

Gyarmati László: „Az általánosított Thurstone módszer és alkalmazhatóságának vizsgálata, valamint az általa kínált előrejelzések pontosságának növelése”

PhD-értekezés bírálata

Az értekezést alkalmam volt tervezet formájában véleményezni. Mivel a végleges dolgozat és tézisyűjtemény lényegében és gyakorlatilag megegyezik a tervezettel – úgy látom, hogy egy számítástechnikai folyamatára került be, és legfeljebb néhol történtek apró javítások – ezért a tervezet-védésre benyújtott bírálatomban leírtakat fenntartva, a hivatalos felkérésnek megfelelő tartalommal a fő megállapításaimat az alábbiakban részletezem.

1. Az értekezés tartalmilag és formailag egyaránt kiválóan mutatja be egy hosszú évek óta tartó tudományos együttműködés eredményeit, egyben összefogva azt a folyamatot is, ahogyan a doktori műhelymunkában ezek kialakultak. A tézisek jól érthetően, kutatási kérdéscsoportokba rendezve mutatják be az értekezés fő megállapításait. A célok rövid és világos ismertetése, az adott tézis jelentősége az adott kontextusban és a jelölt eredményeinek részletezése megfelelő módon jeleníti meg a doktori fokozat megszerzésénél értékelhető teljesítményt. Ehhez szervesen kapcsolódnak az eredményeket közlő publikációk. Mivel a publikációk nagyobb része többszerzős, különösen fontos itt is, és az értekezésben is elkülönítve látni a jelölt saját eredményeit. Mint a téziszüzetből is kiviláglik, a szerző akkor kezdett el foglalkozni a témával, amikor a sztochasztikus modellcsaládra vonatkozó egyes feltételek még nem álltak készen, és többek között éppen az ő hozzájárulása révén, az általa összeállított kutatási kérdések mentén sikerült új sejtésekkel, új bizonyításokkal továbbfejleszteni az addigi eredményeket.

2. Az egész értekezésen végigvonul a páros összehasonlítások módszertanának (PCM) két kiemelt modelljének párhuzamos tárgyalása, azok explicit vagy implicit összehasonlítása. Az elemzés és az eredmények a sztochasztikus vonulatra fókuszálnak, azonban izgalmas kérdés a két modellcsoport kapcsolódása is. A megoldáshoz éppen a két modellcsaláddal foglalkozó magyar kutatók együttes munkája járult hozzá először a Gyarmati, L.; Orbán-Mihálykó, É.; Mihálykó, C.; Szádóczi, Z.; Bozóki, S. (2023): The incomplete analytic hierarchy process and Bradley–Terry model: (In)consistency and information retrieval, Expert Systems with Applications cikk révén, leginkább a nemteljes páros összehasonlítások esetére koncentrálnak. Alkalmazási összehasonlítást végez a Gyarmati, L.; Orbán-Mihálykó, É.; Mihálykó, C.; Vathy-Fogarassy, Á. (2023): Aggregated Rankings of Top Leagues' Football Teams: Application and Comparison of Different Ranking Method, Applied Sciences cikk.

Az értekezés erényének és eredményének tekintem a módszercsaládok összehasonlítására vonatkozó, több helyen megjelenő elemzéseket, a hasonlóságok és különbségek világos bemutatását, az alkalmazási példák párhuzamos tárgyalását. A fenti két cikk eredményeit erősnek tartom, és a további kutatások egyik fő vonalának.

3. A páros összehasonlítások eltérő koncepciókkal rendelkező modelljeinek együttes elemzésének fontos része az, ahol a nyitott kérdésekre mutat rá. Ezzel az együttes tárgyalás alapját is megadja a jelölt. A determinisztikus multiplikatív modellek és a látens változókat bevezető sztochasztikus modellek egészen eltérő megoldási koncepciók felé vezetnek. Jól látja azonban a szerző, hogy a kiindulóponton – ez az adathalmaz vizsgálata –, és a végponton – rangsorok generálása az alkalmazásokban – történő összekapcsolódás mindkét esetben megtermékenyítő ötletekhez és vizsgálatokhoz vezet. A Thurstone motiválta modellek többfelé ágaznak el, ezeket a 2. fejezet mutatja be, mindenütt kitérve a maximum likelihood becslési módszer specialitásaira és problematikus elemeire. A 13. és 14. oldalon lévő táblázatok jól foglalják össze a lehetséges változatokat. Itt jól látszik az is, hogy a Bradley-Terry modell miért preferált a továbbiakban az eredeti Thurstone modellel szemben. Itt tárgyalja a Luce-féle választási axiómát is, és indokolja, hogy miért alkalmazza a fixpont-iterációt. A 2.3 pontban jelenik meg

a 3-opciós Davidson-modell és a becslés elégsége feltételrendszere. Ennek továbbvitele az értekezés egyik szála.

Ez a fejezet fontos része az értekezésnek, korrekt és jól érthető leírásokkal, teljesítve azt a követelményt, hogy az eredmények beágyazódjanak az adott terület megfelelő vonulataiba.

4. A jelölt több területen is szerteágazó ismeretekkel rendelkezik. Egyes matematikai és statisztikai diszciplínák mellett (valószínűségszámítás, optimalizáció, statisztikai becsléelmélet, gráfelmélet) magasfokú számítástechnikai-programozási munkát végzett és szüksége volt a szimulációs technikák mélyreható ismeretére is. A szimulációk hatékony végrehajtásához szükséges numerikus eszközök megkeresése és a programcsomagokban készen nem kapható programok megírása, a fixpontiterációs módszer alkalmazása érdemi részét képezi a dolgozatnak. Annál is inkább így tekintem ezt, mert egy matematikai-operációkutatási-döntéelméleti határterületeken mozgó, alkalmazásokat is bemutató értekezésről van szó, ahol tágabban értelmezhető az, hogy mit tekintünk a szerző saját eredményének

A dolgozat komoly értéke az az informatikai és modellezési munka, amely önállóan is bizonyítja azt a kutatói vénát és hozzáállást, ami a tudományos fokozat megszerzéséhez elengedhetetlen fontosságú.

5. A különböző opciószámú modellek alkalmazása objektumok kiértékelésére és döntéstámogatásra a tárgya az értekezés 4. fejezetének. A fejezetben bemutatott eredményekről összefoglaló publikáció jelent meg (Gyarmati, L.; Mihálykó, C.; Orbán-Mihálykó, É.; Mihálykó, A. (2025): Evaluability of paired comparison data in stochastic paired comparison models: Necessary and sufficient condition, European Journal of Operations Research). A különböző modellek kiértékelésének szükséges és elégséges feltételeinek a szakirodalomból ismert bemutatása után a 4.4. fejezetben a szerző áttér azokra az eredményekre, amelyeket konzulenseivel, vagy egyedül ért el, azután, hogy 2019 után bekapcsolódott a kutatásokba. A 3-opciós modellre vonatkozó szükséges és elégséges feltétel megsejtéséhez nagy számú szimuláció elvégzése volt szükséges, amelyeket – akárcsak a feltételrendszerek összehasonlítására szolgáló szimulációs vizsgálatokat – a szerző tervezte meg, programozta és értékelte ki. Az idézett cikk és az értekezés egyaránt tartalmazza a lényegi eredményeket. A 4.5 fejezet az optimális opciószám megválasztásáról szólva némileg részletesebben tárgyalja ezt a témát, megmutatva, hogy analitikus eszközök helyett a szimuláció alkalmazása lehetséges és vezet eredményre azt illetően, hogy melyik opciószámú modell alkalmazása ajánlatos. A Gyarmati, L.; Mihálykó, C.; Orbán-Mihálykó, É. (2024): Algorithm for Option Number Selection in Stochastic Paired Comparison Models, Algorithms cikk áll az elmondottak mögött. Az intuícióval egyezően a nagyobb opciószám jobb kiértékeléshez vezet.

Az értekezés 5. fejezete a konzisztenciáról és inkonzisztenciáról szól a 2-opciós Bradley-Terry és a Davidson modellben a PCM-alapú modellek konzisztenciafogalma alapján. Nem meglepő, hogy a konzisztens esetben a jelzett modellek analóg eredményre vezetnek, azonban ennek bemutatása szükséges és nem triviális. Erről szól az 5.1. fejezet. A nemkonzisztens esetben az optimális struktúrákat az 5.2. fejezetben szimulációval vizsgálta a Gyarmati, L.; Orbán-Mihálykó, É.; Mihálykó, C.; Szádóczi, Z.; Bozóki, S. (2023): The incomplete analytic hierarchy process and Bradley–Terry model: (In)consistency and information retrieval, Expert Systems with Applications cikk és itt is analógiákat talált.

Az ebben a két fejezetben leírt eredmények kiállták a rangos folyóiratok bírálati folyamatának próbáját, ezek akár önmagukban is bizonyítják, hogy a szerző érdemes a PhD-fokozatra.

6. Az utolsó fejezetben a sport területeiről vett példák a számolhatóságot, a rangsorok, előrejelzések készítésének lehetőségét igazolják, és más modellekkel összehasonlítható eredményeket tartalmaznak. Az angol futballpélda mutatja talán a legjobban, hogy a valószínűségi megközelítés milyen előnyökkel jár, milyen többlet elemzési lehetőségeket tesz lehetővé. Az atlétikai példában a dinamikus elemzés

kerül előtérbe. Az újabb labdarúgó példa, a női bajnokok ligája az előrejelzési lehetőséget helyezi a középpontba, amire az AHP-modellek nem képesek. Figyelemreméltó a más előrejelzési modellekkel történő összehasonlító elemzés. A fényforrásokkal foglalkozó alkalmazás kivezet a sport területéről. Ez a fejezet megerősíti azt, hogy mindkét modellcsalád képes a sportversenyek eredményeiből alkotható páros összehasonlítási adatbázisok belső struktúráját jól tükrözni és ezt a gráfelméleti eszköztárral összekötve jól értelmezhető feltételrendszerekkel összekötni.

Az alkalmazások tematikus ötletei, kreatív elemzései tökéletesen illusztrálják azt, hogy az elméleti érdekességeken túl miért érdemes a sztochasztikus páros összehasonlítási modellekkel foglalkozni.,

7. Nem találtam olyan hibát, hiányosságot, amely az értekezés értékét csökkentené. Ez természetesen annak is köszönhető, hogy a leírt eredmények zöme az erős szakmai folyóiratok szigorú lektorálási folyamatain is átment. Itt érdemes megemlíteni, hogy a publikációk száma, megjelenési helye kimagasló.

Az értekezés szerkezete világos, nyelvezete jól érthető. Formailag is megfelel a követelményeknek. A megértést jól szolgálja a jelölések jegyzéke és az ábrák, táblázatok kezelése, azok szétválasztása a törzsszövegben és a függelékben. A felhasznált irodalom és a saját publikációk jegyzéke célratörő, a hivatkozások megfelelőek.

Összességében Gyarmati László tézisei és az értekezés a PhD-fokozat megszerzésének megfelelő alapja és a fokozat megadását javasolom.

Budapest, 2026. augusztus 24.

Dr. Temesi József, CSc
professor emeritus, Budapesti Corvinus Egyetem

Kérdések a jelölthöz:

1. Az előrejelzések pontosságának növelése az értekezés egyik kiemelt témája. A bemutatott alkalmazásokban a szerző a szakirodalomban közölt mérőszámok értékeinek megfelelő vagy azokat meghaladó pontosságot ért el. Hol látja a pontosság további növelésének lehetőségeit és határait?
2. Milyen problémákat lát a sztochasztikus modellekben alkalmazható inkonzisztencia mérőszámok esetében?