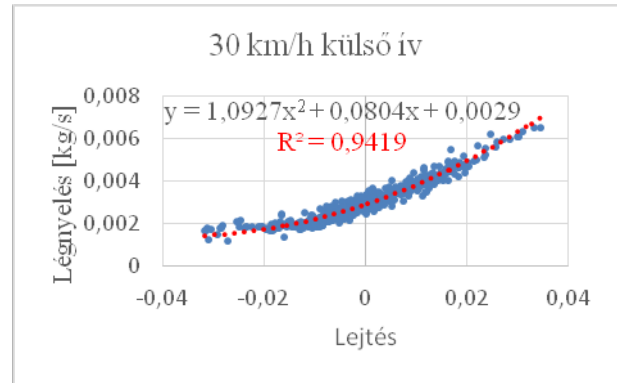


3. ábra: 5 útvonal virtuális megjelenítése kódszámokkal

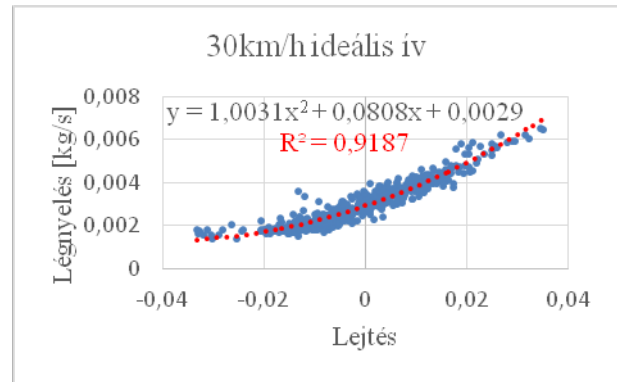
2.3 Mérési hibák, pontatlanságok

Tekintettel a mérés komplexitására, röviden megemlítjük a mérési hibákat. Nagyságrendileg 30 km/h esetén 600, 40km/h esetén 450 és 50 km/h esetén 350 pontot felvételezünk egy adott körben. Az adatok között 1-1 pontatlan, vagy kimaradó pontot találtunk.

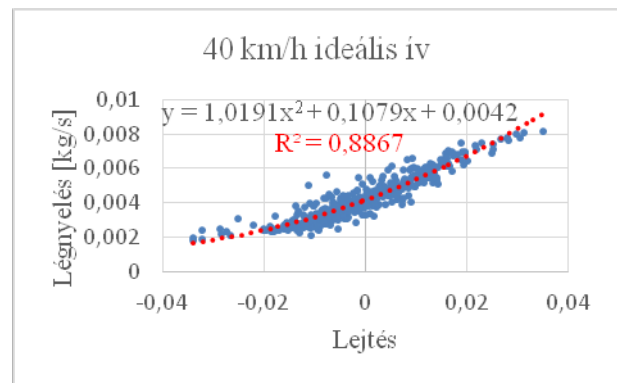
Összehasonlítva a mérési adatbázisokkal ez a pontok kevesebb, mint 1%-a. Az arányszám alapján kijelenthető, hogy a mérés pontos, további elemzésekhez felhasználható. A két független adatsor statisztikai feldolgozása elvégezhető



4. ábra: Korrelációs függvény 30km/h, külső ív



5. ábra: Korrelációs függvény 30km/h, ideális ív

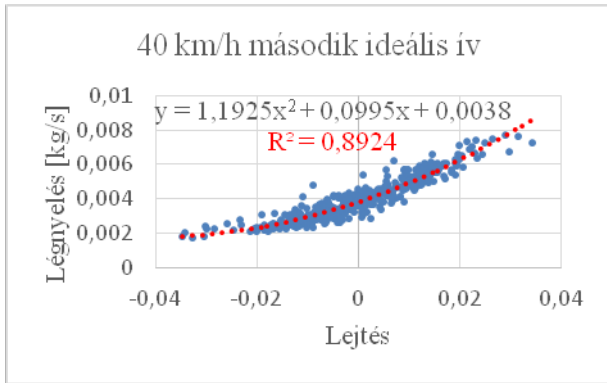


6. ábra: Korrelációs függvény 40km/h, ideális ív

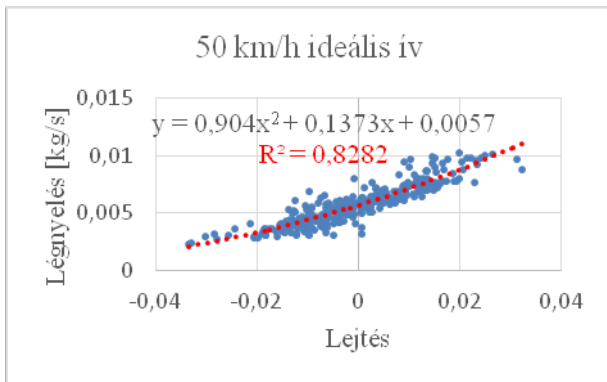
5. EREDMÉNYEK

1. táblázat: Adott sebességekhez tartozó determinációs együtthatók és korrelációs egyenletek

Útvonal	D. együttható (R ²)	Korrelációs egyenlet
30k	0,9419	$y=1,0927x^2+0,0804x+0,0029$
30i	0,9187	$y=1,0031x^2+0,0808x+0,0029$
40i	0,8867	$y=1,0191x^2+0,1079x+0,0042$
40imix	0,8924	$y=1,1925x^2+0,0995x+0,0038$
50i	0,8282	$y=0,904x^2+0,1373x+0,0057$



7. ábra: Korrelációs függvény 40km/h, második ideális ív



8. ábra: Korrelációs függvény 50km/h, ideális ív

A 4-es és 5-ös számú ábrák a 30 km/h melletti determinációs együtthatókat szemléltetik. A megfeleltethetőség kifejezetten magas, 90% feletti. Ezen érték illeszkedik a korábbi mérések alkalmával, hasonló sebességtartományban kapott értékekhez. Ez azt jelenti, hogy a tüzelőanyagfogyasztás (légnyelés) adatsor változékonysága 91-94%-os pontossággal modellezhető az adott útvonal magasságváltozásaival.

Hasonlóan a 6-os és 7-es ábra 40 km/h mellett ad információt a kapcsolat mértékéről, 88 és 89%-os pontosságot értünk el, 50 km/h esetén pedig 82% (8. ábra).

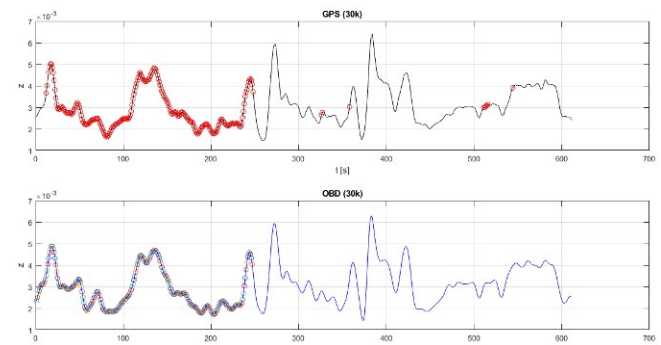
Fontos megjegyezni, hogy a két, független adatsor között rendre másodfokú polinomiális illesztést alkalmaztunk. A determinációs együtthatók mellett felírunk másodfokú korrelációs egyenleteket is, ezek felhasználásával illeszthetjük egymáshoz a változókat. Ezek diagramon ábrázolva jól szemléltetik a kapcsolatot. Megfontolandó a lineáris illesztés is, hiszen ebben az esetben nem szerepel az egyenletben másodfokú tag, ami bizonyos munkákat megnehezíthet. Elemeztük az illesztés hatékonyságát előfokú trendvonal mentén is.

Lineáris trendvonal felvételekor a determinációs együtthatók kicsivel alacsonyabb megfeleltethetőséget mutatnak. Az eltérések minimálisak.

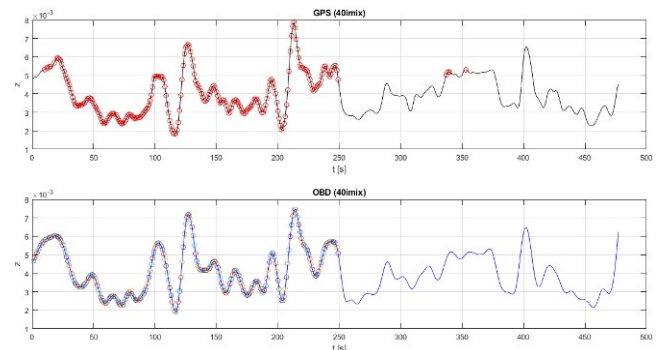
A korrelációs egyenletet felhasználva azonos értelmezési tartományba hozható a két adatsor, amely elsősorban a vizuális értelmezést segíti.

Végül elvégeztük a mérés számítógépes implementációját is. Ehhez létrehoztunk egy pontkereső programot, melynek működése röviden a következő:

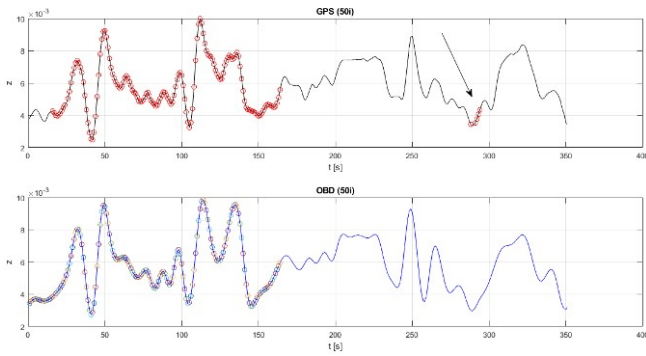
- Az OBD adatokra idősor-szerűen tekintünk;
- Végig lépkedünk a térkép-adatbázison;
- Kiszámoljuk a négyzetes eltéréseket;
- Ezeknek megkeressük a minimumát;
- A minimumhoz tartozó, megfelelő indexet bejelöljük a térképen.



9. ábra: Az algoritmus működése (30k)



10. ábra: Az algoritmus működése (40imix)



11. ábra: Az algoritmus működése (50i)

A 9-10 és 11. ábrán a három sebességtartományhoz tartozó adatbázisok interpretációja látható. Mindhárom ábrán jól beazonosíthatóak az apró, lefutásbeli eltérések a két adatsor között.

Az OBD című diagramok rendre a folyamatosan, egymás után beérkező légnyelés adatokat mutatják, míg a GPS diagramok a térkép adatbázisok, ahol az algoritmus bejelöli az általa legmegfelelőbbnek kiválasztott pontot. Ha a GPS diagramokra tekintünk, feltűnik, hogy néhány fals pont is megjelenik. Erre egy példa a 11. ábrán nyílal jelölt szakasz. Kis elemszám esetén az algoritmus még találhat ugyanolyan, vagy akár jobb megfeleltethetőséget is, ennek következtében kerül a pont hamis helyre. Elmondható, hogy mindhárom mérési tartományban 10-12-15 adat már elég ahhoz, hogy olyan trendet állapítson meg az algoritmus, ami után a futás megfelelően beáll.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Tesztkörülmények között vizsgálva a módszert az összefüggéseket leíró együtthatókat meghatároztuk, az egyenleteket felírtuk.

- 30 km/h állandó sebesség mellett két külön mérést végeztünk és stabil, 90% feletti megfeleltethetőséget kapunk,
- 40 km/h állandó sebesség mellett szintén két külön mérést végeztünk, 88%-os megfeleltethetőséggel,
- 50 km/h mellett egy mérést végeztünk, ahol 82%-os megfeleltethetőség adódott.
- Korábbi implementációs eredményeinket kibővítettük, adott sebességtartományhoz igazítottuk

A Pannonia-Ringen elvégzett mérésorozatokkal jó minőségű, jól használható, pontos adatbázist alakítottunk ki, melynek kedvező eredményei beilleszthetők a fedélzeti diagnosztika alapú helymeghatározási modellbe.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„Az előadásban szereplő kutatást, amelyet a Széchenyi István Egyetem valósított meg, az Innovációs és Technológiai Minisztérium és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatta az Autonóm Rendszerek Nemzeti Laboratórium keretében.”

Köszönetünket fejezzük ki a Pannonia-Racing Kft részére, hogy helyszínt biztosított a méréshez és rendelkezésünkre bocsátotta az elérhető, magas szintű infrastruktúrát.

HIVATKOZÁSOK

- Busznyák, T., Pálfi, G., Lakatos, I. (2019) “On-Board Diagnostic-based Positioning as an Additional Information Source of Driver Assistant Systems” *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 16, Issue 5. pp. 217-234. ISSN 1785-8860
- Péter, T., Bokor, J. (2010.2) “Modeling road traffic networks for control” *Annual international conference on network technologies communications: NTC 2010*. Thaiföld, 2010.11.30-2010.11.30. pp. 18-22. Paper 21. ISBN:978-981-08-7654-8
- Péter, T., Bokor, J. (2011) “New road traffic networks models for control” *GSTF International Journal on Computing*, vol. 1, Number 2. pp. 227 -232. DOI: 10.5176_2010-2283_1.2.65 February 2011
- Péter, T.; Derbel, O.; Zebiri, H.; Mourllion, B.; Basset, M. (2013) Modified intelligent driver model for driver safety and traffic stability improvement *IFAC Proceedings Volumes* 46(21): 744-749. <https://doi.org/10.3182/20130904-4-JP-2042.00132>
- Pokorádi, L., Lázár-Fülep, T. (2017) “Jármű-irányítási rendszerek megbízhatósági és kockázatelemzési modellezése – Egy kutatási projekt beharangozója” In: Péter, Tamás (szerk.) *IFFK 2017: XI. Innováció és fenntartható felszíni közlekedés* Budapest, Magyarország: Magyar Mérnökakadémia (MMA), pp. 181-186., 6 p.
- Rudas, I., J., Haidegger, T., Takacs, Á., Bosl D., (2018) “Highly Automated Vehicles and Self-Driving Cars” *IEEE ROBOTICS & AUTOMATION MAGAZINE* 25: 4, pp. 106-112., 7 p.
- Xia, J., Sun, Q., Foster, J., Falkmer, T., Lee, H. (2017) „Pursuing Precise Vehicle Movement Trajectory in Urban Residential Area Using Multi-GNSS RTK Tracking” *Transportation Research Procedia*, Volume 25, pp, 2356-2372. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.255>