Válasz Dobos Imre bírálatára

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

1. A páros összehasonlítások redukcióját célozza a (dolgozatban is említett) Best-Worst Method (BWM) is. Mi lehet a korlátja ennek a redukciónak, meddig lehet célszerű csökkenteni az értékelések számát? Elképzelhető Parsimonious BWM is? (1. tézis)

A BWM módszer úgy csökkenti a páros összehasonlítások számát, hogy a döntési struktúrában lévő kritériumok vagy alternatívák nem minden lehetséges párját értékeli a kitöltő (döntéshozó), hanem egy előre kiválasztott legjobb és legrosszabb kritériumhoz/alternatívához hasonlítja a megmaradó többit. A módszer megalkotója, Jafar Rezaei (Rezaei, 2015, Omega) megmutatta, hogy ezzel nagyobb konzisztenciát tud elérni, mint a teljes páros összehasonlításokkal, azonban véleményem szerint ez annak az adatvesztésnek köszönhető, amivel eltekintünk a válaszadó véleményétől a nem kérdezett összehasonlításokról. Csökken tehát a kockázata az inkonzisztens kitöltésnek, ha kevesebb páros összehasonlítást értékeltetünk, de ez nem jelenti a BWM nagyobb hatékonyságát, csak a redukált kitöltési igényét. A redukcióval (és ez nincs másképp az általam az 1. tézisben javasolt PAHP eljárásban sem) adatokat vesztünk, a kitöltő redukált párokra vonatkozó preferencia pontszámát nem tudjuk meg. A korlát tehát a gyorsabb kitöltésből adódó előny és az adatvesztésből következő hatékonyság-csökkenés között kell, hogy legyen. Egy közelmúltban megjelent cikkben Cavallo és Ishizaka (2025, Omega) megmutatta (objektív adatokon, országok területének rangsorolásával), hogy mind a BWM, mind a PAHP még megfelelő hatékonysággal bír, azonban az ezeknél nagyobb fokú redukálása az összehasonlításoknak már elvezetne a Stated Preference eljáráshoz, amelynek alacsonyabb a hatékonysága az előző két módszerhez viszonyítva. A Parsimonious BWM tehát nagy valószínűséggel már kevésbé lenne hatékony a tézisemben bemutatott PAHP eljárásnál.

2. Milyen értelemben tekinthető érzékenység-vizsgálatnak a javasolt immanens analízis? (1. tézis)

Ahogy az érzékenység-vizsgálat, úgy a javasolt immanens analízis is a rangsorolás robosztusságát vizsgálja. Amennyiben ugyanis a direkt módon rangsorolt és a páros összehasonlítások által nyert rangsor jelentős mértékben megegyezik, az eredmények robosztusnak tekinthetőek. Nagy eltérés esetén érdemes lehet a javasolt PAHP eljárás egyik szakaszának megismétlése, és csak a megfelelő egyezés esetén a teljes modell lefuttatása, és a végső súlypontszámok és alternatíva pontszámok megállapítása.

3. Milyen más metrikákat tart elképzelhetőnek a preferenciák aggregálására? Miért nem vizsgálta meg ezen távolság-értelmezéseknek is az alkalmazhatóságát? (2. tézis)

Elképzelhető volt még a Manhattan, Minkowski, valamint a Csebisev távolságok (Suwanda et al, 2020) alapján meghatározni a minimális össztávolságát az egyéni és a kialakított globális csoport preferencia-vektoroknak. Vizsgáltuk is ezeket a metrikákat szimulációval és numerikus példákon keresztül, de valamennyi jóval alulteljesítette az Euklideszi és az Aitchison távolság-értelmezéseket a vektorok koordinátáinak rangkorrelációja szempontjából, így a 2. tézisemben ezeket nem szerepeltettem, csak a legjobban teljesítő két metrikát.

4. Melyek a hátrányai a vektor-kompatibilitási és a rang-korrelációs mutatók alkalmazásának a preferencia vektor-koordinátákra vonatkozó eredmények esetében? (2. tézis)

A Garuti index bár hangsúlyosnak tekinti a legnagyobb és a legkisebb koordináta érték közötti különbséget, tehát kardinális megközelítésű, az ordinális megközelítés, azaz a koordináta sorrend kevésbé jelenik meg a képletében. Ezzel szemben a Kendall W és a Spearman rho rangkorrelációs mutató az ordinalitás hasonlóságát vizsgálja hangsúlyosabban, míg a kardinális koordináta értékek nagysága közötti hasonlóság nem kap akkora szerepet. Ezért alkalmaztam a kutatásban a numerikus példák esetében mindkét megközelítést, hogy a javasolt EDBAM és ADBAM módszerek hatékonyságát mind kardinális, mind ordinális szempontból vizsgáljuk.

5. Közlekedés-tervezési szempontból hogyan értelmezhetjük a „Megközelítés" és az „Átszállás" szempontjainak a primátusát, mit jelent ez a közlekedési döntéshozók számára? (2. tézis)

A „Megközelítés" kritérium az utazás első járműjére való felszállás körülményeire vonatkozik, míg az „Átszállás" a célállomás eléréséhez használt utolsó járműre való felszállás körülményeire. Közlekedés-tervezési szempontból mindenképp figyelemreméltó, hogy a vizsgált városi közlekedési rendszerben az utolsó közösségi közlekedési járműre való eljutásig lévő elemek javítását igényli a megkérdezett kitöltői minta, a szolgáltatás többi elemével jóval elégedettebbek. Elsősorban tehát a kezdő megállók közelsége, azok megközelítése fejlesztendő, valamint a célig való eljutásnál a köztes várakozási idő csökkentése, és lehetőség szerint a jármű-váltás minimalizálása a primer feladat.

6. Közlekedési szempontból a klasszikus fenntartó-üzemeltető-felhasználó hármason kívül több érintett érdekcsoport is jelen van (vagy figyelembe veszik) egy közlekedésfejlesztési döntésnél, pl. a rendszert nem használó lakosság, hatóságok, szabályozók. Milyen matematikai megoldással lehetne háromnál több érdekcsoport vélemény- szintézisére megalkotni a javasolt eljárást? Lehetséges-e ez, és ha igen, milyen feltételek mellett? (3. tézis)

Valóban, ez egy jelentős limitációja a 3-dik tézisemben bemutatott modellnek, bár megjegyzem, hogy mind a szakirodalomban, mind a gyakorlatban elég gyakori a 3 közlekedési érdekcsoport konszenzus-teremtésére irányuló feladat. Matematikai értelemben azért könnyebb a megoldása a három szereplős döntési konszenzusnak, mert a súlyok összegének 1-nek kell lennie, így az általam javasolt optimalizációs eljárásban, ahol a stakeholderek optimális súlyát keressük, elég 2 változóra optimalizálni. Ezt egyszerű intervallum-felezési eljárással megoldhatjuk (a konvexitás bizonyítása után). A doktori értekezés beadása óta Blahota István szerzőtársammal megoldást találtunk tetszőleges számú döntői csoport súlyának optimalizációs meghatározására is, mégpedig a Newton módszer Hesse-mátrix és gradiensek segítségével való felhasználásával. Ez jelentősen erősíti a 3. tézisben megfogalmazott elvet a stakeholderek súlyának kevésbé szubjektív, súlyozott vektortávolságok minimalizálásával elért optimális meghatározására. Az egyetlen feltétel a feladat konvexitása, amit sikerült bizonyítani a Duleba és Blahota (2022, JORS) tanulmányban.

7. Milyen más fuzzy értelmezéseket ismer és vonatkozhat-e azokra a javasolt súlyozási eljárás a csoport preferencia-vektorok tekintetében? (4. tézis)

A használt trianguláris fuzzy értelmezésen kívül gyakran használják többszempontú döntési problémáknál a trapezoid fuzzy halmazokat. A javasolt eljárásban nem mutatkozott lényeges különbség (elsősorban rangsor-fordulás) az eltérő értelmezés esetén. Van azonban egy lényeges fuzzy értelmezés, ami lényegében megváltoztathatja a prioritási sorrendet, ez pedig a dekomponált fuzzy halmazok (Hsueh et al, 2014) (decomposed fuzzy sets) megközelítése. Ekkor a kitöltői bizonytalanságba nem csak a felkínált skála bizonytalan használatát vesszük figyelembe, hanem a más modellekben feltételezett reciprocitást is megkérdőjelezzük, és fuzzy számokkal közelítjük. Ez egy merőben más modellezést igényel, és jelentősen segíthet csökkenteni a döntéshozói bizonytalanságot közlekedés-fejlesztési projektek értékelésénél.

8. Közlekedés-fejlesztési szempontból milyen következtetés vonható le abból, hogy a „jegyár" kritérium csak a 11. helyen szerepel a budapesti felmérésben, míg a „bérletár" a 4. a „kedvezményes jegyár" kritérium pedig a 2. helyen szerepel?

A közösségi közlekedésnek azt a budapesti sajátosságát mutatja, hogy viszonylag kevés az egyszeri menetjegyet váltók száma, ezért ennek a díjcsökkentésére vonatkozó igény is a vizsgált mintában legalábbis csekély. Ezzel szemben a többszöri utazás ára, vagyis az időalapú bérlet, és a közösségi közlekedés nagy részét alkotó, kedvezményesen utazást igénybe vevők további díjcsökkentési igénye felmerül. Megjegyzendő, hogy a doktori tézisek benyújtása 2023. augusztus 1-jén történt, a felmérés pedig még korábban, így az azóta a közösségi közlekedés áraiban bekövetkező változásokat nem lehetett a következtetésekben szerepeltetni.

Budapest, 2024.11.03.

Duleba Szabolcs