

Döntésmodellezés a közúti közlekedési módválasztásban

Cikkünkben a közúti közlekedési módválasztást mint racionális döntési folyamatot szeretnénk modellezni, különös tekintettel a gépjárműforgalom károsanyag-kibocsátására. Munkánkban elsősorban arra törekedtünk, hogy bemutassuk a klasszikus közgazdasági megközelítés logikáját, a közlekedő választását. Erre különösen alkalmas a diszkrét döntési modellek családja. Cikkünkben csak a neoklasszikus közgazdaságtanból jól ismert hasznosság alapú diszkrét modellekkel foglalkozunk, mert a közlekedési módválasztás és környezetterhelés problematikáját ez tárja fel megfelelően.

A modellben a lehetőségekhez egyértelműen hasznosságokat rendelünk, és azt feltételezzük, hogy a döntéshozó mindig a számára legnagyobb hasznosságú döntést hozza meg.

A hasznosságfüggvénybe szinte bármilyen paraméter implementálható, ám gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából az eljutási időt, az utazási költséget és a környezetterhelést vettük alapul.

BEVEZETÉS

A közúti közlekedési igények vizsgálata egyre fontosabbá vált az elmúlt 25 évben. A modell segítségével a komplex valóságos rendszerek könnyebben érthetőek meg. A cikk célja, hogy az emberi viselkedést modellezze a közlekedési módválasztás szempontjából. A rendszer összetettsége miatt egyszerűsítésekre van szükség, melyek elengedhetetlenek, hogy a modellünk működjön. Különböző problémák megoldásához a valóság modellben történő ábrázolására van szükség. A modell a valóság leegyszerűsített képe, hiszen a tények komplex összefüggésit csak úgy tudjuk áttekinteni és megérteni, ha megfelelő módon leegyszerűsítjük azokat. A fizikai modell a valóság olyan részletének leegyszerűsített, konkrét ábrázolása, amely a vizsgálat számára lényeges szempontokat a valóságnak megfelelően tartalmazza [1]. Egy adott modell számos feltételezést tartalmaz, melyekkel pontosan tisztában kell lennünk, amikor előrejelzést, szabályozást vagy optimalizálást végzünk a modellen. Ahhoz, hogy megfigyelhesük, hogy egyének miként hoznak döntéseket, néhány speciális feltételezéssel kell élnünk:

1. **döntéshozó:** a döntést hozó egyén, vagy valamilyen közös tulajdonság alapján vett csoportosulás (ilyenkor a csoport más tulajdonságait figyelmen kívül hagyjuk);
2. **a lehetőségek:** azon feltételezések, amelyek a döntéshozó számára elérhető választási lehetőségek;
3. **jellemzők:** azon feltételezések, melyek meghatározzák minden választási lehetőségre a döntést befolyásoló tényezőket és melyeket döntéshozó figyelembe vesz a döntésénél;
4. **döntési szabály:** azon feltételezések, melyek leírják a döntési mechanizmus karakterisztikáit.

Egy döntés modellezésénél vizsgálnunk kell, hogy milyen választási lehetőséget választott a döntéshozó és azt is vizsgálni kell, hogy melyiket nem választotta. Jelen cikkben, a közlekedési módválasztásból adódóan, a közlekedési módválasztási modellek közül a diszkrét választási modelleket vizsgáljuk meg.

DISZKRÉT DÖNTÉSI MODELLEK

Diszkrét döntési modellnél felírható a választási lehetőségek véges sokasága. Következő lépésben fel kell tárni a választási lehetőségek körét. A lehetőségek két csoportra bonthatóak: általános választási lehetőségekre és a redukált lehetőségek tárára. Az általános lehetőségek csoportja az összes lehetséges választást tartalmazza, amíg a redukált lehetőségek csak a döntéshozó számára elérhető lehetőségeket tartalmazza. Itt kell megjegyezni, hogy egyes közlekedési módválasztási esetekben külön megfigyelést tenne indokoltá az, hogy egyes közlekedési alágazatok miért nem kerülnek bele a redukált lehetőségek halmazába (pl.: nincs gépjárművezetői engedélye és ezért nem szerepel a közlekedési módok között az egyéni gépjármű-közlekedés, vagy információhiány miatt nem használja a közösségi közlekedést). A redukált döntési lehetőségek részhalmaza igen gyakran valódi részhalmaza az általános döntési lehetőségeknek.

A vizsgálatkor azonosítani kell azon jellemzőket, melyek befolyásolják a döntéshozót döntése meghozásában. Minden választási lehetőséget értékelnünk kell a jellemzők alapján. Ezek lehetnek közlekedés esetén az utazási vagy az eljutási idő, a kényelem és az egyéni költségek. A vizsgálat alapját adó jellemzők egyaránt lehetnek kvantitatívak és kvalitatívak. Jellemző, hogy nem csak megfigyelhető direkt ismérv lehet, hanem annak valamilyen függvénykapcsolata (pl.: az utazási idő helyett annak logaritmus vagy az egyéni költségek helyett az egyéni jövedelem és költség hányadosa szerepelhet) [2].

Miután megvizsgáltuk a döntési jellemzőket és a választási lehetőségeket, vizsgáljuk meg a döntési mechanizmust leíró karakterisztikákat is. A módválasztásokat leíró karakterisztikákat csoportokra szokták bontani a közös matematikai modell alapján. Cikkünkben a továbbiakban csak a neoklasszikus közgazdaságtanból jól ismert hasznosság alapú diszkrét modellekkel foglalkozunk, mert a közlekedési módválasztást ez írja le megfelelően. A modellben a lehetőségekhez egyértelműen hasznosságokat rendelünk, és azt feltételezzük, hogy a döntéshozó mindig a számára legnagyobb hasznosságú döntést hozza meg. Ez a feltételezésünk korlátozza a modell gyakorlati használhatóságát, habár az emberi elme és viselkedés összetettsége indokolná a bizonytalanság vagy hiba kezelését, a szigorúan csak hasznosság alapú modell mégsem foglalkozik ezzel. A döntésho-

zót a hasznosságmaximalizáción túl számos elem: a szokások, a kultúra és társadalmi intézmények mellett egyéni kognitív képességei motivációi is befolyásolják. [3] Más hasznosság alapú, de bővített modellekben a bizonytalanságot hibataggal vagy súlyozó tényezőkkel próbálják korrigálni.

$$(1) U_i = \Omega_i + \varepsilon_i,$$

ahol U_i : az i . közlekedési mód hasznossága

Ω_i : az i . közlekedési mód megfigyelhető hasznossága

ε_i : az i . közlekedési mód nem megfigyelhető hasznossága vagy hibatag

$$(2) U_i = \sum_{j=1}^n (w_j f_j),$$

ahol w_j : a j . döntési jellemző súlya

f_j : a j . döntési jellemző

A NESTED LOGIT DISZKRÉT DÖNTÉSI MODELL KÖZLEKEDÉSI ALKALMAZÁSA

A modell alapvetően a hasznosság alapú modellek családjába tartozik. Alapvetése, hogy a döntéshozó a számára legkedvezőbb, legnagyobb hasznosságú közlekedési módot választja. A modell alapján annak valószínűsége, hogy a döntéshozó i . lehetőséget választja J lehetőség közül az alábbi módon írható le:

$$(3) p_i = \frac{e^{u_i}}{\sum_{j \in J} e^{u_j}}$$

Ebben az értelemben a hasznosság a módválasztás teljes költségét próbálja jelteni, ami persze a kettő közötti fordított arányosságon alapul. Az alább bemutatott eljárás csak a hasznosság kifejtésében tér el az eddig ismertetettől, mert olyan elemet is tartalmaz, amelynek költségesítése eddig csak nehezen volt megoldható.

A BINÁRIS NESTED LOGIT DÖNTÉSI MODELL ALKALMAZÁSA [4]

A közlekedési módválasztásnál a Nested Logit modell tovább egyszerűsíthető, hiszen halmazképzéssel a Bináris Nested Logit modell képezhető belőle (1. ábra).

Ekkor az összefüggés 2 tagúvá egyszerűsödik:

$$(4) P_1 = \frac{e^{u_1}}{e^{u_1+u_2}}; P_2 = 1 - P_1$$

A HASZNOSSÁG MEGHATÁROZÁSA

A modellben igen nagy szerepe van a hasznoosságnak, ezért meghatározását az alábbiakban mutatjuk be. A hasznoosság függvényébe szinte bármilyen paraméter figyelembe vehető, ám gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából az eljutási időt, az utazási költséget és a környezetterhelést vettük alapul.

$$(5) U_i = w_l \frac{1}{C_i} + w_k \frac{1}{T_i} + w_l \frac{1}{L_i},$$

ahol U_i : az i . közlekedési mód hasznoossága

w_x : a súlytényező

C_i : az i . közlekedési mód utazási költsége

T_i : az i . közlekedési mód utazási ideje

L_i : az i . közlekedési mód légszennyezése

Bizonyos esetekben az emberek hasznoosságuk elvesztése ellenére is ragaszkodnak döntésükhöz, régi, jól bevált szokásukhoz. Ennek modellezésére vezessük be a közlekedési módok specifikus konstansát (ASC). Ekkor a hasznoosság felírható:

$$(6) U_i = w_l \frac{1}{C_i} + w_k \frac{1}{T_i} + \frac{1}{L_i} + ASC,$$

ahol ASC_i : az i . közlekedési mód specifikus konstans

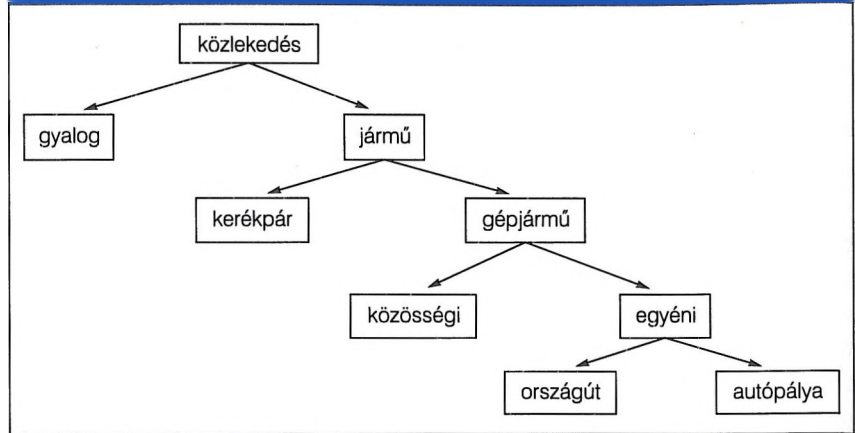
A fent leírtak csak lineáris hasznoosságra vonatkoznak, természetesen elképzelhetőek más döntési mechanizmust leíró karakterisztikák (hatvány, logaritmus stb.). A hasznoosság alkotóelemeiből talán különösebb magyarázatot csak a légszennyezés meghatározása igényel.

A járműáramlatot csoportokra lehet bontani. A csoportosítás alapja a törvényi előírás¹. A járműáramlat károsanyag-kibocsátási szintjének meghatározása során vegyük a G mátrixot, amely a gépjárműállomány darabszámát reprezentálja az alábbi ismérvcsoportok alapján:

$$(7) \underline{G} = \begin{pmatrix} g_{11} & g_{1j} & g_{1m} \\ g_{i1} & g_{ij} & g_{im} \\ g_{n1} & g_{nj} & g_{nm} \end{pmatrix}$$

1. ábra

Bináris döntési fa a közlekedési módválasztáshoz



ahol g_{ij} : a képzett csoportokba tartozó gépjárművek elemszáma

$$(8) \sum_{i=1}^n g_{ij} = \alpha_j \quad j=1, \dots, m \text{ az EURO}^2 \text{ j szabványú}$$

járművek által okozott károsanyag kibocsátás

$$(9) \sum_{j=1}^m g_{ij} = \beta_i \quad i=1, \dots, n \begin{cases} M_i^* | i:1..3 \\ N_{i-3}^* | i:4..6 \end{cases} \text{ osztályú jár-}$$

művek csoportja

$$(10) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{ij} = \sum_{j=1}^m \alpha_j = \sum_{i=1}^n \beta_i \text{ azaz az összes jármű.}$$

A járművek károsanyag-kibocsátásának becsléséhez kibocsátási faktor használható, amely a jelenlegi nemzetközi kutatásokkal is összhangban van. Megvizsgáltuk a hazánkban alkalmazott környezetvédelmi felülvizsgálati technológia esetleges adaptációjának lehetőségét, de a járműspecifikus adatok komplexitása az átvételt nem teszi lehetővé. A kibocsátási faktor alapját az EURO környezetvédelmi szabvány károsanyag kibocsátási határértékei adják, melyek az idők folyamán szigorodtak és finomodtak, részletesebbé váltak.

ÖSSZEFOGLALÁS

A közlekedési igények vizsgálata egyre fontosabbá vált az elmúlt 25 évben. Munkánkban elsősorban arra törekedtünk, hogy modellezzük a közlekedési módválasztást, mint racionális döntési folyamatot, különös tekintettel a gépjárműforgalom károsanyag-kibocsátására. A cikkben a közlekedési módválasz-

1 5/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet

2 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet 5. mellékletének 2 táblázata alapján definiált EURO előírások

tásból adódóan, a közlekedési módválasztási modellek közül a diszkrét választási modelleket vizsgáljuk meg. Erre különösen alkalmas a diszkrét döntési modellek családja. A cikk célja, hogy az emberi viselkedést modellezze a közlekedési módválasztás szempontjából.

Diszkrét döntési modellnél felírható a választási lehetőségek véges sokasága. A vizsgálatkor azonosítani kell azon jellemzőket, melyek befolyásolják a döntéshozót döntése meghozásában. Minden választási lehetőséget értékelnünk kell a jellemzők alapján. Ezek lehetnek közlekedés esetén az utazási vagy az eljutási idő, a kényelem és az egyéni költségek, esetleg a környezetterhelés. A vizsgálat alapját adó jellemzők egyaránt lehetnek kvantitatívak és kvalitatívak.

Az általunk módosított modell alapvetően a hasznosság alapú modellek családjába tartozik. Alapvetése, hogy a döntéshozó a számára legkedvezőbb, legnagyobb hasznosságú közlekedési módot választja. A hasznosság függvényében szinte bármilyen paraméter figyelembe vehető, ám gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából az eljutási időt, az

utazási költséget és a környezetterhelést vettük alapul. Így a környezetterhelés értékelése a közlekedési módválasztási döntéseknél megfigyelhetővé válik.

HIVATKOZÁSOK

- [1] GILICZE ÉVA, MOLNÁR LÁSZLÓ, TARNAI JÚLIA, FEKETE ANDRÁS: Matematikai módszerek és modellek a közlekedésben. II. Tankönyvkiadó, Budapest 1971
- [2] KÓVÁRI BOTOND: A városi közlekedési folyamatok komplex befolyásoló intézkedései. Loginfo, 2005/07-08, 18-19. o.
- [3] SIPOS LÁSZLÓ – TÓTH ARNOLD: A közgazdasági értelemben irracionálisnak tekintett döntések kognitív okai. Marketing & Management 2006/01. 22-30. o.
- [4] GILICZE ÉVA: Személyközlekedési Üzemtan, Egyetemi Jegyzet, 1993

*Kosztó Ágnes, tanársegéd,
BME Közlekedésgazdasági tanszék*

*Török Ádám, PhD hallgató,
BME Közlekedésgazdasági tanszék*

Marketing
& MENEDZSMENT

HIRDESSZEN LAPUNKBAN!

Így hirdetései a legjobb menedzserekhez és közgazdászokhoz jutnak el.

SZERKESZTŐSÉG ÉS KIADÓHIVATAL

1055 Budapest V., Szent István krt. 17. • Mobil: 06 (20) 421-5492

E-mail: info@m-and-m.hu