Válasz Péter Tamás bírálatára

Nagyon köszönöm a bírálónak mind a pozitív, mind a kritikai észrevételeit. A bírálatban feltett kérdéseire az alábbiakban, előfordulásuk sorrendjében válaszolok.

1. Jelölt, a kutatásai során bemutatott korrelációanalízist és alkalmazott Fuzzy módszert is. Ezen a területen végzett-e matematikai, valószínűségelméleti vizsgálatokat is? Pl., a különböző csoportos döntésekkel kapcsolatban, vagy a közlekedés fejlesztési preferenciák felmérése esetében, a legnagyobb valószínűséggel bekövetkező várható döntések előrejelzésénél?

A valószínűségelméleti megközelítés valóban fontos kiegészítője több MCDM módszernek, így a dolgozatom alapját adó AHP-nek is. A Saaty-skála 1/9-től 9-ig tartó 17 elemét ugyanis tekinthetjük valószínűségi változónak, mégpedig úgy, hogy a páros összehasonlítási mátrixok a_{ij} bemeneti elemeit tekintjük függetlennek, az $a_{ji} = 1/\ a_{ij}$ elemeket, amelyek a reciprocitást biztosítják, függő változóknak, és az a_{ii} főátlóban lévő elemek értékeit 1-nek vesszük, és ehhez 1 valószínűséget rendelünk (Rosenbloom, 1996, EJOR). Ha viszont a páros összehasonlítási mátrixok bementi elemei valószínűségi változók, akkor a sajátvektor módszer (vagy más módszer, pl. a legkisebb négyzetek módszere) által meghatározott kritérium-súlypontszám vagy az alternatívák pontszáma is valószínűségi változó. Érdemes elkülöníteni az egy döntéshozó és a több döntéshozó esetét, előbbinél a döntéshozó bizonytalanságát az a_{ij} elemre vonatkozóan folytonos random változóval jeleníthetjük meg, míg csoportos döntéshozatalnál minden egyéni döntéshozónál ugyanakkora valószínűségűnek vesszük, hogy helyesen becsüli-e meg a páros összehasonlítási mátrixba beírandó pontszámot. Ez a megközelítés alkalmazandó mind a döntési struktúrában szereplő kritériumokra, mind az alternatívákra. Az elvből következik, hogy csoportos döntéshozatal esetében az a_{ij}-ket diszkrét random változókként kezeljük. Felhívom arra a figyelmet, hogy a valószínűség-számítást a hagyományos AHP pontszámok megismerése után alkalmazzák a prioritások statisztikailag szignifikáns mérésére, elsősorban két kritérium vagy alternatíva közötti pontkülönbség rangsort meghatározó megállapítására.

Az általam bemutatott közlekedés-fejlesztési preferencia modelleknél minden esetben csoportos döntéshozatali eljárást vizsgáltam, mégpedig többszintű kritérium-hierarchiában, ezért a valószínűségek kiszámítását a Monte-Carlo szimulációval (Monte-Carlo AHP, Hsu és Pan, 2009, ESWA) lehet elvégezni (kevés kritérium és egy szint esetén direkt valószínűség-számítás is lehetséges). A Monte-Carlo szimuláció a következő lépésekből kell, hogy álljon a téziseimhez kapcsolódó modellek esetében:

- a_{ij} értékeket kell generálni a fent említett reciprocitási és főátló elveknek megfelelően úgy, hogy a generált **A** mátrix megfeleljen az AHP konzisztencia feltételének, azaz CR<0.1 kisebb mátrixoknál és CR<0.3 nagyobb dimenziókban. Ha egy generált mátrix nem felel meg ennek, kiszűrésre kerül. A hagyományos AHP értékekből többet rögzítünk, hogy a vizsgált két elem sorrendi viszonyát megállapíthassuk.
- Ki kell számolni a generált mátrixokból a sajátvektor értékeket.
- Aggregálni kell ezeket az értékeket a kritériumok végső pontszámának megállapítására.
- Rangsorolni kell a végső pontszámok alapján a döntési struktúrában szereplő elemeket, prioritási sorrendet kell felállítani.

- Valószínűségi alá-fölé rendeltségekkel meg kell állapítani, hogy a döntési elemek közötti különbség szignifikáns-e a sorrend jóváhagyásához egy megadott szignifikancia szinten (ez általában $\alpha = 0.05$). Null-hipotézisként kell feltenni a sorrend helyességét, és a szimuláció dönti el, hogy elfogadhatjuk-e a hipotézist.

Mivel ahogy látható, a valószínűségi megközelítés néhány,egymáshoz közeli elem sorrendjét verifikálja (vagy veti el) statisztikailag szignifikáns vizsgálattal, közlekedési döntési modellek esetében akkor tartom különösen fontosnak az alkalmazásukat, ha a prioritás elején szerepelnek egymáshoz közeli pontszámú döntési elemek.

A közlekedés-tervezési döntések ugyanis a legtöbb esetben forrás-allokációs döntések is, és a gyakorlatban a kritériumok vagy alternatívák közül az első, legnagyobb jelentőségű nyer pénzügyi támogatást. A primátus megerősítésére valóban kiváló eszköz lehet a Monte-Carlo szimuláció alkalmazása, ezt a jövőbeli kutatásaimban szerepeltetni fogom.

2. Új eljárásokat dolgozott ki. Ezek hatékony további alkalmazása nyilvánvalóan programfejlesztéseket is eredményez. Milyen új programok fejlesztése történt ezen a területen?

A 4 tézisből 3-ban történt programfejlesztés. A 2-es tézisben a normált vektorok generálását, valamint a javasolt eljárás algoritmusait R-ben fejlesztettük. A 3-as tézisben az optimális súlyok meghatározását az intervallum-felezési eljárás által szintén programfejlesztéssel értük el Maxima-ban. Végül a 4-es tézisben a fuzzy eljárás algoritmusait, valamint a javasolt súly-optimalizációs algoritmusokat szintén R-ben fejlesztettük. Mindhárom esetben a megjelent publikációkban közöltük a pszeudo-kódokat.

A többszempontú döntéstámogatás legismertebb szoftverei az Expert Choice és a Super Decisions szoftverek, amelyek egyike sem tartalmazza jelenleg a tézisekben javasolt megközelítéseket, hasznos lehet gondolkodni ezek kiegészítésében. Szintén jó lehetőség, a MAMCA modellre Cathy Macharis és He Huang által megalkotott jelenleg már a piacon lévő szoftver kiegészítése a 3-as és 4-es tézisben szereplő döntéshozói súlyok optimalizációjára vonatkozó eljárások algoritmusaival.

Budapest, 2024.11.03.

Duleba Szabolcs