



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék

Innovatív közlekedési rendszerek és szolgáltatások fejlesztése

Tézisfüzet

Szerző:

Földes Dávid

okleveles közlekedésmérnök

Témavezető:

Dr. Csiszár Csaba, Ph.D.

egyetemi docens

Budapest, 2019

1 Kutatási téma

Az infokommunikációs és járműtechnológiai fejlődés hatására a személyközlekedési rendszer nagymértékben átalakul, innovatív mobilitási szolgáltatások jelennek meg. A fenntartható közlekedésfejlesztési törekvéseket a technológiai újítások elősegítik. A fejlesztés során cél olyan megoldások alkalmazása, melyek az erőforrásokkal hatékonyan gazdálkodnak, ugyanakkor az utazói preferenciákat kielégítik, használatuk kevés erőfeszítésbe telik (Monigl és Berki, 2010, Pribyl, 2015). Terjednek a telematikai alapokon működő, ún. átmeneti közlekedési módok, amelyek a határokat elmosva egyesítik az egyéni és közforgalmú közlekedés előnyeit. Terjed továbbá a „Mobilitás, mint szolgáltatás” (MaaS) koncepció, ami az utazóra fókuszálva, mobilitási szolgáltatások széles palettáját integráltan kínálja (Utriainen és Pöllänen, 2018).

Automatizálással az üzemeltetési hatékonyság és az utazói kényelem fokozható. Az automata rendszerek előre programozott, egyértelműen leírt algoritmusok szerint működnek, míg az autonóm rendszerek képesek önálló döntéseket hozni kognitív és öntanuló képességeiket felhasználva. Az autonóm járművekkel foglalkozó kutatások és fejlesztések többsége elsősorban a járműirányítására és annak forgalmi folyamataira fókuszál (Szalay et al., 2017). Mindazonáltal számos utaskezelési, üzemeltetési és karbantartási folyamat is automatizálható (Chen et al., 2016). Az autonóm jármű tágabb „környezetbe”, a közforgalmú személyközlekedési rendszerbe való elhelyezésére kevesebb hangsúlyt fektettek ezidáig, holott az autonóm járművek megjelenésével a mobilitási paletta is átalakul, új eljárások szükségesek a közlekedéstervezésnél, -szervezésnél és -üzemeltetésnél. Új **igényalapú, telematikai bázisú, mobil alkalmazáson előzetes rendeléssel igénybe vehető, megosztott, kiskapacitású autonóm közúti járműves mobilitási szolgáltatás jelenik meg** (Fagnant és Kockelman, 2014, Bansal et al., 2016, Winter et al., 2016). A mobilitás lényegesen tudatosabbá, tervezettebbé válik. Megváltoznak a mobilitáshoz igényelt emberi képességek, átalakul az utazói döntéshozatal és viselkedés is, amelyhez innovatív információkezelési módszerek, döntéstámogató szolgáltatások fejlesztése szükséges.

A technológiai fejlődés következtében okos közlekedési rendszer vezethető be, ami valós idejű adatok alapján működik, ötvözi egymással az emberi tudást, intelligenciát, döntési folyamatokat. Az adat és az adatokból képzett információ kulcsjelentőségűvé válik. Ennek következtében a közlekedési rendszerek speciális információs rendszerként tekinthetők. Ugyanakkor az információs folyamat megismeréséhez szükséges elemek és kapcsolatok rendszerszintű feltárása kezdetleges. A tudásbázis növelése érdekében a tudományos kutatások jelentősége felértékelődik.

Ezeknek megfelelően a kutatásom során arra kerestem a választ, hogyan lehet a technológiai újításokat, különös tekintettel az autonóm közúti járművet, integrálni a közforgalmú közlekedési rendszerbe és a mobilitási szolgáltatásba. Kutatásaimat városi, közúti, elsősorban közforgalmú személyközlekedési módokra és innovatív, megosztáson alapuló mobilitási, valamint személyre szabható információs szolgáltatásokra vonatkozóan végeztem. Egyaránt fókuszáltam üzemeltetői és utazói oldalra. Mivel a közlekedés tárgya az utazó, az utazó helyváltoztatási igényeinek kielégítése, ezért az utazói elvárások felmérése különösen fontos az újszerű mobilitási szolgáltatások esetében. Az utazók elvárásait kielégítve a technológia elfogadása is növelhető. Közlekedésmérnöki szempontból vizsgáltam az átalakuló közlekedési rendszert, az új mobilitási szolgáltatások tervezési és üzemeltetési folyamatait, az autonóm járműves mobilitási szolgáltatások hatásait, valamint a tervezési és üzemeltetési funkciók automatizálási lehetőségeit. Utazói oldalról vizsgáltam az utazók elvárásait és információkezelési folyamatát, az igényelt utazói képességek változását. Az utazói döntéstámogatás érdekében vizsgáltam az útvonalértékelés személyre szabási lehetőségeit. Ugyanakkor a technológia újszerűsége miatt sem üzemeltetői, sem utazói oldalon nincs tapasztalat, így az utazók elvárt preferenciáiból és meglévő megoldásokból vontam le következtetéseket. Teljes kutatásomat rendszer- és folyamatszemszempontban végeztem. Az eredményeim hozzájárulhatnak a közlekedési rendszerben bekövetkező változások elősegítéséhez, a változásokra való felkészüléshez.

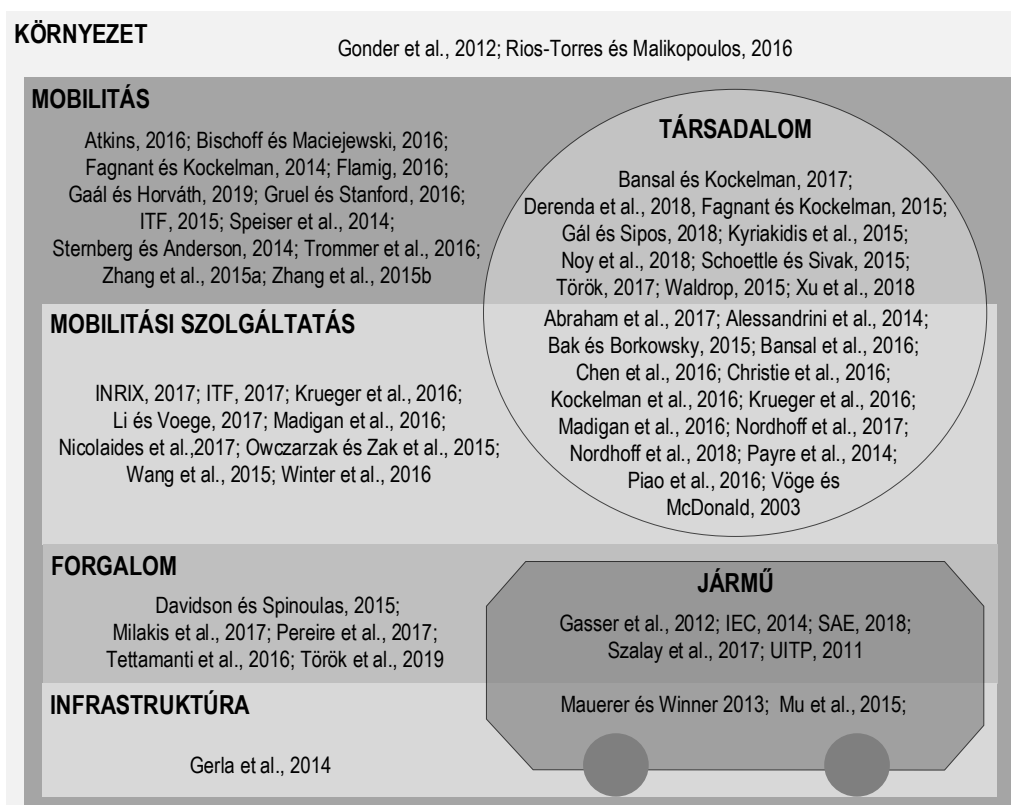
2 Irodalomkutatás

Széleskörű irodalomkutatást végeztem a meglévő eredmények áttekintése és a tudományos „rések” azonosítása érdekében. Az így azonosított tudományos területek szerint jelöltem ki kutatásom fő pilléreit.

Irodalomkutatás területei:

- Az okos közlekedési rendszerre vonatkozó irodalom áttekintése, annak érdekében, hogy az okos közlekedés modellezhető legyen (pl. Mattoni et al., 2015).
- Az utazói döntéshozatali lehetőségek feltárása a döntések modellezése érdekében (pl.: Chorus et al., 2013, Ettema és Timmermans, 2006, Tánczos és Török, 2012).
- Az autonóm járművek hatásainak feltárása; az eredmények alapján a hatások rendszerszemléletű modellezése (pl.: Fagnant és Kockelman, 2015, Gruel és Stanford, 2016, Tettamanti et al., 2016).
- Az autonóm járművek köré épített közlekedési rendszerre vonatkozó szakirodalom áttekintése; ezek alapján a jövő mobilitási szolgáltatásainak és jellemzőinek meghatározása (pl.: Fagnant és Kockelman, 2014, Bansal et al., 2016, Winter et al., 2016).
- Az utazói elvárások feltárása; azok figyelembevétele a tervezési és üzemeltetési módszerek kidolgozásánál (pl.: Kockelman et al., 2016, Nordhoff et al., 2016).
- Meglévő újszerű mobilitási szolgáltatások tervezési és üzemeltetési folyamatainak tudományos elemzése; az eredmények felhasználása az autonóm járműves mobilitási szolgáltatások tervezéshez (pl.: Horváth et al., 2006, Rayle et al., 2016, Wang et al., 2015).
- Útvonaltervező alkalmazások személyre szabható beállításainak, és a felhasználói elvárásoknak a feltárása útvonalértékelő eljárás kidolgozásához (pl.: Duleba et al., 2012, Katona et al., 2017, Mátrai et al., 2016, Sivilevičius and Maskeliūnaitė, 2010).

Az autonóm járműves közlekedési rendszerrel foglalkozó áttekintett irodalmakat a fő fókuszterületük alapján csoportosítottam (1. ábra). Egy-egy tudományos mű gyakran több kategóriába is besorolható.



1. ábra: Autonóm közúti járműves közlekedési rendszerrel foglalkozó áttekintett irodalmak csoportosítása

Azonosított kutatási területek:

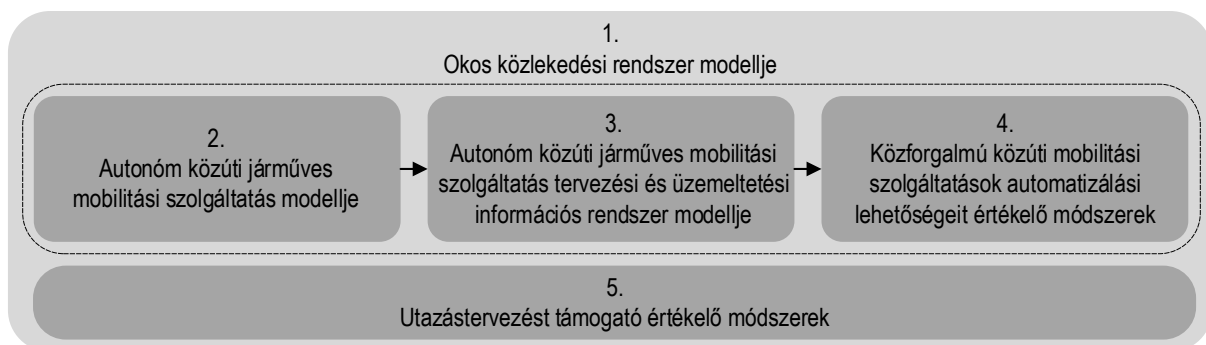
- a kutatások az innovatív közlekedési rendszerek és mobilitási szolgáltatások rendszerszintű elemzésére mérsékelt figyelmet fordítanak,
- a kutatások többsége technológia alapú, az utazó elvárásaira, információkezelési folyamataira kevésbé fókuszálnak,
- az autonóm járműves kutatások még csak kezdeti fázisban foglalkoznak a jármű köré épített mobilitási szolgáltatás tervezésével és üzemeltetésével,
- az automatizálással foglalkozó kutatások a járműirányításra összpontosítanak; a mobilitási szolgáltatásokat leíró komplex automatizálási szinteket nem határoztak meg,
- útvonaltervező alkalmazások a belső területeket, gyaloglási és kerékpározási fázisokat nem, vagy elnagyoltan veszik figyelembe, illetve kevés a személyre szabható beállítás.

3 Kutatási célok

A céloim **innovatív személyközlekedési rendszerek, valamint mobilitási és információs szolgáltatások modellezése, rendszertervezési alapelvek, valamint elemzési és értékelési módszerek kidolgozása volt.** A folyamatosan és gyorsan fejlődő technológia figyelembevételével mellett időtálló modellek fejlesztését tűztem ki célul. A kutatási részfeladatokat egymásra épülően definiáltam. Egy-egy részfeladat eredményét felhasználtam a többi részfeladat kidolgozásakor. Célok:

1. Az okos közlekedési rendszer modellezése. Az okos utazó információkezelési jellemzőinek feltárása és elemzése.
2. Az autonóm járművek integrálása a közlekedési rendszerbe és a mobilitási szolgáltatásokba; a hatásterületek feltárása figyelembe véve a társadalmi-környezeti-gazdasági kapcsolatrendszert.
3. Az új autonóm járműves mobilitási szolgáltatás tervezéséhez és üzemeltetéséhez szükséges információs rendszer modelljének kidolgozása.
4. Közforgalmú közúti mobilitási szolgáltatásokat jellemző komplex automatizálási szint meghatározása. Az utaskezelési funkciókban bekövetkező változások értékelése. Az utazói képességek változásának elemzése.
5. Személyre szabott és pontosabb eredményt nyújtó értékelési módszer kidolgozása multimodális útvonalak értékeléséhez.

A kutatási részfeladatokat a 2. ábrán foglaltam össze, a nyilak a legfontosabb egymásra épüléseket szemléltetik. Az okos közlekedés modellezése (1. feladat) kihat a többi részfeladatra, egyfajta keretrendszert biztosítva a további kutatásokhoz. Az automatizálással, elsősorban az autonóm járműves mobilitási szolgáltatásokkal kapcsolatos kutatási feladatok (2-4. feladat) egymásra épülnek. Az új mobilitási szolgáltatások megjelenésével utazói oldalról a mobilitás tudatosabbá válik, így az előzetes, utazástervezést támogató módszerek fejlesztése szükséges (5. feladat). Az öt részfeladat során végzett kutatások eredményei alapján fogalmaztam meg az öt tézist.



2. ábra: Kutatási részfeladatok kapcsolata

Az egyes részfeladatok során a következő hipotézisekből indultam ki:

1. Az okos utazó döntési folyamatai gépekkel támogathatók, kiválthatók, mivel a gépi információkezelés hasonló az emberihez.
2. Az autonóm járművek alkalmazásához integrált mobilitásmenedzsment szükséges.
3. Az utazók személyes jellemzői befolyásolják az autonóm járműves szolgáltatással szembeni elvárásokat. Ezen jellemzőket a mobilitási szolgáltatás tervezésekor figyelembe véve személyre szabott szolgáltatás nyújtható.
4. A közforgalmú, közúti mobilitási szolgáltatások automatizálási szintek bevezetésével jellemezhetőek és értékelhetőek. Az utazóktól elvárt képességek az automatizálás hatására megváltoznak.
5. Az útvonalválasztási preferenciákat az utazók általános személyes jellemzői erősen befolyásolják. A közlekedési hálózat részletes leképezésével és a személyes preferenciák figyelembevételével az útvonalak érzékelt és tényleges leküzdésének ideje is meghatározható.

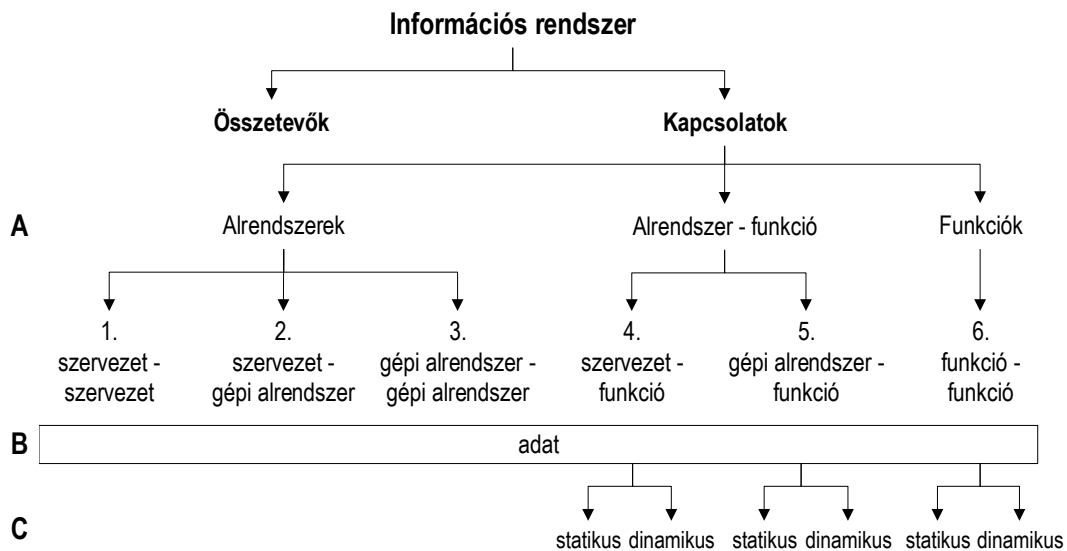
Kutatásaimat városi, közúti közforgalmú személyközlekedésre és egyéni lágy mobilitási formákra, valamint elsősorban az innovatív, megosztáson alapuló, kiskapacitású autonóm közúti járműves mobilitási szolgáltatásokra és a kapcsolódó információs rendszerekre vonatkozóan végeztem. Az egyes részfeladatokra a következő lehatárolásokat tettem:

1. Az okos közlekedés modellezésénél részleteiben az okos utazóra fókuszáltam.
2. A közúti autonóm járműveket a legmagasabb járműirányítási automatizálási szinten vettem figyelembe a körük épített közlekedési rendszer meghatározásánál és vizsgálatánál. Az új autonóm közúti járműves mobilitási szolgáltatást vizsgáltam.
3. A jármű- és kommunikációs technológiai fejlesztéseket csak olyan mértékig vettem figyelembe, amennyire ezek ismerete szükséges a tervezési és üzemeltetési módszerek kidolgozásához és a hatások feltárásához.
4. Az automatizálási szintek meghatározásánál a funkciókat általános fejlesztési elvek mentén vizsgáltam, a konkrét megoldások technikai részletezésétől eltekintettem. A szinteket közforgalmú közúti mobilitási szolgáltatásokra vezettem be.
5. Az útvonalak értékelésénél a fókusz a fenntartható közlekedési módokra helyeztem, így elsősorban a gyaloglást, a kerékpározást és a közforgalmú közlekedést vizsgáltam.

4 Alkalmazott módszerek

A kitűzött céloknak és a definiált feladatoknak megfelelően számos klasszikus kutatási módszert alkalmaztam. Az **információs rendszerek elemzéséhez és modellezéséhez** bevezettem és alkalmaztam egy módszert, amellyel feltárható a szerkezeti és a működési összefüggések különböző felbontási mélységek mellett. A szempontokat és a felbontást a 3. ábrán foglaltam össze. Mivel az alrendszerek emberi és gépi összetevőkből épülnek fel, számos szervezet és gépi alrendszer között mutatható ki kapcsolat (A szint). A gépi alrendszerek többnyire humán elemhez kapcsolódnak (pl. utazó saját okoskészülékéhez). A kapcsolatokat az áramló adatok jelentik, így az adatcsoportoknak, azok tulajdonságainak és kapcsolatainak azonosítása szükséges (B szint). A funkciók közötti kapcsolatnál a kapcsolat időbeli jellemzői meghatározók, így azok feltárása is szükséges (C szint). Az elemzési módszert innovatív rendszerek modellezésénél használtam. Az autonóm közúti járműves mobilitási szolgáltatás üzemeltetéséhez szükséges integrált adatbázis struktúrájánál **relációs adatmodellezést** használtam.

A közlekedési rendszerek és folyamatok összetettek. A **multikritériumos elemzés** alkalmas összetett rendszerek összehasonlítására (Van der Laan et al., 1997). A módszer alkalmazásakor alternatívákat értékelünk számos szempont alapján, amelyek eltérő súllyal veendőek figyelembe. A döntési modellek közül a **súlyozott összeg modellt** (WSM – Weighted Sum Model), valamint a **Kesselring-eljárást** alkalmaztam. Előbbit a közforgalmú közúti mobilitási szolgáltatások automatizálási szintjeinek meghatározásához, míg utóbbit az útvonaltervező alkalmazások összehasonlításához használtam fel.



A: kapcsolatok B: adatszerkezet C: üzemeltetés időbeli jellemzői

3. ábra: Információs rendszerek elemzési és modellezési szempontjai

Az általános érvényű következtetések levonása céljából **kérdőíves felmérés** alapján vizsgáltam az autonóm járművekre épülő mobilitási szolgáltatással szembeni utazói elvárásokat, valamint az útvonalválasztási preferenciákat. A különböző forrásokból származó adatok közötti kapcsolatok feltárásával következtetések vonhatók le. A kérdőívekkel gyűjtött adatokat adatbázisban, lekérdezések készítésével dolgoztam fel. Az adatcsoportok között **kapcsolatvizsgálatot** végeztem, így meghatározva az egyes adatcsoportok egymásra gyakorolt hatását. A következtetések levonásakor **deduktív** és **induktív logikát** vegyesen alkalmaztam.

A közlekedési hálózat leképezésére a legelterjedtebb módszer a gráfok használata (Ortúzar és Willumsen, 2011). Az útvonalértékelési módszer valós közlekedési hálózatot és mobilitási szolgáltatást értékel, ehhez modelleztem a személyközlekedési hálózatot. Modellezéskor a hálózati elemek tulajdonságai mellett a helyváltoztatási folyamatot is leképeztem figyelembe véve az egyes módok jellemzőit (pl.: sebesség). Ehhez a **gráfelmélet** alapjait használtam fel.

5 Új tudományos eredmények

Az új tudományos eredményeimet tézisekben foglalom össze.

1. Tézis

Az értekezés 5. fejezete alapján fogalmaztam meg az 1. tézist.

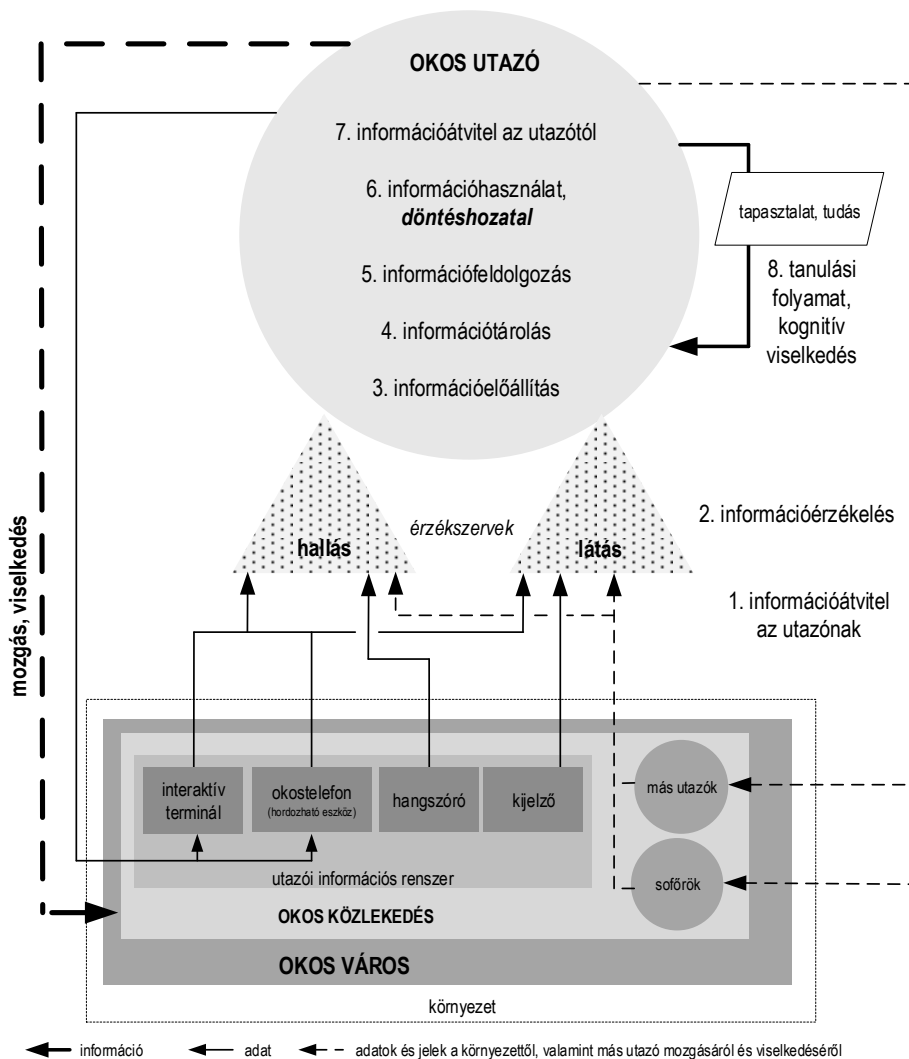
Kidolgoztam az okos közlekedési rendszer szerkezeti és működési modelljét különös tekintettel az utazó információkezelési folyamatára. Megállapítottam, hogy az emberi és a gépi információkezelési műveletek hasonló logikai felépítésűek. A humán információkezelés feltárt jellemzői alapján fejleszthető a gépi rendszer. Ezáltal az információkezelés jelentős mértékben támogatható és kiváltható megfelelően illesztett infokommunikációs technológiával.

Az okos város röviden úgy definiálható, mint a rendszerek rendszere, amelynek célja az információtechnológia összekapcsolása az infrastruktúrákkal, eszközökkel, személyekkel, szervezetekkel szociális, gazdasági és környezeti problémák megoldása érdekében. Az okos közlekedés az okos város egy meghatározó részrendszere, mivel megvalósítja a fizikai kapcsolatokat a többi részrendszer között. Az okos közlekedés valós idejű adatok alapján működő rendszer, amely ötvözi

egymással az emberi tudást, intelligenciát, döntési folyamatokat. Fejlett információs és kommunikációs technológiák kooperatív alkalmazását jelenti az infrastruktúrában, a járművekben és az utazóknál. Az okos közlekedési rendszerek célja az ember (utazó, személyzet) segítése, az emberi műveletek mértékének csökkentése, vagy teljes helyettesítése (pl. autonóm járműves közlekedés).

Modelleztem az okos közlekedési rendszert belső szerkezetének és folyamatainak megismerése érdekében. Feltártam az elérhető célokat, kidolgoztam a rendszer **szerkezeti modelljét**, melyhez azonosítottam az összetevőket (alrendszerek) és a közöttük lévő kapcsolatokat. Kidolgoztam a rendszer **funkcionális modelljét**, azonosítva az információkezelő funkciókat és meghatározva a szükséges adatszoportokat.

Az okos utazó az okos közlekedés egy alrendszere. Az utazó döntési folyamatának megismerése érdekében modelleztem az okos utazó információkezelését. A döntési folyamat és a szükséges bemeneti adatok megismerésével az utazói igényeket magas színvonalon kielégítő információs szolgáltatások fejleszthetők. Azonosítottam az okos utazó és a funkciók közötti adatáramlást az információkezelési műveletek leírása érdekében. Az utazó az interaktív okoskészüléken elérhető funkciók segítségével kommunikál a többi összetevővel. Az okos utazó fogalom minden olyan szerepkört lefed, amit az utazó a helyváltoztatás során felvehet (pl.: gyalogos, kerékpáros, járművezető, utas). A szerepkörök információkezelése eltérő, különbség a használt információforrásokban, valamint a döntés eredményeként végrehajtott mozgási műveletben, adatbevitelben van. Az okos utazó **információkezelési folyamatát** a 4. ábrán mutatom be.



4. ábra: Okos utazó információkezelési folyamata

A mobilitási szolgáltatások használata egyre bonyolultabbá válik. Ugyanakkor az utazó információtárolási és feldolgozási képessége korlátos, a hibázási aránya is magasabb. Ebből kifolyólag gépeket használunk az utazók információs támogatásra, döntési folyamatainak segítésére, kognitív kapacitásának kiterjesztésére. Egyre nagyobb arányban jelennek meg a gépi és humán összetevők mellett olyan okos humán komponensek (utazó, személyzet), amelyek döntéseit információs szolgáltatások támogatják.

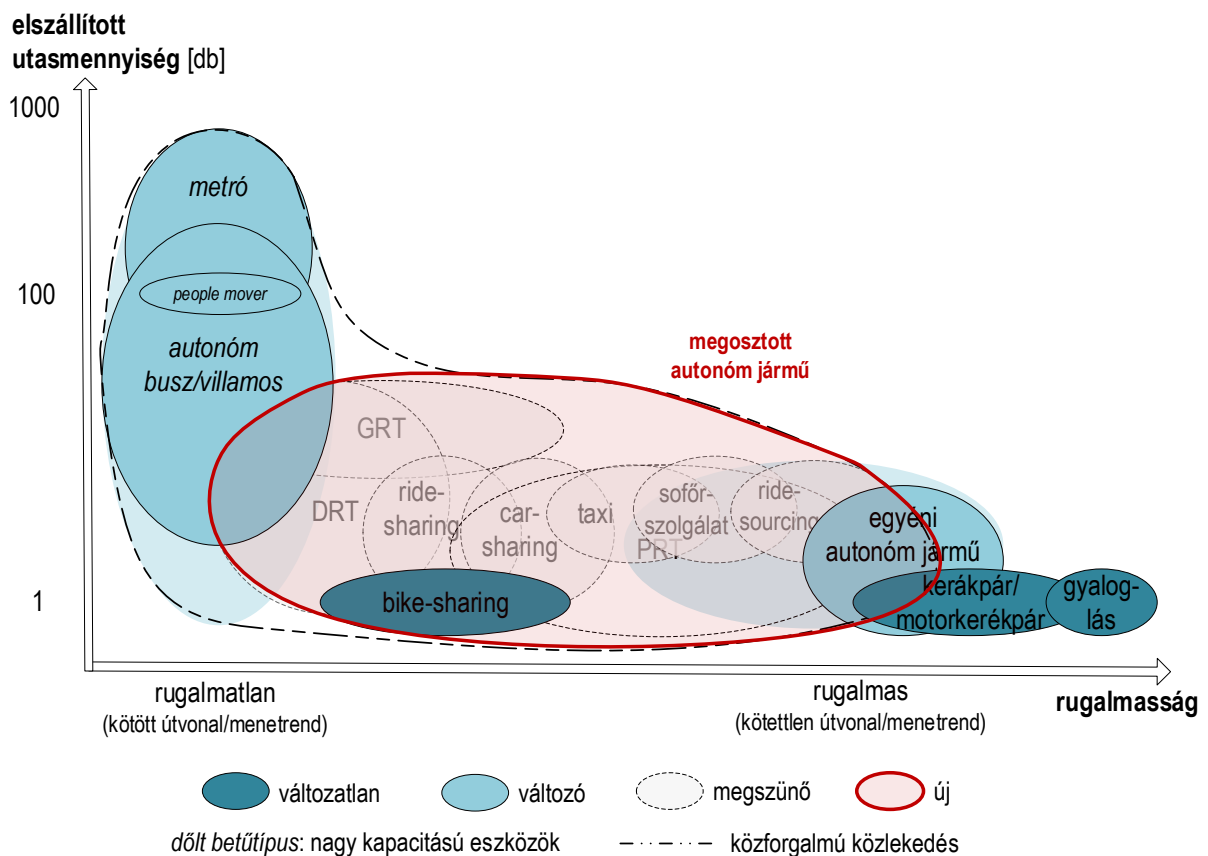
Tézishez kapcsolódó saját publikációk: (Csiszár és Földes, 2015a), (Csiszár és Földes, 2015b)

2. Tézis

Az értekezés 6. fejezete alapján fogalmaztam meg a 2. tézist.

Meghatároztam a megosztott autonóm közúti járműves mobilitási szolgáltatás típusait és jellemzőit, kidolgoztam a szerkezeti és működési modelleket, valamint azonosítottam a hatásokat. Megállapítottam, hogy az autonómia egy relatív fogalom; az autonóm járműves mobilitási szolgáltatások tervezése, irányítása és üzemeltetése több, eltérő funkciójú központ koordinált együttműködésével valósítható meg.

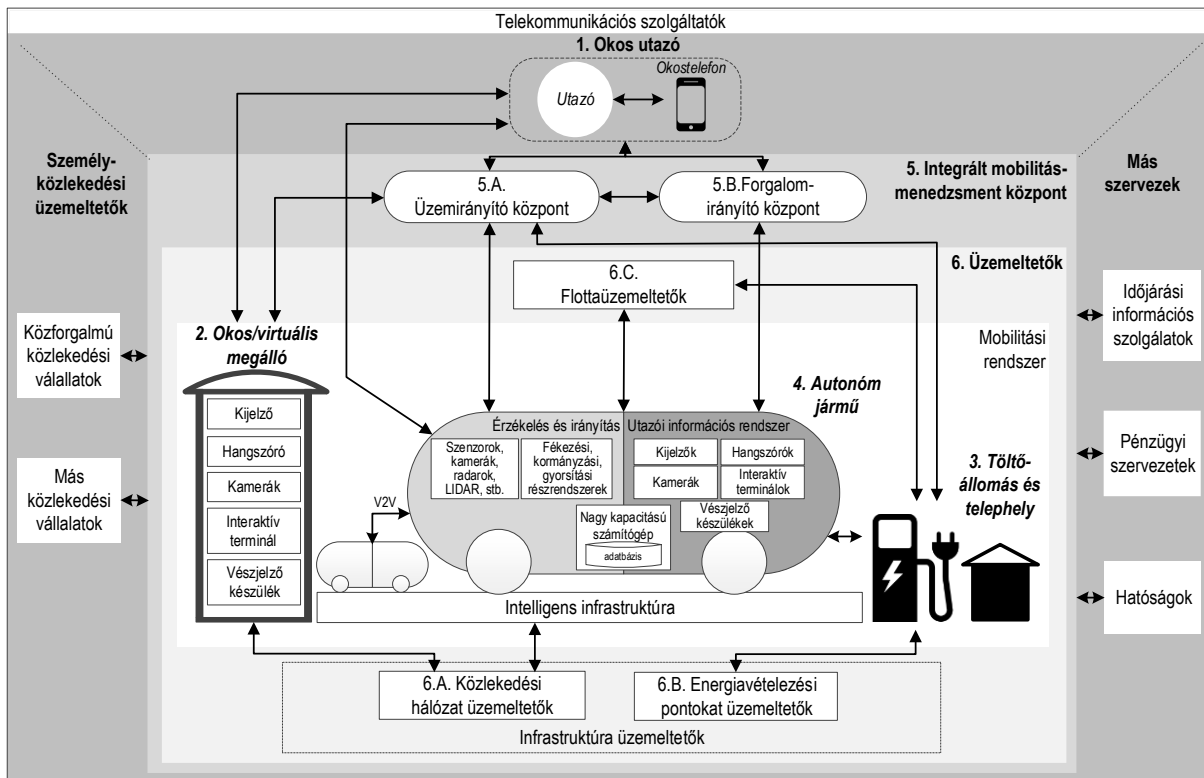
Elemeztem a jelenlegi városi motorizált közlekedési eszközöket a bekövetkező változások feltárása érdekében. Az irodalomkutatás és a helyzetelemzés alapján azonosítottam a mobilitási palettán bekövetkező változásokat (5. ábra). Az ábrán az elszállított utasmennyiség és a közlekedési módok rugalmassága alapján szemléltettem a közlekedési eszközöket. A rugalmasság egy összetett jellemző, számos tényező befolyásolja (pl. térbeli és időbeli jellemzők).



Az ún. átmeneti közúti közlekedési módokat és az egyéni járműhasználat egy részét is kiváltja az új, jellemzően igényalapú, telematikai bázisú, mobil alkalmazáson előzetes rendeléssel igénybe vehető, megosztott, kis kapacitású autonóm közúti járműves mobilitási szolgáltatás.

Azonosítottam a szolgáltatástípusokat, megkülönböztetve nagy mértékben rugalmas háztól-házig szolgáltatást, valamint kevésbé rugalmas, esetenként kötött útvonallal és menetrenddel rendelkező, nagykapacitású eszközre ráhordó szolgáltatást. A közlekedési igények kielégítése a korlátozott közúti kapacitások miatt csak megosztott és ráhordó jellegű szolgáltatásokkal valósítható meg.

Kidolgoztam az új autonóm közúti járműves mobilitási szolgáltatás **szerkezeti modelljét** (6. ábra). Azonosítottam a legfontosabb rendszerösszetevőket. Bevezettem az **integrált mobilitás menedzsment központ szervezeti egységet és definiáltam a feladatait** (pl. üzemeltetési adatok kezelése integrált adatbázisban).



6. ábra: Autonóm közúti járműves mobilitási szolgáltatás szerkezeti modellje

Kidolgoztam az autonóm járművekre épülő mobilitási szolgáltatás **működési modelljét**. A járművek irányításához és a szervezéséhez nagy mennyiségű valós idejű adat szükséges. **A tervezési funkciók dinamizmusa egyre jobban megközelíti az üzemeltetési funkciók dinamizmusát.** Az információkezelési ciklusidők lényegesen lerövidülnek, közel valós idejűvé válnak.

Feltártam a **hatásterületeket**, megbecsültem a **kvalitatív** változásokat. A hatások a következő területeken jelentkeznek: társadalom (jellemzően az utazónál), mobilitás, forgalom, infrastruktúra és a tágabb értelemben vett környezet. A modal share változás kvantitatív meghatározására egy módszert fejlesztettem ki, amely a felhasználók nyilvántartott preferenciáit használja bemeneti adatként. A módszer alkalmazásával megállapítottam, hogy **az egyéni gépjárműhasználat jelentősen csökkenthető rugalmas, megosztott autonóm járműves szolgáltatással.**

Tézishez kapcsolódó saját publikációk: (Földes és Csiszár, 2016c), (Földes és Csiszár, 2016e), (Csiszár és Földes, 2017), (Szigeti et al., 2017), (Csiszár és Földes, 2018), (Földes és Csiszár, 2018b), (Földes és Csiszár, 2018c), (Csiszár et al., 2019a), (Csonka és Földes, 2019)

3. Tézis

Az értekezés 7. fejezete alapján fogalmaztam meg a 3. tézist.

Kidolgoztam az autonóm közúti járműves mobilitási szolgáltatás utasközpontú tervezéséhez és üzemeltetéséhez szükséges információs rendszer modelljét. Feltártam az utazók egyéni preferenciáiból meghatározható bemeneti adatcsoportokat és meghatároztam az adatgyűjtési módszert.

A hagyományos szolgáltatástervezési és üzemeltetési módszerek megváltozását előidéző tényezők:

- a komplexitás fokozódása,
- az új és ismeretlen technológia,
- az adatok fokozódó dinamizmusa, valamint
- a növekvő utazói elvárások, változó egyéni preferenciák.

A meglévő feladatok újszerű kezelése, vagy teljesen új feladatok megoldása szükséges az utazónál is (pl. szolgáltatás megrendelése, be- és kiszállás, fizetés). Az autonóm járműves szolgáltatások bevezetésének következtében csökkenthető a személyzet szerepe, a járművezetőre vonatkozó előírások figyelmen kívül hagyhatók. Ugyanakkor ez mind az üzemeltetés (pl. töltés), mind az utaskezelés során (pl. információközlés) új megoldásokat igényel. A legjelentősebb változásokat igénylő funkciók:

- igények és a kapacitások valós idejű összerendezése,
- járműmozgások tervezése,
- szolgáltatások személyre szabása,
- utastájékoztató, valamint
- járművek energiatöltése.

Kidolgoztam a mobilitási szolgáltatás **tervezésének információs rendszermodelljét**. Mivel a fejlesztések korai fázisban vannak, ezért a felhasználói elvárások figyelembevétele különösen fontos. A kinyilvánított preferenciák vizsgálatához kérdőíves **adatgyűjtési és elemző módszert** fejlesztettem. Olyan kérdéseket fogalmaztam meg, amelyekből bemeneti adatokat lehet kinyerni a tervezéshez. Megállapítottam, hogy **az utazók személyes és mobilitási szokásjellemzői befolyásolják az autonóm járműves mobilitási szolgáltatásokkal szembeni elvárásokat**.

A tervezési funkciók elemzésével megállapítottam, hogy **az utazóra közvetlenül hatást gyakorló funkciók csak az alapszolgáltatástól függenek**, további szervezettől származó külső adatforrás nem szükséges. Megállapítottam továbbá, hogy **a szolgáltatást kiegészítő tevékenységek tervezését az utazói elvárások nem befolyásolják**.

Kidolgoztam a mobilitási szolgáltatás **üzemeltetésének információs rendszermodelljét**. Ehhez definiáltam **integrált adatbázis relációs adatmodelljét**, azonosítva az egyedeket, a főbb attribútumokat és a közöttük lévő kapcsolatokat.

Tézishez kapcsolódó saját publikációk: (Csiszár és Földes, 2017), (Földes és Csiszár, 2018b), (Földes és Csiszár, 2018c), (Földes et al., 2018), (Csiszár et al., 2019a), (Földes és Csiszár, 2019)

4. Tézis

Az értekezés 8. fejezete alapján fogalmaztam meg a 4. tézist.

Meghatároztam a közforgalmú közúti mobilitási szolgáltatások komplex automatizálási szintjeit, amelyek az irányítási funkciók mellett a tervezési és üzemeltetési, valamint az utaskezelési funkciókat is magukban foglalják. Kidolgoztam az utaskezelési funkciók és a szükséges emberi képességek változását értékelő módszert. Megállapítottam, hogy a gépi támogatás és az automatizálás hatására az igényelt humán kognitív kapacitás mértéke csökken, az okos eszköz kezelésével összefüggő képességek jelentősége fokozódik.

Értékelési módszert dolgoztam ki a jelenlegi közforgalmú közúti mobilitási szolgáltatások **komplex automatizálási szintjeinek** meghatározásához. Értékeltam az alfunkciókat, funkciókat és a mobilitási szolgáltatásokat. Funkciónként négy automatizálási szintet határoztam meg. A módszer alkalmazásával egy mobilitási szolgáltatás automatizáltsági (fejlettségi) szintje egyetlen egy számmal írható le (1. táblázat).

1. táblázat: Komplex automatizálási szintek

Szint	Megnevezés	Leírás	Döntéshozó és végrehajtó elem
1	Nincs automatizálás	Minden funkciót humán szereplők (utas, sofőr, egyéb személyzet) végeznek. Az ember felelős a végrehajtásáért, nincs gépi támogatás.	Ember
2	Gépi támogatás	Az emberi munkavégzés/gondolkodás géppel támogatott, ugyanakkor a szükséges emberi műveletek mértéke a funkciók végrehajtása során jelentős.	Ember gépi támogatással
3	Részleges automatizálás	A funkciók jelentő részét gép végzi. A személyzet többnyire csak felügyeli a folyamatokat.	Inkább a gép emberi felügyelettel
4	Teljes automatizálás	Minden funkciót, teljes egészében gép végez. A személyzet csak felügyeli a folyamatokat.	Gép

Kidolgoztam az **utaskezelési alfunkciók automatizálási fejlesztésének jelentőségét** meghatározó **módszert**. A módszerrel a fejlesztések sorrendje határozható meg.

Az automatizálás az igényelt utazói képességek változását is eredményezi. Az aggregált **képességváltozás mértékének megállapítása** érdekében kidolgoztam egy **értékelő módszert**, amely figyelembe vesz valamennyi alfunkciót a teljes utazásra vonatkozóan. A módszer alkalmazásával megállapítottam, hogy **a gépi támogatás hatására kevesebb gondolkodás szükséges; bizonyos funkcióknál a gép teljesen kiváltja az embert** (pl. útvonaltervezés).

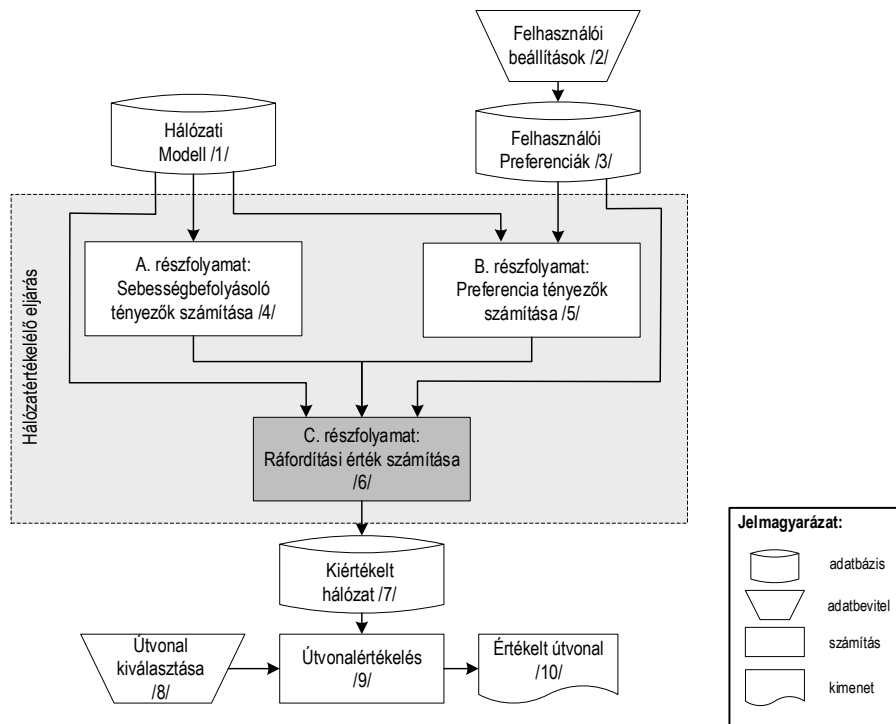
Tézishez kapcsolódó saját publikációk: (Földes és Csiszár, 2016b), (Csiszár és Földes, 2017), (Csiszár et al., 2019a), (Csiszár et al., 2019b), (Csiszár et al., 2019c)

5. Tézis

Az értekezés 9. fejezete alapján fogalmaztam meg az 5. tézist.

A gyaloglási fázisokat részletesen leképező multimodális útvonalértékelő módszert fejlesztettem, ami a hálózati elemeket külön-külön értékeli. Az elemekhez rendelt ráfordítási érték az elem leküzdésének érzékelt idejét adja meg a fizikai jellemzők és az utazók elvárásai alapján. A módszerrel pontosabb eredményeket nyújtó információs szolgáltatások fejleszthetők.

A kifejlesztett **multimodális útvonalértékelő módszer** az útvonalak fizikai paramétereit, a mobilitási szolgáltatások jellemzőit, valamint az utazók személyes jellemzőit veszi figyelembe (7. ábra).



7. ábra: Útvonalértékelő módszer folyamatábrája

Az útvonalértékelés eredménye a hálózati elemek **ráfordítási értéke**, amely a **hálózati elem „leküzdésének” érzékelt idejét** fejezi ki. A hálózati elemekből multimodális útvonalak állíthatók össze. Ha ismert egy útvonal él- és csúcshalmaza, akkor az útvonalra jellemző teljes ráfordítási érték meghatározható. A kidolgozott útvonalértékelő módszer előre definiált útvonalakat értékel. Az útvonalak valóság-hű tulajdonságainak és a felhasználói preferenciáknak a figyelembevételével a valóságnak megfelelőbb értékelést ad, amely közvetlenül hozzájárul a közlekedők döntéseinek támogatásához.

A személyre szabási beállítások feltárásához vizsgáltam a jelenlegi közforgalmú útvonaltervező alkalmazásokat. Ehhez kidolgoztam az **útvonaltervező alkalmazások személyre szabási szintjét meghatározó értékelő módszert** Megállapítottam, hogy az alkalmazások többsége alig vesz figyelembe személyre szabható beállításokat.

Kérdőíves adatgyűjtési és feldolgozási módszert dolgoztam ki az **információs szolgáltatással szembeni elvárások és az útvonalválasztási preferenciák** meghatározásához. Az utazók személyes jellemzői befolyásolják az útvonalválasztási preferenciáikat. A személyes jellemzők valamennyi lehetséges kombinációjával **utazói csoportok** képezhetők, amelyeknek meghatározhatók az információkezelési jellemzői, útvonalválasztási preferenciái. Amennyiben ismertek egy utazó személyes jellemzői, úgy az utazó besorolható egy csoportba. Útvonalak értékelésénél elegendő az utazó személyes jellemzőit ismerni, ami alapján kikövetkeztethetők a preferenciái. Ezzel személyre szabott útvonalértékelések adhatók minimális személyes beállítás elvégzése mellett. A személyes jellemzőket elég első alkalmazáskor megadni (profilmentés); az útvonalak értékelése ezzel automatizálható. A módszert kerékpáros közlekedéshez részletesen is alkalmaztam, mivel ezen utazói típus esetében az útvonalak előzetes értékelésének különös jelentősége van.

Az útvonalak fizikai paramétereinek pontos figyelembevétele érdekében kidolgoztam egy **multimodális, gráf-alapú hálózati modellt**, ami a különböző közlekedési módok és mobilitási szolgáltatások tulajdonságait széles körben figyelembe veszi. A modellben leképeztem az autonóm járműves mobilitási szolgáltatásokhoz szükséges hálózati elemeket is.

Tézishez kapcsolódó saját publikációk: (Földes és Csiszár, 2015a), (Földes és Csiszár, 2015b), (Földes és Csiszár, 2016a), (Földes és Csiszár, 2016d), (Földes és Csiszár, 2018a)

6 Tudományos eredmények hasznosíthatósága

A kutatási eredmények elméleti jelentőségét, gyakorlati hasznosulási lehetőségét és oktatási alkalmazhatóságát a következőkben foglaltam össze.

Elméleti jelentőség

Az automatizálás és az innovatív technológiák közlekedési rendszerre való hatásának kutatásával a Tanszéken hosszú évek óta folyó, a közlekedési rendszerekre és az információs folyamatokra vonatkozó kutatások eredményeit bővíttem. Egyúttal célom volt a hazai és nemzetközi publikációs tevékenység erősítése is a Karon. A tématerület egyre fokozódó komplexitása, valamint a technológia folyamatos változása miatt időtálló modellek kidolgozására törekedtem.

Gyakorlati hasznosulási lehetőségek

Az innovatív közlekedési rendszerekhez és mobilitási szolgáltatásokhoz kidolgozott modellek megalapozzák a rendszerspecifikációk, majd a konkrét rendszertervek elkészítését. Az okos utazók információkezelési modellje felhasználható a döntéstámogató információs szolgáltatások tervezéséhez, valamint az utazói viselkedés megismeréséhez.

A bevezetett autonóm járműves mobilitási szolgáltatástípusok a jövőbeli szolgáltatások tervezéséhez adnak iránymutatást. Az azonosított funkciók és kihívások a szolgáltatások tervezését alapozzák meg. Az utazói elvárások feltárása az utasközpontú és személyre szabott mobilitási szolgáltatás biztosításához használhatók. Az autonóm járműves közlekedési rendszer hatásterületeinek azonosítása a hatások kvantitatív meghatározásánál hasznosíthatók.

A definiált komplex automatizálási szintek a meglévő szolgáltatások értékeléséhez, a fejlesztések megalapozásához és döntéselőkészítéshez használhatók. Az alfunkciók automatizálási fejlesztésének jelentősége alapján a fejlesztések fontossági sorrendje határozható meg. Az utazói képességek változásának megállapítása a szoftveres és hardveres fejlesztések követelményeinek, valamint az utazóknak az automatizálási folyamatokra való felkészítésénél hasznosíthatók.

Az útvonaltervező alkalmazások összehasonlítása alapján a személyre szabottsági szintek határozhatók meg, ami a fejlesztések specifikálását segíti. Az információs szolgáltatásokkal szembeni utazói elvárásokat elemző módszer döntéstámogató alkalmazások fejlesztését alapozza meg. Az útvonalértékelő módszer és a közlekedési hálózatot részletesen leképező hálózati modell útvonaltervező alkalmazások alapjául szolgálhat.

Oktatási alkalmazhatóság

Az innovatív rendszerek, például az autonóm járművekre épülő mobilitási szolgáltatások sikeressége az utazói elégedettségtől függ. Az utazót meg kell tanítani az új technológiával kapcsolatos alapvető ismeretekre, a szolgáltatások igénybevételére, a tudatos döntésekre/viselkedésre és a várható következményekre. Ez egyre nagyobb feladatokat ró az oktatási és ismeretterjesztési (társadalmisítási) tevékenységre. Ennek megfelelően, kiemelt célom volt az innovatív rendszerekre vonatkozó eredményeknek az egyetemi oktatásban történő hasznosítása. A kutatási eredmények bekerültek a Tanszéken oktatott tantárgyak korszerűsített, magyar és angol nyelvű anyagaiba (Közlekedési információs rendszerek I-II, Közlekedési informatika, Személyközlekedés). Az eredmények felhasználásra kerültek a Közlekedési információs rendszerek c. egyetemi jegyzet, valamint az Innovative Transportation Systems c. angol nyelvű egyetemi tankönyv megírásakor. Kutatási eredményeimet a „jövő közlekedése” témájú előadások keretében számos alkalommal ismeretterjesztő jelleggel szélesebb közönség előtt is bemutattam. A műszaki tudományokat népszerűsítő és a „Jövő új útjai a pályaválasztás és az autonóm autózás világában” c. EFOP projektek keretében a kutatási eredményeimet felhasználva középiskolások számára e-learning anyagot fejlesztettünk az autonóm járművekről, valamint hátrányos helyzetű gyermekek számára ismeretterjesztő előadásokat és foglalkozásokat tartottunk.

7 Kutatás folytatása

Kutatásaimat hasonló elszántsággal és intenzitással tervezem folytatni a jövőben is, építve az eddig elért eredményekre. A szakirodalom folyamatos feldolgozásával és a kutatási rések azonosításával több részterületre vonatkozóan is konkrét terveim vannak. Alapvetően multimodális és integrált személyközlekedési szemléletet kívánok követni. Céljaim között szerepel értékelő módszerek fejlesztése a mobilitási szolgáltatásokra vonatkozóan. Az értékelés kiterjed többek között a szolgáltatási minőségre, a rugalmasságra, az integráltsági és az automatizáltsági jellemzőkre, valamint a személyre szabottsági jellegre. Kutatásomat egyrészt az autonóm közúti járművek köré épített mobilitási szolgáltatások, másrészt az utazói döntéseket támogató információs szolgáltatások fejlesztésére vonatkozóan folytatom. Ezen területeken a főbb céljaim a következők:

Utazói döntéstámogatás:

- konkrét helyszíneket és területi egységeket a mobilitási szolgáltatások hozzáférhetősége szerint értékelő eljárás fejlesztése; azaz valamennyi szolgáltatás hozzáférhetőségének vizsgálata, amihez a mobilitási szolgáltatás egy közvetítő eszköz,
- az információ értékének és az érték időbeli változásának („avulás”) vizsgálata.

Autonóm közúti járműves mobilitási szolgáltatás:

- autonóm járművek alkalmazási területeinek azonosítása és szolgáltatások tervezése (pl. kistérségek igényvezérelt személyszállítása, városi áruszállítás, kombinált szállítás),
- tervezési módszerek fejlesztése (pl.: szükséges járműtípus és járműszám meghatározása, virtuális/okos megállóhely kijelölő módszere, tarifarendszer és árképzés kidolgozása),
- üzemeltetési módszerek fejlesztése (pl.: utas-jármű összerendelési eljárásai, újraosztási eljárások fejlesztése, big data módszerek fejlesztése az információs rendszerhez, elsősorban közlekedésbiztonságot fokozó menedzsment módszerek fejlesztése),
- utazókezelési módszerek fejlesztése (pl. a jármű-utazó közötti kommunikáció),
- hatások kvantitatív meghatározása (pl.: járműszám változása, utazási távolság változása, területhasználat optimalizálása a különböző közlekedési funkciók differenciált térbeli, időbeli hozzárendelésével),
- utazói elvárások, valamint a hasznosság és az érzékelt minőség további vizsgálata:
 - pszichológiai és szociológiai hatások feltárása,
 - feltárt preferencia alapú vizsgálatok elvégzése,
 - utazás teljes egyéni hasznosságának számítása.

Irodalomjegyzék

Felhasznált irodalom

- (Bansal et al., 2016): Bansal, P., Kockelman, K.M., Singh, A. 2016. Assessing public opinions of and interest in new vehicle technologies: An Austin perspective. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 67, pp. 1–14. DOI: 10.1016/j.trc.2016.01.019
- (Chen et al., 2016): Chen, T.D.; Kockelman, K.M.; Hanna, J.P. 2016. Operations of a shared, autonomous, electric vehicle fleet: Implications of vehicle & charging infrastructure decisions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 94, pp. 243-254. DOI: 10.1016/j.tra.2016.08.020
- (Chorus et al., 2013): Chorus, C.G.; Walker, J.L.; Ben-Akiva, M. 2013. A joint model of travel information acquisition and response to received messages, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 26, pp. 61–77. DOI: 10.1016/j.trc.2012.07.002

- (Duleba et al., 2012): Duleba, S., Mishina, T., Shimazaki, Y. 2012. A dynamic analysis on public bus transport's supply quality by using AHP. *Transport*, vol. 27, pp. 268–275. DOI:10.3846/16484142.2012.719838
- (Ettema és Timmermans, 2006): Ettema, D., Timmermans, H. 2006. Costs of travel time uncertainty and benefits of travel time information: Conceptual model and numerical examples. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 14, pp. 335–350. DOI: 10.1016/j.trc.2006.09.001
- (Fagnant és Kockelman, 2014): Fagnant, D.J., Kockelman, K. 2014. The Travel and Environmental Implications of Shared Autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. *Transportation Research Part C: Emerging Technology*, vol. 40, pp. 1–13. DOI: 10.1016/j.trc.2013.12.001
- (Fagnant és Kockelman, 2015): Fagnant, D.J., Kockelman, K. 2015. Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 77, pp. 167-181. DOI: 10.1016/j.tra.2015.04.003
- (Gruel és Stanford, 2016): Gruel, W., Stanford, J.M. 2016. Assessing the long-term effects of autonomous vehicles: a speculative approach. *Transportation Research Procedia*, vol. 13, pp. 18-29. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.05.003
- (Horváth et al., 2006): Horváth, B., Prileszky, I., Tóth, J. 2006. Rugalmas közlekedés I. – Általános jellemzők. *Városi közlekedés*, vol. 46, no. 4, pp. 215-220.
- (Katona et al., 2017): Katona, G., Juhász, J., Lénárt, B. 2017. Travel habit based multimodal route planning. *Transportation Research Procedia*, vol. 27, pp. 301-308. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.12.121
- (Kockelman et al., 2016): Kockelman, K.M., Bansal, P., Singh, A. 2016. Assessing Public Acceptance of and Interest in the New Vehicle Technologies: An Austin Perspective. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 67, pp. 1-14, 2016. DOI: 10.1016/j.trc.2016.01.019
- (Mátrai et al., 2016): Mátrai, T., Tóth, J., Horváth, M. 2016. Route planning based on urban mobility management. *Hungarian Journal of Industry and Chemistry*, vol. 44, no. 2, pp. 71-79. DOI: 10.1515/hjic-2016-0008
- (Mattoni et al., 2015): Mattoni, B., Gugliermetti, F., Bisegna, F. 2015. A Multilevel Method to Assess and Design the Renovation and Integration of Smart Cities. *Sustainable Cities and Society*, vol. 15, pp. 105–119. DOI: 10.1016/j.scs.2014.12.002
- (Monigl és Berki, 2010): Monigl, J., Berki, Zs. 2010. Korszerű közlekedéstervezési módszerek a városi térségi lét fenntarthatóságának érdekében. *Városi Közlekedés*, vol. 50, no. 4, pp. 205-219.
- (Nordhoff et al., 2016): Nordhoff, S., van Arem, B., Happee, R. 2016. Conceptual Model to Explain, Predict, and Improve User Acceptance of Driverless Podlike Vehicles. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 2602, pp. 60-67. DOI: 10.3141/2602-08
- (Ortúzar és Willumsen, 2011): Ortúzar, J. de D.; Willumsen, L.G. 2011. *Modelling Transport*. 4th edition. New York, USA, A John Wiley and Sons, Ltd. 2011., ISBN: 978-0-470-76039-0
- (Pribyl, 2015): Pribyl, O. 2015. Transportation, intelligent or smart? On the usage of entropy as an objective function. *Smart Cities Symposium Prague 2015, SCSP 2015*, Prague, Czech Republic. DOI: 10.1109/SCSP.2015.7181564
- (Rayle et al., 2016): Rayle, D., Dai, N., Chan, R., Cervero, R., Shaheen, S. 2016. Just a better taxi? A survey-based comparison of taxis, transit, and ridesourcing services in San Francisco. *Transport Policy*, vol 45, pp. 168-178. DOI: 10.1016/j.tranpol.2015.10.004
- (Sivilevičius és Maskeliūnaitė, 2010) Sivilevičius, H.; Maskeliūnaitė, L. 2010. The criteria for identifying the quality of passengers' transportation by railway and their ranking using AHP method. *Transport*, vol. 25, no. 4, pp. 368–381. DOI: 10.3846/transport.2010.46
- (Szalay et al., 2017): Szalay, Z., Nyerges, Á., Hamar, Z., Hesz, M. 2017. Technical Specification Methodology for an Automotive Proving Ground Dedicated to Connected and Automated Vehicles. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, vol. 45, no. 3, pp. 168-174. DOI: 10.3311/PPtr.10708

- (Tánczos és Török, 2012): Tánczos, K., Török, Á. 2012. Strategy Planning of Sustainable Urban Development. *Advances in Spatial Planning* (szerk.: Burian, J.), InTech, Zagreb, pp. 47-60. DOI: 10.5772/33597
- (Tettamanti et al., 2016): Tettamanti, T., Varga, I., Szalay, Z. 2016. Impacts of Autonomous Cars from a Traffic Engineering Perspective. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, vol. 44, no. 4, pp. 244–250. DOI: 10.3311/PPtr.9464
- (Utriainen és Pöllänen, 2018): Utriainen, R., Pöllänen, M. 2018. Review on mobility as a service in scientific publications. *Research in Transportation Business & Management*, megjelenés alatt. DOI: 10.1016/j.rtbm.2018.10.005
- (Van der Laan et al., 1997): Van Der Laan, J.D.; Heino, A.; De Waard, D. 1997. A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport telematics. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 5, pp. 1–10. DOI: 10.1016/S0968-090X(96)00025-3
- (Wang et al., 2015): Wang, C., Ouddus, M., Enoch, T., Ryley, T., Davison L. 2015. Exploring the propensity to travel by demand responsive transport in the rural area of Lincolnshire in England. *Studies on Transport Policy*, vol. 3 no. 2, pp. 129-136. DOI:10.1016/j.cstp.2014.12.006
- (Winter et al., 2016): Winter, K., Cats, O., Correia, G., van Arem, B. 2016. Designing an Automated Demand-Responsive Transport System: Fleet Size and Performance Analysis for the Case of a Campus-Train Station Service. *TRB 95th Annual Meeting Compendium of Papers*.

Tézisekhez kapcsolódó saját publikációk

Könyv (angolul):

- (Csiszár et al., 2019a): Csiszár, Cs., Csonka, B., Földes, D. 2019. Innovative Transportation Systems, Akadémia Kiadó, Budapest, elektronikus könyv, ISBN: 978 963 05 9941 2, DOI: 10.1556/9789630599412

Folyóiratcikkek (angolul):

- (Földes és Csiszár, 2015a): Földes, D., Csiszár, Cs. 2015. Route Plan Evaluation Method for Personalized Passenger Information Service. *Transport*, vol. 30, no. 3, pp. 273-285. DOI: 10.3846/16484142.2015.1086889 - **IF: 0,594**
- (Földes és Csiszár, 2015b): Földes, D., Csiszár, Cs. 2015. Smart Traveller of Future: Method for Personalisation of Routes. *Osterreichische Zeitschrift fur Verkehrswissenschaft*, vol. 62, no. 4, pp. 11-18.
- (Szigeti et al., 2017): Szigeti, Sz., Csiszár, Cs., Földes, D. 2017. Information Management of Demand-Responsive Mobility Service Based on Autonomous Vehicles. *Procedia Engineering*, vol. 187, pp. 483-491. DOI 10.1016/j.proeng.2017.04.404
- (Földes és Csiszár, 2018a): Földes, D., Csiszár, Cs. 2018. Personalised Information Services for Bikers. *International Journal of Applied Management Science*, vol. 10, no. 1, pp. 3-25. DOI: 10.1504/IJAMS.2018.10010961
- (Csiszár és Földes, 2018): Csiszár, Cs., Földes, D. 2018. System Model for Autonomous Road Freight Transportation. *Promet - Traffic&Transport*, vol. 30, no. 1, pp. 91-103. DOI: 10.7307/ptt.v30i1.2566 - **IF: 0,43**
- (Csiszár et al., 2019b) Csiszár, Cs., Földes, D., Tettamanti, T. 2019. Automation Levels of Mobility Services. *Journal of Urban Technology* (bírálat alatt)

Folyóiratcikkek (magyarul):

- (Földes és Csiszár, 2016a): Földes, D., Csiszár, Cs. 2016. Útvonal értékelő eljárás személyre szabott utastájékoztatáshoz. *Közlekedéstudományi Szemle*, vol. 66, no. 4, pp. 42-57.

(Csonka és Földes, 2019): Csonka, B., Földes, D. 2019. Az elektromobilitás és az autonóm járművekre épített mobilitási szolgáltatás tervezése és üzemeltetése. *Közlekedéstudományi Szemle*, vol. 69, no. 1, pp. 24-33. DOI: 10.24228/KTSZ.2019.1.3

(Csiszár et al., 2019c): Csiszár, Cs. Földes, D., Tettamanti T. 2019. Mobilitási szolgáltatások automatizálási szintjei. *Közlekedéstudományi Szemle* (megjelenés alatt)

Konferenciacikkek (angolul):

(Csiszár és Földes, 2015a): Csiszár, Cs., Földes, D. 2015. Analysis and Modelling Methods of Urban Integrated Information System of Transportation; *Smart Cities Symposium Prague SCSP2015*, 24-25 June, Prague, Czech Republic. DOI: 10.1109/SCSP.2015.7181574

(Csiszár és Földes, 2015b): Csiszár, Cs., Földes, D. 2015. Advanced Information Services for Cognitive Behaviour of Travellers. *6th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications*, 19-21 October, Győr, Hungary. DOI: 10.1109/CogInfoCom.2015.7390578

(Földes és Csiszár, 2016b): Földes, D., Csiszár, Cs. 2016. Passenger Handling Functions in Autonomous Public Transportation. *International Conference for Traffic and Transport Engineering*, pp. 533-540. 24-25 November, Beograd, Serbia. WOS: 000391016300075

(Földes és Csiszár, 2016c): Földes, D., Csiszár, Cs. 2016. Conception of Future Integrated Smart Mobility. *Smart Cities Symposium SCSP2016*, 26-27 May, Prague, Czech Republic. DOI: 10.1109/SCSP.2016.7501022

(Földes és Csiszár, 2018b): Földes, D., Csiszár, Cs. 2018. Framework for Planning the Mobility Service based on Autonomous Vehicles. *Smart Cities Symposium Prague SCSP2018*, 24-25 May, Prague, Czech Republic. DOI: 10.1109/SCSP.2018.8402651

(Földes és Csiszár, 2018c): Földes, D., Csiszár, Cs. 2018. Operational Model and Impacts of Mobility Service based on Autonomous Vehicles. *International Conference for Traffic and Transport Engineering*, 27-28 September, Beograd, Serbia

(Földes et al., 2018): Földes, D., Csiszár, Cs., Zarkeshev, A. 2018. User expectations towards mobility services based on autonomous vehicle. 8th International Scientific Conference CMDTUR2018, 4-5 October, Zilina, Slovakia

Konferenciacikkek (magyarul):

(Földes és Csiszár, 2016d): Földes, D., Csiszár, Cs. 2016. A kerékpározást támogató utazói információs szolgáltatások fejlesztése. *Közlekedéstudományi Konferencia*, pp. 52-65., március 24-25., Győr, Magyarország

(Földes és Csiszár, 2016e): Földes, D., Csiszár, Cs. 2016. Az autonóm városi személyközlekedés hatásai. *Innováció és fenntartható felszíni közlekedés IFFK2016*, augusztus 29-31., Budapest, Magyarország

(Csiszár és Földes, 2017): Csiszár, Cs., Földes, D. 2017. Autonóm járműveket is alkalmazó városi személyközlekedési rendszer modellje. *Közlekedéstudományi Konferencia*, pp. 401-411., március 30-31., Győr, Magyarország

(Földes és Csiszár, 2018d): Földes, D., Csiszár, Cs. 2018. Utazói elvárások az autonóm járműveket alkalmazó mobilitási szolgáltatásoknál. *Közlekedéstudományi Konferencia*, pp. 315-325., március 22-23., Győr, Magyarország

(Földes és Csiszár, 2019): Földes, D., Csiszár, Cs. 2019. Autonóm járműves mobilitási szolgáltatás üzemeltetési modellje. *Közlekedéstudományi Konferencia*, pp. 74-84., március 21-22, Győr, Magyarország