



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőmérnöki Kar
Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék

Rádiófrekvenciás azonosítás felhasználási lehetőségei

Helymeghatározás és közlekedés támogatása rádiófrekvenciás azonosítás technikájával

PhD értekezés téziszfüzet

Krausz Nikol

okl. földmérő és térinformatikai mérnök

Témavezető:
Dr. Barsi Árpád

Budapest, 2018

1. Bevezetés - kutatás motivációja

Kutatásom a rádiófrekvenciás azonosításon alapuló rendszer (RFID) alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata köré épül, melynek egyik előnye az azonnali információtovábbításban rejlik. További fontos tulajdonsága a rendszernek, hogy nem szükséges közvetlen rálátást biztosítani az eszközöknek – ez a non-Line Of Sight, vagy röviden non-LOS technológia – mivel kommunikációra rádióhullámokat használnak a rendszerelemek. Kutatásom fő motivációja a közlekedés biztonságának, hatékonyságának növelése a rádiófrekvenciás rendszer használatával, mivel a közlekedési balesetek vezető helyen szerepelnek a halálozási okok között. Kiemelten foglalkoztam a forgalommal szemben hajtó járművek előjelzésével és kimutatásával a mozgó járműfolyamon belül, mert ennek a baleseti típusnak a magas sebességkülönbségből fakadóan jellemzően súlyos vagy halálos a kimenete. A téma kutatása során különböző méréseket végeztem a rendelkezésemre álló RFID rendszerrel; többek közt vizsgáltam a jelerjedés körülményeit, a jelerősség és távolság adatok kapcsolatát kül- és beltérben egyaránt, az érzékelési lehetőségeket különböző sebességek és elrendezések esetén. A téma kutatása során megvizsgáltam a rádiófrekvenciás azonosítás létjogosultságát épületen belüli helymeghatározásra és navigációra.

2. Értekezés célkitűzései

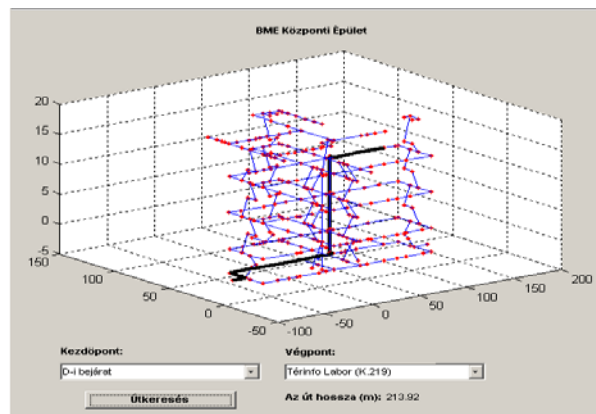
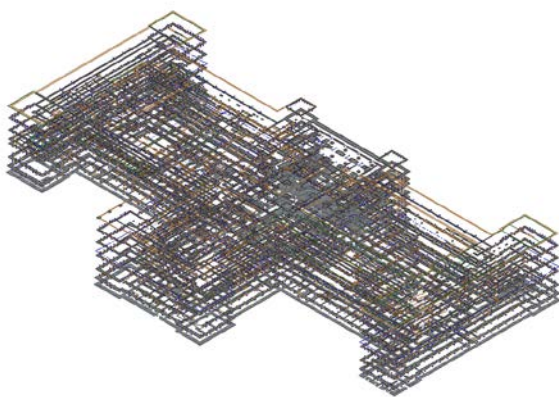
Célom a közlekedés biztonságának, hatékonyságának növelése, támogatása rádiófrekvenciás rendszer használatával, mivel a közlekedési balesetek vezető helyen szerepelnek a halálozási okok között. A doktori témám az Európai Unió (EU) 6-os keretprogramban finanszírozott Safespot projektben végzett tevékenységeből indult el. Fontosnak tartom a kutatásaim gyakorlati felhasználhatóságát, így hangsúlyos helyet kap vizsgálataimban a forgalommal szemben közlekedő járművek kimutatása a járműfolyamból, illetve a lehetséges tévesztési helyszínek előzetes meghatározása. Célom továbbá a részben rádiófrekvenciás rendszerből származó forgalmi adatok elemzése révén a forgalom menedzselésének támogatása, amely akár azonnali beavatkozást biztosít a torlódások elkerülésére. Célom továbbá a beltéri navigációs lehetőségek kutatása, valamint az ehhez kapcsolódó térinformatikai rendszer felállítása, elméleti modellezése, ennek a gyakorlatba történő átültetése és ellenőrzése tesztmérések segítségével.

Doktori kutatásom célkitűzései a következők voltak:

- épületen belüli közlekedés támogatása
- baleseti gócpontok előjelzése
- forgalommal szemben közlekedők kiszűrése a járműfolyamon belül
- a rádiófrekvenciás rendszer által gyűjtött közel valós idejű adatok közlekedési célú alkalmazhatóságának vizsgálata

3. Beltéri helymeghatározás és navigáció

A rádiófrekvenciás azonosítás egy olyan technológia, amely lehetőséget ad navigációs rendszerek kivitelezésére, mely zárt térben, épületen belül is elkalauzolja a közlekedő felhasználót. Kutatásaim célja volt, hogy megvizsgáljam, hogyan viselkedik a rádiófrekvenciás azonosító rendszer beltéri alkalmazás esetén, illetve alkalmazható-e zárt térben megbízhatóan üzemeltethető rendszerként navigáció biztosításához. Valamint az ehhez kapcsolódó térinformatikai rendszer felállítása, elméleti modellezése, továbbá ennek a gyakorlatba történő átültetése és ellenőrzése tesztmérések segítségével. A kihelyezett címkestruktúra alapján épületen belüli helymeghatározást végez a fejlesztett alkalmazás. Az épület fontos, jellemző pontjait (szervezeti egységek bejárata) jól leíró úthálózati gráfját felhasználó útvonalválasztó modul segíti az épületben való közlekedést.



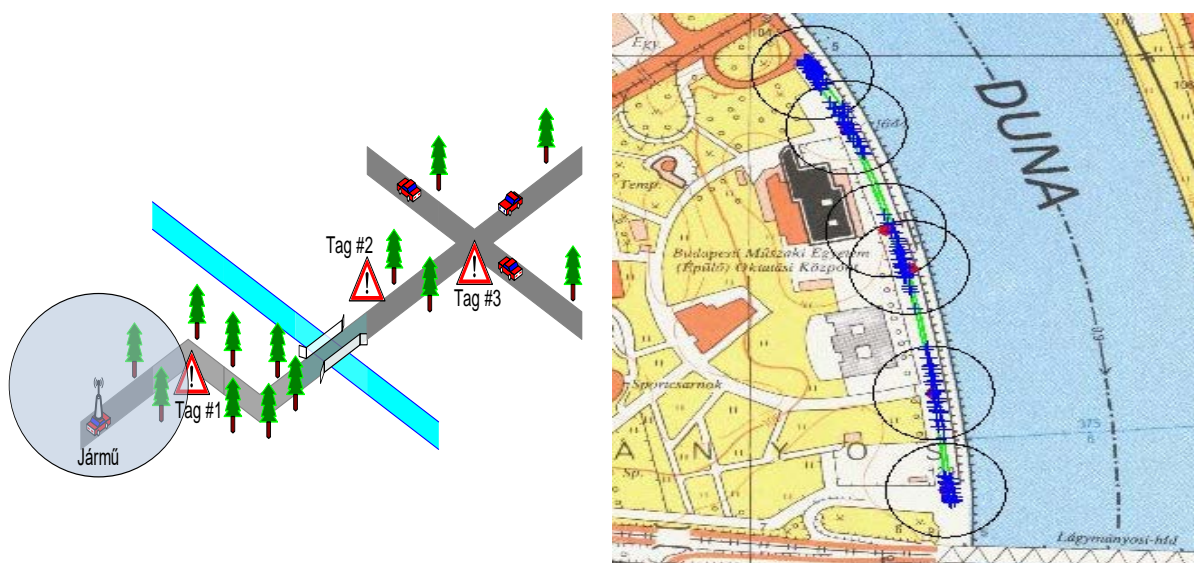
1. ábra: BME K épület és az útvonalválasztó alkalmazás

1. tézis: Rádiófrekvenciás azonosításon alapuló módszert fejlesztettem épületen belüli helymeghatározáshoz, amely beltéri navigációra is kibővíthető.

Kapcsolódó publikációk: (Krausz & Barsi, 2007b), (Krausz & Barsi, 2009), (Krausz, 2012)

4. Baleseti gócpontok előjelzése

A kutatásaim másik része az RFID kültéren való felhasználási módjaira irányul. A cél a közlekedés biztonságának, hatékonyságának növelése volt, mivel a közlekedési balesetek vezető helyen szerepelnek a halálozási okok között. Baleseti gócpontok, veszélyes helyek (black spot) hatékony előjelzése a közlekedés biztonságának növekedését segíti. A balesetveszélyes helyek megjelölése a kihelyezett címkékben tárolt információon alapul, így az útmenti címkék által szolgáltatott információból a járművezető időben kap megfelelő tájékoztatást az előtte lévő útszakaszról, mivel a rádiófrekvenciás rendszert nem befolyásolja időjárási körülmény, továbbá napszakfüggetlen. Míg a hagyományos közlekedési táblák olvashatóságára hatással van a növényzet kitakaró hatása illetve a szélsőséges időjárás. A felállított elméleti modell tesztmérésekkel ellenőrzésre került.



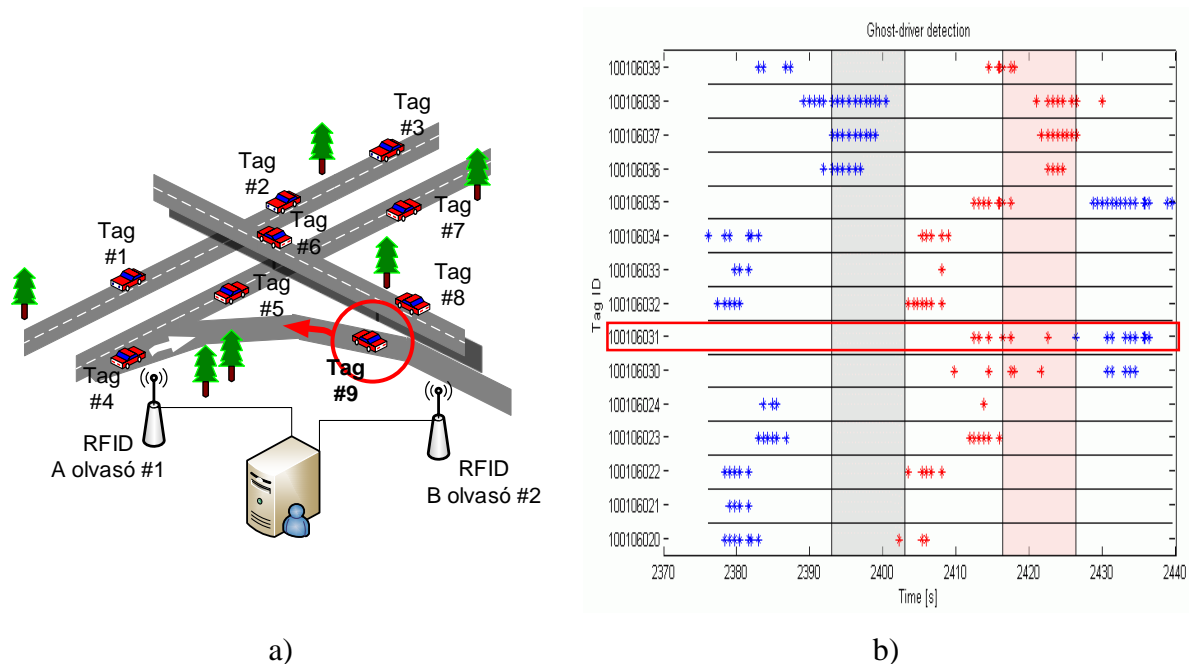
2. ábra: Baleseti gócpont előjelzése mozgó antennával

2. tézis: A közlekedés biztonságának növelése érdekében baleseti gócpontok és veszélyes helyek rádiófrekvenciás azonosítására épülő módszertant dolgoztam ki valamint eszköztől és helyszíntől független gyakorlati alkalmazhatóságát igazoltam.

Kapcsolódó publikációk: (Krausz, 2012), (Krausz et al., 2012), (Krausz et al., 2017)

5. Forgalommal szemben közlekedők

Az automatikus érzékelő- és riasztórendszer számára a forgalommal szemben haladó jármű (Ghost Driver) legalább két érzékelési ponton történő áthaladással mutatható ki; az érintési sorrend alapján dönthető el, hogy helyes vagy fordított a haladási irány. A közúti közlekedés biztonságának fokozása érdekében módszertant dolgoztam ki rádió frekvenciás alapú automatizált megfigyelő rendszer tervezésére a forgalommal szemben közlekedő gépjárművek kiszűrésére. A forgalomban résztvevő járművek a hatósugarba érve automata rendszeren keresztül a chipjükben tárolt azonosítót elküldik, amit a központi rendszer egy időbélyeggel együtt adott időintervallumig tárol. A beérkező adatokból egy vizsgálati algoritmus szelektálja ki, melyek azok az azonosítók, amelyek szemben közlekednek a megadott forgalmi iránnyal. A rendszer működése éles tesztekkel alátámasztott.

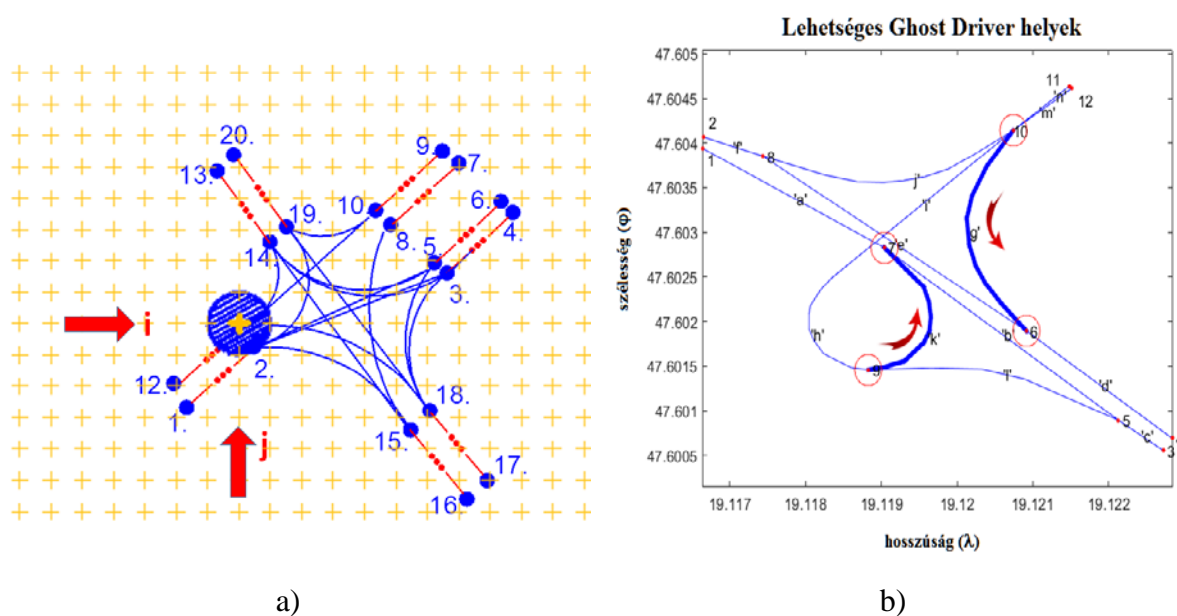


3. ábra: a) Forgalommal szemben közlekedő kimutatásának sematikus ábrája
 b) Érzékelési diagram két szenzorral. A forgalommal szemben haladó jármű az 100106031 azonosítójú címke pirossal keretezve

3. tézis: *Rádiófrekvenciás azonosítóval ellátott járművek forgalommal szemben történő automatikus és valós idejű detektálására szolgáló módszertant dolgoztam ki.*

Kapcsolódó publikációk: (Krausz et al., 2017), (Krausz et al., 2009), (Krausz & Barsi, 2010), (Krausz, 2013)

Városi csomópontokra vett automatizált optimális antenna elhelyezés alapjául szolgáló elvet adtam meg, amelynek segítségével hatékony csomópontfigyelő hálózat kialakításra lehet előzetes terveket készíteni. A célom gyorsforgalmi utak esetében a meglévő csomópontok vizsgálatával lokalizálni azokat a helyeket, ahol forgalommal szemben tud közlekedni a jármű. Alapfelvetésem volt, hogy geometriai vizsgálattal kimutathatók a veszélyes szakaszok, amikre érdemes automatikus figyelőrendszert fejleszteni és telepíteni. A vizsgálataimban a kereszteződés logikai vázával dolgoztam, csak a megjelenítéshez vontam be töréspontokat. A topológia leképezésekor megkötéseket alkalmaztam. Külterületi, nagy sebességű utak csomópontjainak esetére a kifejlesztett, gráfelemzésen alapuló algoritmus képes arra, hogy meghatározza a lehetséges forgalommal szembeni közlekedésre alkalmas helyeket.



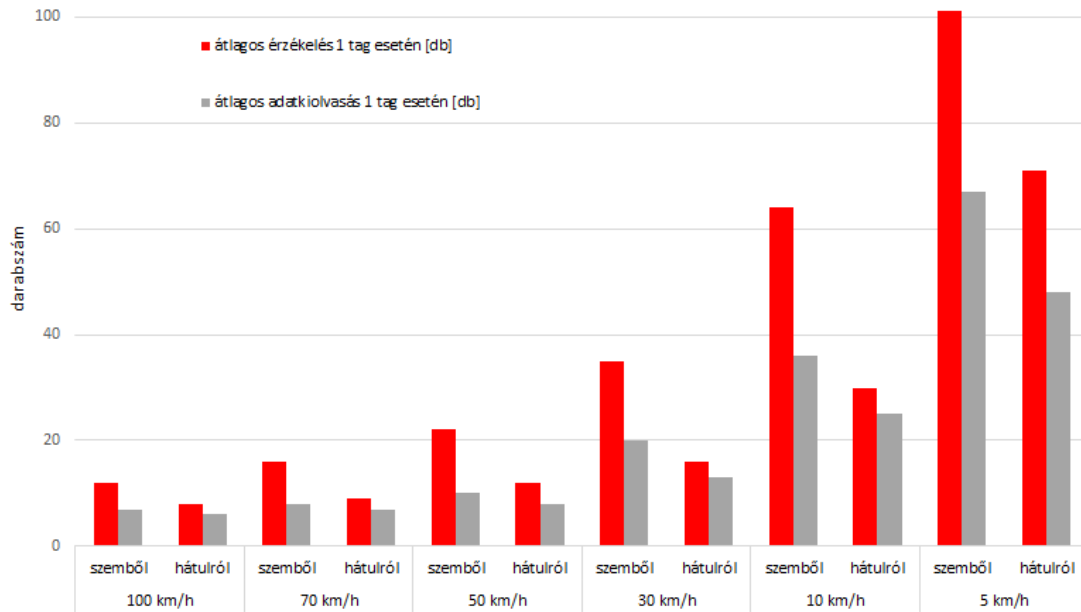
4. ábra: a) Automatikus antenna elhelyezés
b) Forgalommal szembenhajtásra alkalmas, lehetséges helyek

4. tézis: Rádiófrekvenciás azonosításon alapuló automatizált megfigyelő rendszer infrastrukturális tervezési eljárását fejlesztettem ki közlekedési csomópontok széles körére a forgalommal szemben haladó járművek kiszűrésére.

Kapcsolódó publikációk: (Krausz & Barsi, 2010), (Krausz & Barsi, 2016), (Krausz & Barsi, 2017a)

6. Okos város

Az RFID telepített vevőberendezésekkel nemcsak a forgalommal szemben közlekedőket lehet szűrni, a rendszer integrálható más szenzoros rendszerekkel, ezzel egy komplex, multiszenzoros megoldás hozható létre. A közlekedés integrált és stratégiai tervezése, valamint teljesítményének értékelése a járműfolyamok nagyságán és mozgásán alapul. Arra a kérdésre kerestem a választ, hogy milyen adatok gyűjthetők a normál közlekedés fenntartása mellett a forgalomban résztvevő járművekről, ha azok adatai mintegy elektronikus forgalmi engedélyként a hordozott címke memóriájában tárolódnak. Vizsgálataimban különválasztottam a csak jelenlét dokumentálást illetve a teljes memóriakiolvasást a meghatározott haladási sebességek mellett. A telepített rádiófrekvenciás antennák használatával a járművek megállítása nélkül lehetséges ellenőrizni a forgalomban való részvétel feltételeit. A városi közlekedési rendszerek vezérlése pontosabbá válik az antennák által gyűjthető forgalmi adatok alapján. A rendszer felhasználható útdíj és behajtási jogosultság kezelésére, illetve integrálható a már meglévő intelligens közlekedési rendszerek hálózatába. Megoldásommal a városi szabályozásnak kínálok egy eszközt.



5. ábra: Átlagos összesített adatok a haladási sebesség és irány alapján

5. tézis: Igazoltam a rögzített helyekre telepített rádiófrekvenciás antennák és járműveken elhelyezett címkék által gyűjtött valós idejű adatok közlekedési célú alkalmazhatóságát az okos város közlekedésében.

Kapcsolódó publikációk: (Krausz & Barsi, 2007a), (Krausz, 2013), (Krausz & Barsi, 2017b)

Összefoglalás

Doktori kutatásommal elősegítettem a rádiófrekvenciás rendszerekkel kapcsolatos ismeretek bővülését. Az értekezés ismerteti a rádiófrekvenciás azonosító rendszerrel szerzett mérési tapasztalatokat, az azokból levont következtetéseket. Az épületen belüli tájékozódáshoz a tapasztalati adatok felhasználásával egy cella alapú pozíciómeghatározó eljárást terveztem, mely a fejlesztett gráfalapú útvonalválasztó modullal együttműködve meghatározza az épületen belüli optimális utat a kiindulópont és a célpont között. A balesetveszélyes gócpontok, útszakaszok előjelzésének lehetőségeit vizsgáltam a rádiófrekvenciás rendszerrel. Kifejlesztettem a forgalommal szemben közlekedő járművek automatikus és valós idejű kimutatására szolgáló módszertant. A helytelen irányban haladó járművek automatikus kimutatásához szükséges érzékelőhálózat kialakítására infrastrukturális tervezési eljárást készítettem, mely a közlekedési csomópontok széles körére alkalmazható. Végezetül pedig bemutattam, hogy a rádiófrekvenciás rendszerből származó forgalmi adatok elemzése révén a forgalom menedzselése támogatható, a beérkező adatok akár azonnali beavatkozást biztosítanak a torlódások elkerülésére. A rendszer felhasználható útdíj és behajtási jogosultság kezelésére is.

Tézisek

1. *tézis: Rádiófrekvenciás azonosításon alapuló módszert fejlesztettem épületen belüli helymeghatározáshoz, amely beltéri navigációra is kibővíthető.*

Kapcsolódó publikációk: (Krausz & Barsi, 2007b), (Krausz & Barsi, 2009), (Krausz, 2012)

2. *tézis: A közlekedés biztonságának növelése érdekében baleseti gócpontok és veszélyes helyek rádiófrekvenciás azonosítására épülő módszertant dolgoztam ki valamint eszköztől és helyszíntől független gyakorlati alkalmazhatóságát igazoltam.*

Kapcsolódó publikációk: (Krausz, 2012), (Krausz et al., 2012), (Krausz et al., 2017)

3. *tézis: Rádiófrekvenciás azonosítóval ellátott járművek forgalommal szemben történő automatikus és valós idejű detektálására szolgáló módszertant dolgoztam ki.*

Kapcsolódó publikációk: (Krausz et al., 2017), (Krausz et al., 2009), (Krausz & Barsi, 2010), (Krausz, 2013)

4. *tézis: Rádiófrekvenciás azonosításon alapuló automatizált megfigyelő rendszer infrastrukturális tervezési eljárását fejlesztettem ki közlekedési csomópontok széles körére a forgalommal szemben haladó járművek kiszűrésére.*

Kapcsolódó publikációk: (Krausz & Barsi, 2010), (Krausz & Barsi, 2016), (Krausz & Barsi, 2017a)

5. *tézis: Igazoltam a rögzített helyekre telepített rádiófrekvenciás antennák és járműveken elhelyezett címkék által gyűjtött valós idejű adatok közlekedési célú alkalmazhatóságát az okos város közlekedésében.*

Kapcsolódó publikációk: (Krausz & Barsi, 2007a), (Krausz, 2013), (Krausz & Barsi, 2017b)

Irodalomjegyzék

- Krausz, N. (2012). Analysis of indoor RFID positioning measurements. *Proceedings of the Conference of Junior Researchers in Civil Engineering 2012*, 111–115.
- Krausz, N. (2013). Applying RFID in traffic junction monitoring RFID components. *Proceedings of the Second Conference of Junior Researchers in Civil Engineering*, 11–15.
- Krausz, N., & Barsi, A. (2017a). Analysis of ghost driver hazard of road junctions by graph technique. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, (1), 175–180.
DOI:10.3311/PPtr.10906
- Krausz, N., & Barsi, Á. (2007a). Rádiófrekvenciás azonosítás a közlekedés biztonságának támogatására. *Geodézia És Kartográfia*, LIX(8–9), 24–28.
- Krausz, N., & Barsi, Á. (2007b). RFID technológia: A helymeghatározás új eszköze. *Geomatikai Közlemények*, X, 99–106.
- Krausz, N., & Barsi, Á. (2009). Épületen belüli helymeghatározás RFID technológiával. *Geomatikai Közlemények*, XII, 205–210.
- Krausz, N., & Barsi, Á. (2010). Csomóponti forgalom automatikus figyelése. *Geomatikai Közlemények*, XIII/1, 101–105.
- Krausz, N., & Barsi, Á. (2016). RFID alapú megfigyelő rendszer tervezése. *Geodézia És Kartográfia*, LXVIII(7–8), 9–14.
- Krausz, N., & Barsi, Á. (2017b). Elektronikus forgalmi engedélyre épülő térinformatikai elemzések az okos városban Spatial analysis based on registered certificate in smart city. *Az Elmélet És Gyakorlat Találkozása a Térinformatikában VIII. - Térinformatikai Konferencia És Szakkiállítás.*, VIII, 191–197.
- Krausz, N., Lovas, T., & Barsi, Á. (2009). Forgalommal szembehajtó jármű detektálása RFID segítségével. *Geomatikai Közlemények XII, XII*, 211–216.
- Krausz, N., Lovas, T., & Barsi, Á. (2017). Radio Frequency Identification in Supporting Traffic Safety. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 1–5. DOI:10.3311/PPci.10114
- Krausz, N., Szedlák, M., & Barsi, Á. (2012). Kültéri RFID - mérések térinformatikai elemzése. *Az Elmélet És Gyakorlat Találkozása a Térinformatikában III. - Térinformatikai Konferencia És Szakkiállítás.*, 237–243.