

Innovatív személyközlekedési rendszerek és mobilitási szolgáltatások

Dr. Csiszár Csaba

közlekedéstudomány PhD, egyetemi docens
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék
e-mail: csizar.csaba@mail.bme.hu

A közlekedés, valamint a gazdaság, a társadalom és a környezet kölcsönösen hatnak egymásra, amit a technológiai fejlődés befolyásol. A legújabb jármű- és információtechnológiai megoldások, valamint a fenntarthatósági elvárások olyan jelentős átalakulásokat eredményeznek, amelyek az utazói viselkedést is alapjaiban megváltoztatják. Az előadás összefoglalja a személyközlekedési rendszerrel, a helyváltoztatási módokkal és folyamatokkal kapcsolatos fogalmakat, szabályszerűségeket, technológiákat, alkalmazási területeket, fejlődési irányokat és fejlesztési lehetőségeket. Mivel a személyközlekedési rendszer egyre nagyobb mértékben automatizált speciális információs rendszerré alakul át, ezért az előadás vázolja a komplex információs rendszerek fejlesztését megalapozó modellezési módszereket, majd a modellek közlekedési alkalmazását. A leírtak a mobilitási „paletta” legkorszerűbb megoldásainak bemutatása és összehasonlítása mellett lehetővé teszi a reális jövőbeli lehetőségek megismerését is.

Kulcsszavak: innováció, személyközlekedés, rendszer, multimodalitás, integráció, helyváltoztatási láncok, mobilitási szolgáltatás, informatika, vázszerkezeti modell, funkcionális modell, adaptivitás, megosztott járműhasználat, elektromobilitás, autonóm járművek, okos utazó

DOI 10.24228/KTSZ.2019.1.2

1. BEVEZETÉS

Az emberek távolságok leküzdése iránti igénye folyamatosan növekszik. A személyközlekedés az emberi kapcsolatok térben-időbeni vetülete. Egyrészt alaprendszeri szinten a fajlagos helyváltoztatási teljesítmény, másrészt információs rendszeri szinten az egységnyi teljesítményhez tartozó kezelt információmennyiség növekszik. A személyközlekedési rendszerek (1. ábra) az életminőség javítását szolgálják; a legfontosabb célok a következők:

- a biztonságos forgalomlebonylítás,
- az erőforrásokkal (pl. terület, idő, energia) való takarékoskodás,
- a kedvezőtlen (káros) hatások mérséklése, kiküszöbölése.

A személyközlekedés, az elérhetőség, a területhasználát és a tevékenységek spirálszerűen hatnak egymásra és a kölcsönhatások egy adott szintű szolgáltatást eredményeznek. Míg a személyközlekedési rendszer biztosítja az emberek szabad áramlásának feltételeit, addig a közlekedési balesetek, az energiafo-

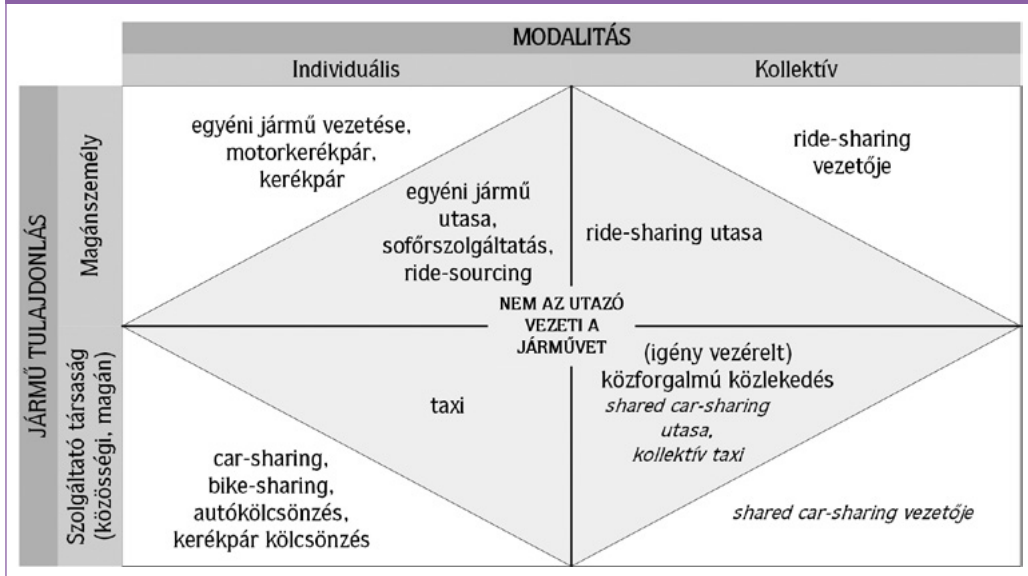
gyasztás, a légszennyezés, valamint a területfoglalás következtében a környezetre negatív hatnak.

A fenntartható mobilitás tartós, kiegyensúlyozott viszonyt jelent a környezet, a gazdaság és a közlekedési rendszer között. Ennek érdekében lényeges változtatások szükségesek olyan innovatív megoldások bevezetésével, amelyek biztosítják a rendszer rugalmas alkalmazkodóképességét.

2. A SZEMÉLYKÖZLEKEDÉSI RENDSZER ÁTALAKULÁSA

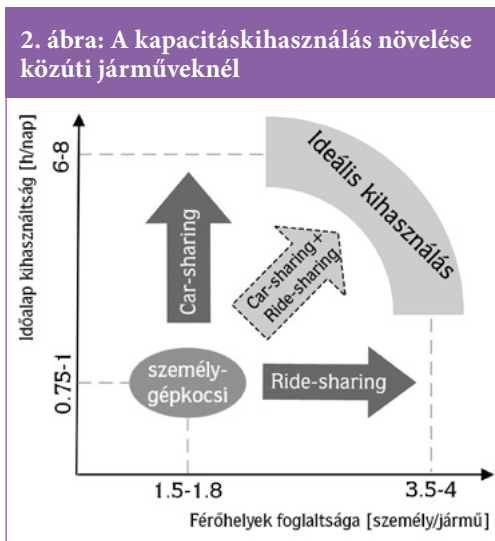
Az átalakulás jól jellemezhető a következő kifejezésekkel: alternatív meghajtás, automatizálás, integráció, helyváltoztatási láncok, megosztás, okos rendszerek és óriási adatbázisok (big data). A közlekedés egyre szabályozottabbá válik és az utazók egyre tudatosabban viselkednek. A jövő közlekedésével szemben követelmény az egyszerű kezelhetőség és hozzáférhetőség, ezért a rendszer egészét úgy kell kiépíteni, hogy viszonylag könnyen megfeleljen a társadalmi igényeknek. Az átalakulás egy meghatározó eleme, hogy a járműtulajdon-

1. ábra: A személyközlekedési módok csoportosítása



lásról áthelyeződik a hangsúly az információs szolgáltatásba „beágyazott”, megosztáson alapuló, magas színvonalú, személyreszabott, automatizált mobilitási szolgáltatásra [1].

A hatékonyságnövelés egyik legfontosabb területe a járművek és infrastruktúra elemek kapacitáskihasználtságának növelése; ami egyrészt a használati idő növelésével (pl. autómegosztás: car-sharing, parkolóhely megosztás: park-sharing), másrészt a férőhelykihasználás növelésével (pl. személyfuvarbörze: ride-sharing) érhető el (2. ábra).



Az igény alapú szolgáltatások csak konkrét utazási igény esetén jelennek meg, míg az igényvezérelt megoldások alkalmazkodnak az időben változó utazási keresletekhez (pl. kötetlen útvonal az egyedi szándékok szerint; illetve kötetlen útvonal ahol a kapacitást/követési időközt az aktuális igényeknek megfelelően alakítják). Az autonóm (önvezető) járművek megjelenésével ez utóbbi tendencia erősödik. Egyúttal terjednek a környezetet lokálisan nem károsító (pl. elektromos) meghajtások a közlekedés decarbonizációjának elősegítése érdekében.

A legjelentősebb változás előtt a közúti közlekedés áll, amely jelenleg a leginkább individuális alágazat. Itt hasonló jellegű szabályozottság bekövetkezése várható, mint az informatikai fejlődésben előbbre járó légi és vasúti alágazat esetén.

Az átalakulást befolyásoló legfontosabb tényezők:

- a társadalmi jellemzők változása (pl. életvitel),
- a technológiai fejlődés (üteme gyorsul, változása nehezen előrejelezhető; az új technológiát másként kell tervezni, üzemeltetni, használni),
- a természeti környezet változása (pl. klímaváltozás).

Az átalakulás legfontosabb jellemzői, következményei [1]:

- automatizálás: a humán összetevők (pl. a közlekedésben foglalkoztatottak, utazók) számának, tevékenységének, viselkedésének megváltozása,
- integráció: az egyre kiterjedtebb kapcsolatok (hálózatok) következményeként a működés összehangolása lokális és globális célfüggvények mentén (pl. szolgáltatások integrációja),
- az utazói igények, elvárások fokozottabb megismerése, előrebecslése, a döntések befolyásolása,
- a közlekedési kapacitáskihasználás fokozása extenzív és intenzív módszerekkel (pl. az igények és a kapacitások közel valósidejű összerendezésével),
- a közlekedési rendszer dinamikus jellegének fokozódása (pl. a tervezési és az operatív üzemirányítási feladatok időbeli „közeledése” igényvezérelt szolgáltatásoknál),
- az erőforrásokkal (pl. energia) való hatékonyabb gazdálkodás a dinamikus egyensúly elérése érdekében,
- az átszállási pontok (intermodális csomópontok, okos megállóhelyek, stb.) szerepének felértékelődése; ezeken a pontokon az utazó fizikai és mentális komfortjának növelése változatos szolgáltatásokkal.

A fejlett közlekedési rendszerben a komponensek (pl. jármű, infrastruktúra, utazó, mobilitás menedzsment központ) intelligenciával rendelkeznek és együttműködnek. Az intelligencia műszaki értelemben olyan eljárások összessége, amelyek leképezik a tudást és a döntéshozatali mechanizmust. A személy-

közlekedési rendszer egy olyan speciális információs rendszer, ahol az elemek jelentős része – pl. járművek, utazók – mozgási képességekkel rendelkeznek, gyakran változtatják helyzetüket és eközben újszerű helyzetekkel találkozhatnak.

Az átalakulás számos jellemzője közül az információs integráció és annak az utazóra gyakorolt hatása meghatározó jelentőségű. A továbbiak a kapcsolódó kutatási eredményekről adnak részleges áttekintést.

3. A MOBILITÁS, MINT SZOLGÁLTATÁS ALAPELVE, MEGVALÓSÍTÁSA

A mobilitás, mint szolgáltatás (Mobility as a Service - MaaS) egy adatalapú, utazóra fókuszáló, integrált szolgáltatás, amely a közlekedési módok széles palettáját összekapcsolt formában kínálja az utazói elégedettség fokozása érdekében. Ily módon a közösségi és az egyéni közlekedési szolgáltatók (szereplők) közötti együttműködés is elősegíthető. Az utaskezelési funkciók (pl. multimodális utazás tervezés, navigáció, helyfoglalás, fizetés, utaskapcsolat, visszajelzések, panaszkezelés, kártérítés) jelentős része a teljes helyváltoztatásra vonatkozóan elvégezhető egy közös felületen, többnyire okos telefonon.

A helyváltoztatás során az utazó számára az alrendszeri elkülönülés hátrányos. A multimodális működés, azaz a helyváltoztatási láncok képzésének célja:

- a személyközlekedési választék bővítése,
- a közlekedési módok parciális előnyeinek egyesítése és
- az alrendszerek összekapcsolása.

A közlekedési módok kombinációját - beleértve az egyéni közlekedést -, úgy szükséges kialakítani, hogy az az egyéni közlekedéshez hasonló mobilitási lehetőséget és színvonalat biztosítson a teljes helyváltoztatás során. Az utasáramlást, mint rendezőelvet követve, azon helyszínek kiemelt fontosságúak, ahol az utasáram a teljes rendszerbe belép, vagy az alrendszeri határokat átlépi. A mobilitási szol-

gáltatás minőségét – az egyes közlekedési módok minőségi jellemzői mellett – nagymértékben befolyásolja az intermodális csomópontok kialakítása (pl. gyaloglási távolság) és az ottani szolgáltatás minősége (pl. tájékoztatás) [2]. A helyváltoztatási lánc megszervezésének és működtetésének alapfeltétele a mobilitási és az infrastruktúra szolgáltatók, valamint azok irányító központjainak (üzemirányítás, forgalomirányítás) együttműködése. Az integrált mobilitási szolgáltatások hatékony működtetése a közlekedéspolitikai és intézményrendszeri feltételek megléte esetén lehetséges. A fejlesztésnek tehát a műszaki, a gazdasági és a jogi síkon együttesen kell megvalósulni, az előfeltételek megteremtésével.

A MaaS az egyéni autóközlekedés háztól házig terjedő alternatívája; a járműtulajdonlással szemben a járműhasználatot helyezi előtérbe. Az utazó mobilitási csomagokat vásárol; meg tudja határozni, hogy milyen szolgáltatás típusokat (pl.: közforgalmú közlekedés, bike-sharing, car-sharing, stb.) és milyen arányban kíván használni. Egyes megoldásoknál a díjszámítás utólag történik, a tényleges használat függvényében. Ebben az esetben a felhasználó jogokat vásárol az adott mód használatához, a konkrét utazásszám vagy távolság megadása nélkül.

A MaaS koncepcióban alapvető fontosságú a tényleges utazási igények figyelembevétele (a helyfoglalás) az igények és a kapacitások összehangolása céljából. Ennek érdekében változó díjtételeket, mint szabályozóeszközt, alkalmaznak. Az előfoglalás (változatos feltételekkel és időintervallumokkal) azonban az utazó számára - különösen városi környezetben - egy újabb műveletet jelent(het). Az utazás így kényelmesebbé és személyre szabottá tehető, azonban nagyobb mértékű előkészület is igényel. A MaaS operátor a gyűjtött adatok alapján többféle szempont alapján elemzi az utazási szokásokat és ennek megfelelően rendel meg a szükséges kapacitásokat.

A szereplők között kétszintű a szerződés-kötés. Egyrészt az utazók és a MaaS operátor között a mobilitási csomag megvásárlásakor jön létre szerződés. Másrészt a MaaS ope-

3. ábra: Mobilitás, mint szolgáltatás működési modellje



rátor megvásárolja a közlekedési operátoroktól a szolgáltatást, amit továbbértékesít az utazóknak. A minőségi szempontokat és azok teljesítési feltételeit a MaaS operátor és a közlekedési társaságok közötti szerződések szabályozzák (bonus-malus rendszer). A MaaS operátor a teljes helyváltoztatási láncért „felelős” különös tekintettel az átszállások biztosítására (3. ábra). A MaaS operátori feladatokat változatos szervezeti formákban lehet megvalósítani (pl. közlekedésszervező társaság, közlekedési szövetség, egy vagy több közforgalmú közlekedési társaság, közösségi-magán együttműködésben létrehozott társaság, magántársaság).

A mobilitás menedzsment kiterjedhet:

- a helyváltoztatási igények térbeli és időbeli jellemzőihez illesztett utazási láncok tervezésére,
- vagy tágabb megközelítés szerint az anyagi és szellemi javak iránti szükségletek kielégítéséhez tartozó helyszínek és időpontok megválasztására is.

Az utóbbi (jelenleg még utópisztikusnak tűnő) esetben az egyes helyszínek aktuális közlekedési elérhetőségének, valamint az ottani anyagi, szellemi javak és szolgáltatások dinamikus jellemzőinek együttes figyelembevételével történik a választás. Az utasok által felkeresendő objektumok aktuális hasznossági értékei az objektumok kínálata, térbeli helyzete, a személyközlekedési kínálat és az

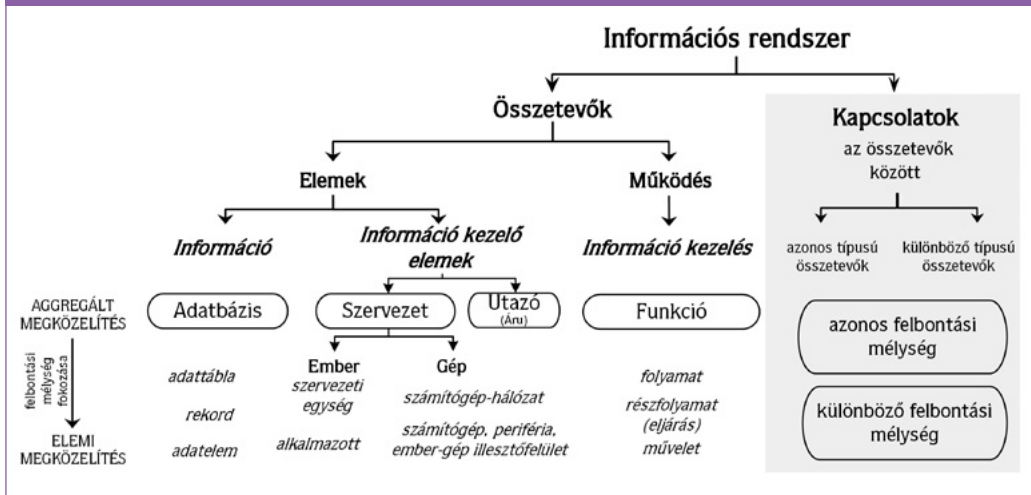
utas személyes igényei szerint határozhatók meg. A megváltozó utazói szokások alapján értékelhető a mobilitásmenedzsment eredményessége.

4. AZ INFORMÁCIÓ FELÉRTÉKE-LŐDÉSE

Az adatgyűjtési technológia fejlődésének következtében jelentősen megnőtt az (automatikus) adatforrások száma és a kezelendő adatmennyiség. Alapvető kérdés: hogyan lehet a nagy mennyiségű, változatos formátumú, információtartalmú és megbízhatóságú adatot felhasználni a személyközlekedési folyamatok hatékony tervezése és lebonyolítása során, különböző célok megvalósítása érdekében.

A közlekedési informatika az információk rendszerszintű kezelésével összefüggő ismeretek összessége; fogalma és tárgyköre a múlt század második felétől kezdődően alakult ki és azóta is folyamatosan, egyre gyorsuló ütemben fejlődik. Az informatika egyrészt a hálózat síkjában képes az összetevőket egymással kapcsolatba hozni (horizontális integráció), másrészt a közlekedési szervezetekben biztosítja az egyes tevékenységek és vezetési szintek információellátását és ezáltal az összehangolt működést (vertikális integráció). A komplex rendszerek elemzéséhez és modellezéséhez többféle módszer használható a felhasználási céloknak megfelelően. Az új módszerek kidolgozásánál a rendszer- és a folyamatszemszerű megközelítés került alkalmazásra.

4. ábra: Információs rendszerek elemzése, modellezése



Az információs rendszerek a szerkezetük és a működésük szerint, különböző felbontási mélység mellett elemezhetők és modellezhetők (4. ábra). A legfontosabb összetevő típusok a következők:

- információ (adat, adatbázis),
- információkezelési funkciók,
- információkezelő alrendszerek vagy elemek (ideértve az emberi és a gépi összetevőket is).

Az összetevők között általában több-több típusú logikai és/vagy fizikai kapcsolat azonosítható. Az adatátviteli kapcsolat- többek között - a következő szempontok szerint jellemezhető: irányultság, adatmennyiség, helyesség, megbízhatóság, gyakoriság, időtartam, kommunikációs technológia. Az elemzés és a modellezés aggregált vagy elemi megközelítésben végezhető el; ez utóbbi esetben a felbontás addig fokozható, míg az elemekig nem jutunk. Az elemi megközelítés a meglévő és új rendszerek értékelésekor és tervezésekor elengedhetetlen.

A személyközlekedési rendszerben a hálózatok, mint alrendszerek kapcsolódnak. Ezek közül a legfontosabbak: a közlekedési hálózatok, az energiaellátó hálózatok és a telematikai hálózatok. Egyrészt a hálózatok szerkezeti felépítése illeszkedhet egymáshoz,

másrészt a működési folyamatok is szorosan összefüggnek. Amíg a közlekedési hálózaton a személyek áramlásának tervezése, szervezése és lebonyolítása a feladat, addig az energiahálózatban az energia előállítását, áramlását, rendelkezésre bocsátását és felhasználását kell illeszteni a közlekedési igényekhez, figyelembe véve számos korlátozó tényezőt (pl. az energiatételezési pontok kapacitása). Mindehhez társul az információs rendszer, amelyben a többi alrendszer valamennyi összetevőjét és folyamatát leíró információk kezelését kell megoldani. Az adatátviteli rendszerek teljesítőképességének fejlődése lehetővé teszi a közlekedési rendszerek bizonyos tehermentesítését, hiszen számos tevékenység, amely korábban fizikai helyváltotatást igényelt, elvégezhető a telematikai rendszereken keresztül (táv munka, távoktatás, vásárlás, ügyintézés stb.).

Az információkezelést a „nyersanyag”, azaz az információk mennyisége és a „mégmunkálás”, azaz az információkezelési műveletek intenzitása jól jellemzik. Egyrészt az utazási igényeket és a kínálatot leíró információk mennyisége növekszik, másrészt a tervezési és az üzemeltetési tevékenységeknek a ciklusideje rövidül, azaz az információkezelés egyre intenzívebbé válik. Az információk mennyisége az információforrások számától

és az információk „felbontási mélységétől” függ. Az információkezelés intenzitását az adatgyűjtés gyakorisága (idő- vagy eseményvezérelt „mintavételezés”) és az információfeldolgozási folyamat jellege (pl. a kereslet-kínálat összerendezésének összetettsége) befolyásolja.

Az információ értéke az információ megszerzése után választott szituáció hasznossága és a megelőző szituáció hasznosságának különbsége (pl. időmegtakarítás, üzemanyag megtakarítás, stb.), levonva az információ előállításának a költségét. Az információk hasznosságát az is befolyásolja, hogy ismert-e valamennyi (pl. utazási) alternatíva és hogy az alternatívákhoz tartozó valamennyi információt figyelembe vették-e?

A jövőben a kereslettel kapcsolatos információkezelés gyorsabb ütemben fejlődik, mint a kínálattal összefüggő, mivel a mobilitási szolgáltatók igyekeznek feltárni az utazók viselkedési, mód- és eszközválasztási szokásainak jellemzőit és főbb összefüggéseit azok befolyásolásának céljából. Nemcsak a tervezett és az aktuális jellemzőket veszik figyelembe az üzemeltetés során, hanem a rövid távon előrebecsült jellemzőket is, a szolgáltatás minőségének fokozása érdekében. Ez különösen fontos az igényalapú szolgáltatások esetében, ahol a rövid kiállási idő (az igénybejelentés és a jármű megérkezése közötti idő) a járművek várható igények valószínűsége szerinti újraelosztásával biztosítható. Összességében, a személyközlekedés egyre inkább adaptív rendszerre alakul át, miközben az információ felértékelődik.

5. AZ OKOS UTAZÓ

Az embert a kommunikáció és a tanulási képességek tették az élővilág legfejlettebb lényévé. Az agy információtároló és -feldolgozó, valamint tanulási képességgel rendelkezik. Míg az agyi teljesítmény lassabb ütemben – több évezredes fejlődés során – érte el jelenlegi szintjét, addig a telematika területén az utóbbi alig néhány évtizedben nagyságrendekkel nőtt a hardver eszközök és hálózatok tároló, feldolgozó és kommunikációs képessége. Az

emberek által kezelendő információk mennyisége már lényegesen meghaladja az emberi agy lehetőségeit. A gépi tanulás az a mechanizmus, amely képes lépést tartani az exponenciális technológiai fejlődéssel és segíteni az embert a megértésben. Ezért –, valamint kényelmi és biztonsági szempontok miatt is - szükséges az „agyon kívüli” tároló és feldolgozó eszközök (számítógépek) alkalmazása az ún. okos rendszerekben.

A személyközlekedésben nagyon sok elem (jármű, személy, stb.) működik együtt, amelyeknek nagyon sok, a „működést” befolyásoló jellemzője van. Ezek az elemek fizikailag közel kerülnek vagy kapcsolódnak egymáshoz, majd elválnak (pl. utas-jármű, jármű-jármű kapcsolatok). A (potenciális) konfliktushelyzetek kezelését és a fizikai kapcsolatok kialakítását az elemekre vonatkozó információk kezelése támogatja. Mivel a lehetséges állapotok száma rendkívül nagy, ezért szükséges a tanulási képesség. Ebből kifolyólag az okos rendszerek gyorsan terjednek a személyközlekedésben is [3].

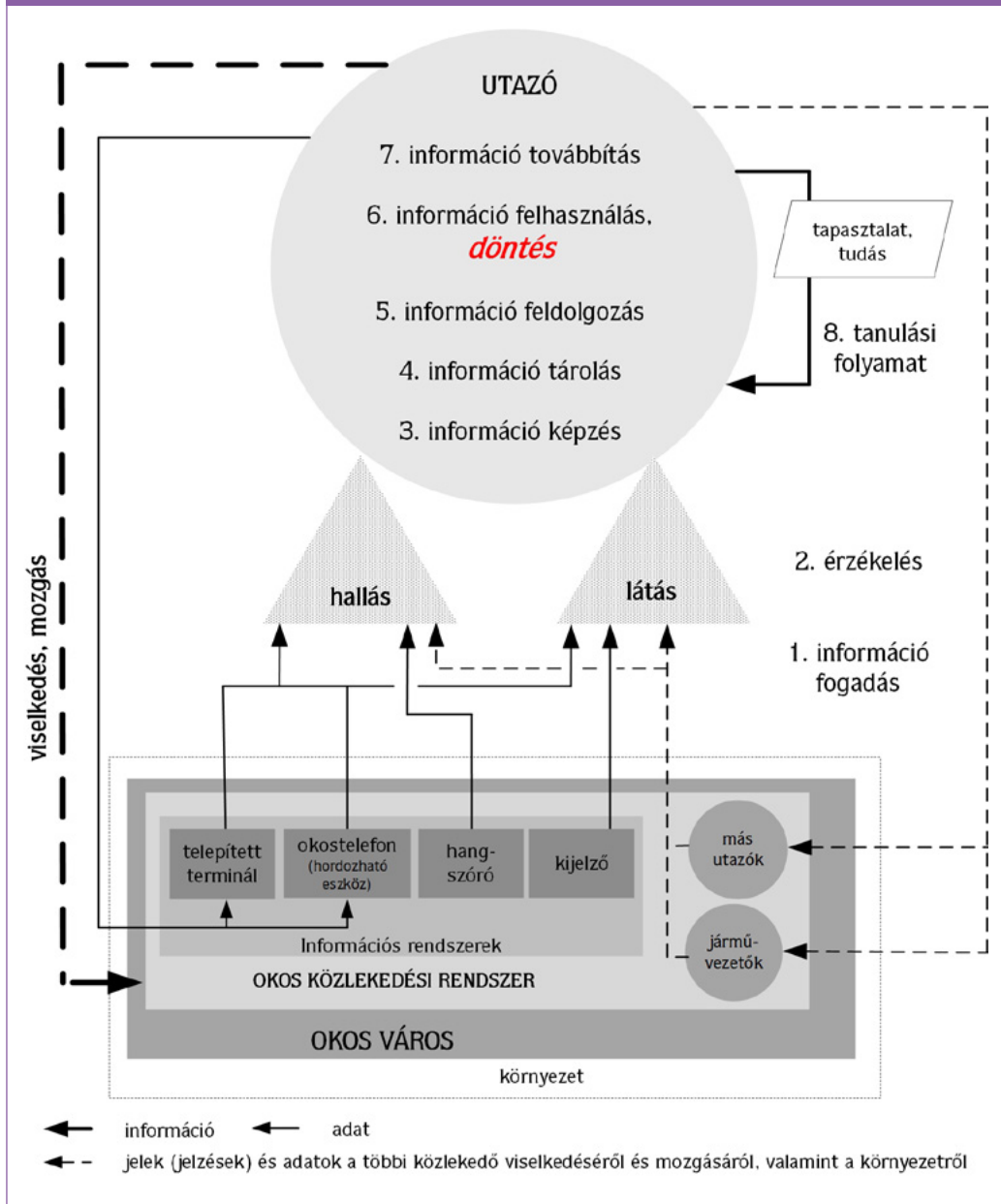
Az utazói viselkedés és döntések megismerése azért alapvetően fontos, mert ezek befolyásolják a közlekedés iránti keresletet. A közlekedésszervezés akkor lehet igazán hatékony, ha mind a közlekedési rendszerben, mind pedig az utazói viselkedésben bekövetkező változásokat ismerjük, illetve előre tudjuk azokat jelezni. A viselkedés két, egymással összefüggő részre bontható:

- az információkezelés és
- a mozgási műveletek.

A mozgás egyik legfontosabb tulajdonsága, a motiváció.

Az okos utazó olyan „ágensnek” tekinthető, aki egy multiágens környezetben „működik”. Az ágensek együtt vagy egymástól függetlenül, netalán egymás ellenében hajtanak végre műveleteket. Gyakran szükséges a konfliktusok feloldása és a működés összehangolása. Az okos utazó nagymértékben hagyatkozik a hordozható eszköze által közölt információkra; a legkedvezőbb utazási lehetőségek kiválasztása

5. ábra: Utazók információkezelése



céljából fejlett információs szolgáltatásokat használ az utazás előtt, közben és után [4]. Különböző típusú, eltérő időbeli kihatású döntéseket hoz a rendelkezésre álló információk (pl. a szolgáltatás és az utazása aktuális jellem-

zői) és a tapasztalata alapján. Az utazó egyrészt az információs szolgáltatások használója, másfelől forrása (5. ábra). A saját adatok megosztása személyre szabott kedvezményekkel elősegíthető.

Az okos utazó fogalom lefedi a gyalogost, a kerékpárost, az utast és az egyéni gépjárművezetőt. Ezekhez az utazói „szerepkörök-höz” eltérő információkezelési jellemzők (pl. gép által közölt információk aránya; a többi utazó viselkedéséből levezethető információk jelentősége; tanulási, helyzetfelismerési képesség jelentősége) tartoznak. Várhatóan a jövőben a gépek nagyobb arányban támogatják az utazói információkezelést, így is fokozva a kényelmet; azonban a gépek használatára fel kell készíteni az utazókat. A gépi és a humán összetevőkön belüli információkezelési műveletek logikája hasonló; különösen fontos a kétféle elemtípus közötti illesztés és az információátvitel, amit jelentősen befolyásol a végberendezések funkcionalitása, kialakítása. A számítógép erőssége: gyorsan, precízen „számol”, míg az ember erőssége: gondolkodik, érez. Az utazás közbeni viselkedés nem teljesen ismétlődő, de nem is teljes mértékben változó. A döntésekben az érzelmi tényezőknek nagy szerepe van, amely nehézségeket okoz a közlekedési igények modellezése során. A nem mérhető és számszerűsíthető tényezők - például a hangulat, szokások - különösen a rövid távú utazásoknál meghatározók.

Az utazói viselkedés megismerését és előrebecslését tanuló rendszerek segítik. Például tanuló eljárásokkal megismerhető az utazó preferált utazási módja, viszonylata, átszállási helye, stb. Így az információs szolgáltatásoknál a személyreszabást lehetővé tevő beállítási műveletek száma csökkenthető. A felhasználó folyamatos nyomon követésével számos funkció automatizálható (helyfüggő push-üzenetek, fizetés, stb.), valamint az átszállási folyamatok is könnyebben kezelhetők [5]. Például ismerve az utazó választott utazási láncát, az átszállás biztosításhoz szükséges információk automatikusan elküldhetők az érintett irányító központba vagy a járműhöz az utazó aktuális pozíciója szerint. A tanuló rendszerek nem csak az utazóknál, hanem a diszpécserek támogatásánál (kiváltásánál) is alkalmazhatók az adott forgalmi helyzetben megfelelő döntések támogatása/meghozatala érdekében, illetve a lehetséges következmények előrebecslésénél.

6. ÖSSZEZGÉS

A közlekedéstudomány feladata, hogy az eddigi ismereteink és a jelenleg megfigyelhető tendenciák alapján reálisan előrevetítse a jövőbeli megoldásokat annak érdekében, hogy a változásokra proaktív módon fel lehessen készülni, és a jelenlegi intézkedések ebből levezethetők legyenek. Megfigyelhető, hogy a gyors technológiai fejlődéssel a tudásbázis bővítése csak mérsékelten képes lépést tartani. Ennek következtében a tudományos kutatás, az eredmények gyakorlati adaptálása, valamint a társadalmasítás még nagyobb jelentőségű, mint korábban. Mindez a közlekedési rendszerekre és szolgáltatásokra vonatkozó alapelvek újragondolását igényli, amelynek során megváltozott körülmények között a szerkezetre (kapcsolatokra) és a működésre vonatkozó bonyolult összefüggések feltárása, megértése és alkalmazása szükséges. Ezekre a kihívásokra a tudomány oldaláról átfogó, rendszerszemléletű elvekkel és ezeknek megfelelő módszerekkel adhatók megfelelő válaszok. Az előzőekből olyan elméleti struktúrák ismerhetők meg, amelyek megfelelő alapot biztosítanak a komplex rendszerek hosszú távú fejlesztéséhez, ugyanakkor kellően rugalmasak az újabb technológiai megoldások beillesztéséhez.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Csiszár, Cs., Csonka, B., Földes, D. (2019) *Innovative Passenger Transportation Systems* könyv, Akadémiai Kiadó, Budapest, ISBN 978 963 059 941 2
- [2] Grotenhuis, J-W., Wiegman, B. W., Rietveld, P. (2007) The desired quality of integrated multimodal travel information in public transport: customer needs for time and effort savings. *Transport Policy*. Vol.14. pp. 27–38. DOI: <http://doi.org/d7tkz9>
- [3] Földes, D., Csiszár, Cs. (2016) Conception of Future Integrated Smart Mobility. *Smart Cities Symposium*, 26-27 May, Prague, Czech Republic, pp. 29-35. DOI: <http://doi.org/cxk2>
- [4] Watkins, K. E., Ferris, B., Borning, A., Rutherford, G. S., Layton, D. (2011) Where is my bus? Impact of mobile real-time information on the perceived and actual

wait time of transit riders, Transportation Research Part A: Policy and Practice. Vol. 45. No. 8. pp. 839–848. DOI: <http://doi.org/fg4qvp>

- [5] Dohmen, C. (2017) Evolution of passenger information in public transport to bi-

directional communication gives access to new data sources. International Conference on Intelligent Transport Systems in Theory and Practice, mobil.TUM 2017, 4-5 July, Munich, Germany.



Innovative passenger transportation systems and mobility services

The technology development affects the interaction between the transport, economics, society and environment. The novel solutions in the field of vehicle and infocommunication technologies, and the sustainability requirements effect significant alteration that fundamentally influences the traveller behaviour. The presentation summarizes the definitions, regularities, technologies, application fields and directions, and opportunities in developments related to the passenger transportation system, travel modes and processes. Since the passenger transportation system is transforming into a special more and more automated information system, the fundamental modelling methods of complex information systems, and the transport related applications of the models are described. Beside the interpretation and the comparison of the novel components of the mobility palette, the forecasting of potential upcoming solutions is also possible. The presentation is based on a purposeful and continuous scientific research.



Innovative Personenverkehrssysteme und Mobilitätsdienstleistungen

Die Entwicklung neuer Technologien beeinflusst die Interaktion zwischen Verkehr, Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt. Die neuesten Lösungen im Bereich der Fahrzeug- und Informationstechnologie sowie Nachhaltigkeitsanforderungen führen zu bedeutsamen Wechselwirkungen, die auch das Verhalten der Reisenden grundlegend verändern. Dieser Vortrag fasst die Definitionen, die Regelmäßigkeiten, die Technologien, die Anwendungsbereiche sowie die Entwicklungsrichtungen und -möglichkeiten im Bezug auf Personenverkehrssysteme, Mobilitätsarten und Prozesse zusammen. Durch den zunehmenden Wandel von Personenverkehrssystemen hin zu automatisieren Informationssystemen, werden grundlegende Modellierungsmethoden für komplexe Informationssysteme sowie deren Anwendungen im Verkehrswesen vorgestellt. Neben Vergleichen und Interpretationen für neue Mobilitätskomponenten, sind dadurch ebenfalls Prognosen über deren Potenzial möglich. Die Erstellung dieses Vortrages war aufgrund von kontinuierlicher und zielgerichteter Forschungsarbeit möglich.

E számunk lektorai

Dr. Tánczos Lászlóné ■ Dr. Timár András