XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16–17.

LINEÁRIS OPTIMALIZÁCIÓS ELJÁRÁS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGE A VÁROSFEJLESZTÉSI FOLYAMATOKBAN

Török Árpád

Summary

The deterioration of urban mobility conditions, which have been threatening the quality of life and the competitiveness of urban areas, has led to the recognition of the need to strive for sustainability in urban mobility patterns. That shall make us to care for the operational efficiency of the urban areas more and more studiously. To develop a flexible, consistent, well handleable model, we shall emphasize the capital advantages of the existing equilibrium models of urban planning. It is important, that the developed equilibrium model shall take into account the decision process of different social level's. Also cannot forget about tractability of the used model [the linear optimization seems to be advantageous, by reason of its tractable and flexible characteristic]. The presented model can be extended in many ways. The modul of externalities can be worked out more detailed, which recently is an indispensable area of urban planning. Of course the future development of the model shall also pay attention to the development of the actual mathematical methodology.

Összefoglalás

A modell komplexitása lehetőséget teremt városfejlesztés során felmerülő közlekedési, valamint gazdasági nézőpontok együttes figyelembe vételére. Emellett a linearizált formulákból következő előnyöknek köszönhetően az átlátható, könnyen kezelhető modellszerkezet nagymértékben elősegíti a modell gyakorlati alkalmazását. A modell további fejlesztési lehetőségeket hordoz magában, hiszen a közlekedés külsőgazdasági hatásainak figyelembevétele lehetőséget teremt a széleskörű társadalmi-gazdasági optimalizációra. A szimulációs eljárás pontosságát jelentősen befolyásolja a policentrikus városmodell alkotási monocentrikus téregységek száma, amely nagymértékben függ az eljárás alapját képező adatok megfelelő formában való rendelkezésre állásától. Az adatok hozzáférhetősége mellett, szükséges hogy az adott város által rögzített információk térbeli vagy földrajzi vonzattal rendelkezzenek (Hazánkban az Államigazgatási Szervezési Intézet végzett elemző vizsgálatot, mely a előjáróságok tevékenységét 32 fő tevékenységi ágba rendezte. A vizsgálat szerint a fő tevékenységi ágak 27% közvetlenül, 23%-a pedig közvetve területi információt használ) [5]. Tehát az eljárás gyakorlati alkalmazhatóságát nagymértékben növeli a városi földterülethez kötött információs rendszerekkel való együttes használata (LIS – Land Information System).

1. Bevezetés

A komplex városszerkezet modellezése (társadalmi, gazdasági, hálózati jellemzők figyelembevétele) igen összetett probléma. A modellezni kívánt rendszer összetettségéből adódó nagyszámú rendszerváltozó rendkívül nehézkessé teszi a rugalmas, jól kezelhető modellek kialakítását. Érthetőek tehát az alkalmazott modellezési eljárások egyszerűsítésére irányuló modellfejlesztési törekvések. A város működését jellemző folyamatok lineáris modellezése kielégíti a módszertani háttérrel szemben imént támasztott elvárásokat, és emellett lehetőséget teremt a lineáris rendszerben megfogalmazott korlátozó tényezők együttes figyelembe vételével történő optimalizálásra (általánosságban elmondható, hogy a lineáris programozás célja a korlátozott források bizonyos szempontból történő optimális szétosztása).

2. A térbeli szerkezet modellezése

A városmodell közlekedési rendszerének jellemzőit a modell térbeli szerkezete jelentősen befolyásolja. A monocentrikus város modellt egyszerű felépítés jellemzi, ezért a bemutatott eljárás esetében egyközpontú településszerkezetet feltételeztem, amely a korlátozó feltételek változtatásával policentrikus városmodellé bővíthető. A monocentrikus városmodell egy kitüntetett közlekedési központtal rendelkezik, amely magában foglalja a településről exportált termékek, szolgáltatások, erőforrások feladóhelyét. A városon belüli utazások a központra keresztül bonyolódnak. Az egyes terület egységek és a városközpont közötti utazások hossza az (i, j) koordináta pártól függően becsülhető. Az optimalizációs eljárás időigényét jelentősen lecsökkenti, amennyiben kikötjük, hogy az egyes elemi cellákra jellemző közlekedési hálózaton csak észak-déli, valamint kelet-nyugati irányban történhet helyváltoztatás. Ebben az esetben az egyes cellákból a központra irányuló helyváltoztatás esetén megtett úthossza a $[d_{ij}=i+j]$ képlettel fejezhető ki. Abban az esetben például, ha a helyváltoztatás folyamán megtett utat a cellák központtól mért távolságával azonosítjuk $[d_{ij}=(i^2+j^2)^{1/2}]$, szintén csak becsült értékekhez jutunk, azonban az optimalizációs eljárás időigénye jelentősen megnövekszik. A monocentrikus, középpontosan szimmetrikus, homogén térbeli tulajdonságokkal jellemezhető területi felosztásból következően az elemi cellák a városközpontba irányuló helyváltoztatások úthossza alapján csoportosíthatóak. A központtól u cellányi úthosszra lévő cellák számát S_u jelöli. A vizsgált városban összesen r' (a továbbiakban vesszővel jelölöm az adott paraméter rögzített felső határértékét) típusú terméket állítanak elő. Az $r'-1.$ és $r'.$ típusú „termék” a város munkaerő-forrást biztosító dolgozóit és lakóházait jelöli. Tegyük fel, hogy a termelés résztvevőinek száma (s) - és így a termelés technológiai szintje - meghatározza a termelőtevékenység helyét biztosító épület magasságát. Ezen megközelítés megfelel egy linearizált termelési függvénynek, mely kapcsolatot teremt egy adott termék előállításához szükséges földterület és a termelési folyamat tökearánya között (állandó termékmennyiség mellett, konstans munkaerőszint esetén a termék előállítására szolgáló

épület magasságának, tehát a beruházott tőke szintjének növelésével a szükséges termelési terület csökken). Az alkalmazott egyszerűsítés megteremti a lehetőséget a földhasználat (épület tőkeigénye-épület területigénye) és a közlekedési igények (munkaerő áramlás / áruszállítás mértéke-közlekedési infrastruktúra területigénye) közötti kapcsolat beható vizsgálatára. Tehát az r . típusú termék előállításához s' tevékenység szükséges. Az s . tevékenység input-output tényezője a_{qrs} , ahol a_{qrs} az r . típusú termék s . termelési tevékenységéhez szükséges q . erőforrásának aránya.

3. A forgalomáramlási folyamatok modellezése

A központtól u cellányi úthosszra lévő területegységen az r . terméktípusból s' tevékenységgel előállított termékmennyiség ($x_{rs}(u)$, $r = 1, 2, \dots, r'-2$) városközpontba történő szállítását követően, megtörténhet az exportra bocsátás. A vizsgált város exportját az X'_r elődefiníált paraméter rögzíti. Amennyiben az eddig rögzített modell jellemzőket kiegészítjük azzal, hogy az előállított termékek exportálása a közlekedési központ [$x'_r(0)$] mellett a peremkerületekből [$x'_r(u')$] is lehetséges, a valóságot jobban megközelítő modellhez jutunk, míg az optimalizációs eljárás összetettsége nem növekszik számottevően. Az export igényből közvetlenül következtethetünk a közlekedési hálózatot terhelő áruforgalomra [a központtól u cellányi úthosszra lévő területegységből a városközpont felé irányuló áruforgalmat jelölje $t_r^1(u)$, valamint a peremkerületek felé irányuló áruforgalmat $t_r^2(u)$.]

4. A korlátozó tényezők meghatározása

A modellre vonatkozó korlátozó tényezők a termelőtevékenységhez szükséges erőforrások korlátos rendelkezésre állásából, valamint az előzetesen rögzített külső paraméterekből származtathatók. A város exportra előállított termékmennyiségének minimálisan el kell érnie az előzetesen meghatározott export igényt. Az áruforgalom volumenéből következő közlekedési áramlatokat t_r szállítási tényező segítségével írhatjuk le, amely kifejezi r . típusú termék szállítási egységéből származtatható közlekedési jellemzőket. A rendelkezésre álló földterület szűkössége meghatározza a közlekedésre és termelésre használható területek maximumát. Abból kiindulva, hogy a központtól u cellányi úthosszra lévő területegységen előállított termékek városközpontba szállítása $\frac{1}{2} \cdot t_r \cdot t_r^1(u)$ teherforgalmat generál (a cellából kifelé irányuló forgalmi áramlatok területegységenként átlagosan a cella oldalhosszának felét teszik meg, ezt reprezentálja a kifejezésben szereplő $\frac{1}{2}$ érték), felírhatjuk a központtól u cellányi úthosszra lévő területegységen rendelkezésre álló közlekedési kapacitások és a közlekedési rendszert terhelő közlekedési áramlatok viszonyát. A közlekedési rendszerhez rendelt erőforrások meghatározzák az egyes cellák közlekedési kapacitását. Jelölje $T_k(u)$ a közlekedési rendszer k . szintű terheltségéhez tartozó szabad kapacitárait.

5. Az optimalizációs eljárás

A bemutatott modell szerkezete három különböző szempont szerint vizsgálja a városi környezet felépítésének versenyképességre gyakorolt hatásait (tőke igény, területhasználati költségek, közlekedési költségek) [4]. Az első szögletes zárójelben meghatározott összes tőkeigény a földterületek termelésre és közlekedésre hasznosított hányadának tőkeigényéből tevődik össze, ahol a közlekedési infrastruktúra tőkeigénye a kapacitáskorlátoktól függően kerül meghatározásra [b_{r+2} – infrastruktúra arányos tőkeigény paraméter]. A második szögletes zárójel által határolt kifejezés a városi földterületek felhasználásától [pl.: közlekedési infrastruktúra, ipari termelés, mezőgazdasági termelés] függő területhasználati díjakat írja le. A város gazdasági teljesítőképességét nagymértékben befolyásolja a termelési lánc meghatározó elemeként vizsgálandó közlekedés hatékonysága. Így a harmadik szögletes zárójelben kifejezett költségek a közlekedés teljesítményarányos költségeit foglalják magukba [g_r – fajlagos jármű üzemköltség paraméter], és lehetőséget teremtenek a közlekedési rendszer hatékonyságának optimalizálására.

$$\begin{aligned} \min Z = & R \cdot \left[\sum_u \sum_r \sum_s 4 \cdot u \cdot a_{r'+2,rs} \cdot x_{rs}(u) + \sum_r \sum_s a_{r'+2,rs} \cdot x_{rs}(0) + b_{r'+2} \cdot \sum_u 4 \cdot u \cdot T_1(u) + b_{r'+2} \cdot T_1(0) \right] \\ & + R_A \cdot \left[\sum_u \sum_r \sum_s 4 \cdot u \cdot a_{r'+1,rs} \cdot x_{rs}(u) + \sum_r \sum_s a_{r'+1,rs} \cdot x_{rs}(0) + b_{r'+1} \cdot \sum_u 4 \cdot u \cdot T_1(u) + b_{r'+1} \cdot T_1(0) \right] \\ & + \left[\sum_{u=1}^{\bar{u}-1} \sum_r 4 \cdot u \cdot g_r \cdot (t_r^1(u) + t_r^2(u)) + \sum_u \sum_k 4 \cdot u \cdot c_k T_k(u) + \sum_r g_r^0 \cdot t_r^2(0) + \right. \\ & \left. + \sum_k c_k \cdot T_k(0) + \sum_r 4 \cdot \bar{u} \cdot g_r \cdot t_r^1(\bar{u}) + \sum_r l_r^0 \cdot x'_r(0) + 4 \cdot \bar{u} \cdot \sum_r l_r^{u'} \cdot x'_r(u') \right] \end{aligned} \quad (1)$$

Irodalom

1. Mills, E.S., D.M. de Ferranti. Market choice and optimum city size. American Economic Review 61, 1971. 340–345. p.
2. Mills, E.S. Studies in the Structure of the Urban Economy. Baltimore: The Johns Hopkins Press for Resources for the Future, 1972.
3. Mills, E.S. Urban economics. Glenview: Scott, Forsman & Co., 1972.
4. Mills, E.S., MacKinnon, J. Notes on the New Urban Economics. Bell Journal of Economics and Management Science, 1973. Vol. 4, No. 2. p. 593-601.
5. Kalach F., Szesztai A, Hazai információs rendszerek. Információ Elektronika. 1989 3-4 szám. 141-148 oldal.
6. Lynn Wombold, Edmond Ting. A break form the Past ArcUser 2006. October-December. 12-14p.

Név: **Török Árpád**
Munkahely: BME Közlekedésmérnöki Kar - Közlekedésgazdasági tanszék, H-1111 Budapest, Bertalan L.u.2. Z.ép.411.
Telefon / Fax: +36-1-463-1061 / +36-1-463-3267
E-mail: artorok@kgazd.bme.hu