

VÁLASZ

Dr. Tar József egyetemi tanár, MTA Doktora

„Közúti járműforgalmi folyamatok nemlineáris modellezése nagyméretű hálózatokon” című
doktori értekezés opponensi bírálatára

Köszönöm Tisztelt Bírálom doktori értekezéssel kapcsolatos opponensi bírálatát, amelyre az alábbi bírálati pontok szerint válaszolok.

1. A témaválasztás aktualitásának értékelése gyakorlati és tudományos szempontból

Nagyon köszönöm Tisztelt Bírálom megállapítását azzal kapcsolatban, hogy „A témaválasztás tudományos szempontból igen aktuális”. Hasonlóan a módszeremet érintő további fontos kiemelésait is köszönöm, miszerint „a mérnöki tudományokban a precizitás mellett, a könnyű felhasználhatóság” is fontos.

Külön köszönöm és egyetértek a módszerrel és értekezéssel kapcsolatos további átfogó megállapításaival is: „Egy 'jó modell' a maga korában e szempontok szerint meghozott praktikus kompromisszumokat tükröz. Az értekezés igen részletes elemzést ad az aktuális társadalmi elvárásokról is. ... A témakörben különös fontosságú a 'rész és egész' problémájának nem csupán 'filozófiai', hanem praktikus szinten való kezelése, ... A probléma mindenképp konkrét vizsgálatokat igényel, amelyekre a Szerző által megalkotott modell kiváló lehetőséget kínál. Mivel a "keret" erősen nemlineáris modell-tartalmakkal tölthető fel. A kutatás célja a hagyományos térkép-gráf szemlélet helyett egy új, hatékony modell-típus kidolgozása, amely matematikai területen a pozitív nemlineáris rendszerek elméletéhez vezet.,,

Fentiek alapján, Tisztelt Bírálom nagyon pontosan látja, hogy a munkám egyik fő célja volt a valóságos közúti részgráfok egyediségét feloldani egy közös matematikai modellben. Ezzel kapcsolatos fontos kérdések: Melyek a látszatra eltérő elemek közös tulajdonságai? Melyek a megengedett egyszerűsítések?

2. Az alkalmazott kutatási módszerek értékelése tudományos szempontból

Tisztelt Bírálom módszertanommal kapcsolatban alapos elemzést végzett. Megállapításával teljes mértékben egyetértek: az általam elvégzett vizsgálatok matematikai értelemben a feladat nemlineáris csatolt differenciálegyenlet-rendszerének előállítását és vizsgálatát jelentik.

Tisztelt Bírálom nagyon fontos megállapítása még az értekezéssel kapcsolatban, „hogy míg számos munkában "szofisztikált" becslési eljárásokat (pl. különböző Kálmán szűrőket) alkalmaznak, amelyek a megfigyelési zajok természetére vonatkozó megszorító feltételezések teljesülése esetén tervezhetők és alkalmazhatók "értelmesen", a jelen munkára ez a korlátozás nem vonatkozik. A Szerző által kifejlesztett keret alkalmas bármilyen zajtípus hatásainak szimulálására.”

Nagyon köszönöm az alábbi megállapítását is:

„Péter Tamás értekezése mindezen módszerekkel szisztematikusan él az adott modellezési kereteken belül. Megállapítható, hogy a Szerző tudományos módszerei minden tekintetben megfelelnek a kor általános követelményeinek.”

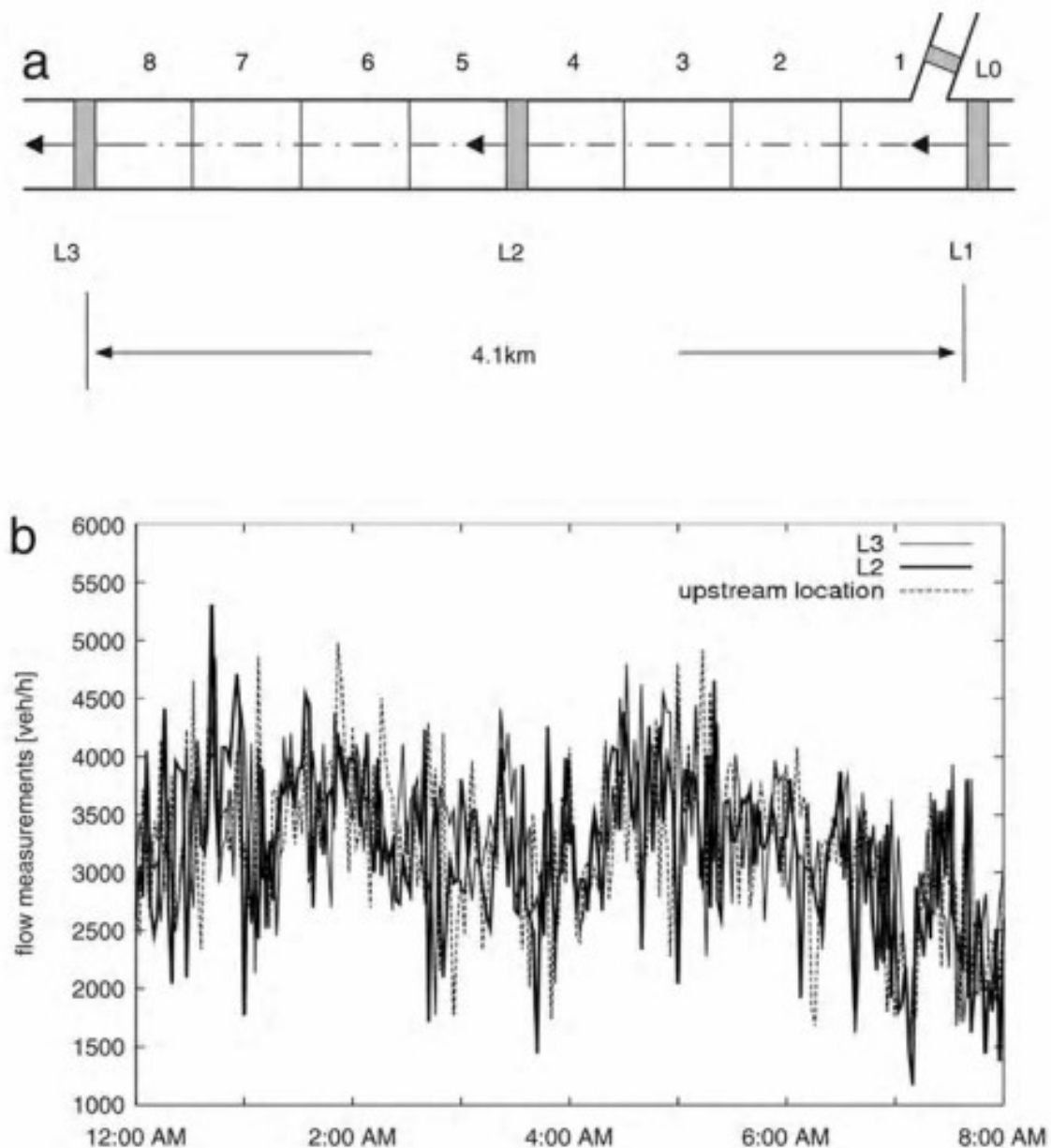
3. A doktori értekezés formai értékelése

Nagyon köszönöm Tisztelt Bírálom minden fejezetre kiterjedő, rendkívül gondos és alapos munkáját, amelyet a doktori értekezésem formai értékelése területén végzett. Nagy örömmel olvastam, hogy „Az értekezés formailag igen szépen szerkesztett ... munka, amelyet méreteihez képest elenyésző mértékben terhelnek kisebb formai hiányosságok”

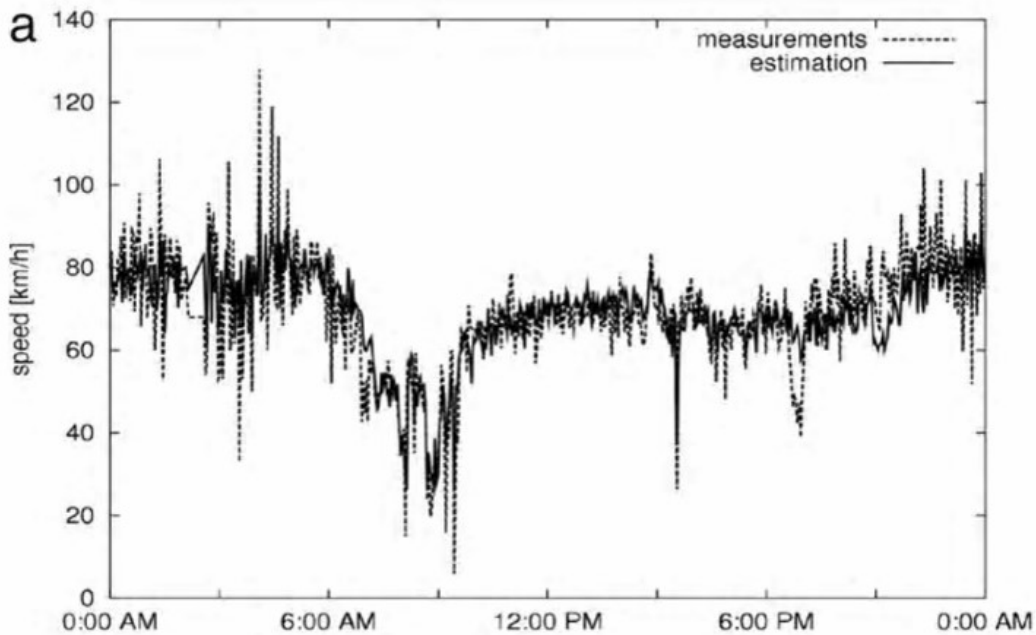
Továbbá annak a megállapításának is nagyon örültem, hogy: „Minden egyes részletet gondosan kidolgozott, esztétikus ábrával illusztrált magyarázat segít megérteni. Az olvasónak olyan benyomása van, mintha egy kiválóan megírt egyetemi előadás jegyzetét olvasná.”

A tárgyalásmód tartalmával kapcsolatban azt a kiemelését köszönöm, hogy a "7. A modell stabilitásának vizsgálata a Lyapunov-függvény alkalmazásával" c. fejezetben tárgyalja a Szerző annak az elegáns lineáris Lyapunov-függvénynek az alkalmazását, amelynek segítségével a megoldás stabilitásának szükséges és elégséges feltétele egyszerűen állapítható meg."

Külön köszönöm Tisztelt Bírálóm 3.1. pontban tett nagyon pontos és hasznos kritikai észrevételeit a „Kisebb szövegszerkesztési pontatlanságok vonatkozásában” is. Ezek kivétel nélkül helytállóak: pl. a zárójel hiánya, a felesleges felső 1-es index az "Osgood-féle unicitás tételnél. A 3.3. ábrát és 3.4. ábrát nagyobb méretben kellett volna bemutatnom (pl. az itt bemutatott méretben) - akkor jobban látható lett volna, hogy az egyes ábrákon azonos típusú forgalmi jellemzők (a keresztmetszeti forgalom, ill. a keresztmetszeti sebesség) mért és számított (becsült) értékei vannak feltüntetve a tárgyalt irodalmi hivatkozásnál. Természetesen nagyon köszönöm a többi észrevételt is. Ezeket figyelembe veszem az anyag további felhasználása során.



3.3. ábra



3.4. ábra

4. Tartalmi kérdések, észrevételek

A "3.5. A további vizsgálatok szempontjából fontos modellezési megfontolások és irányok, amelyeknél a forgalom és a sebesség értékek mérési zajokkal terheltek" c. fejezetben a Papageorgiu által felállított modellről az olvasható, hogy "Folytonos esetben, egy t időpillanatban az eltérési hibát

$$E(t) = V(\rho(t)) - v(t)$$

számítja, amelynek abszolút értékére exponenciális csökkenést írnak elő: ". **Mi a fizikai alapja a (3.4) egyenletben az $E(t)$ mennyiségre előírt exponenciális csökkenésnek?** (Az exponenciális alak formális előnye jól látszanak:

$$\dot{E}(t) = -\frac{E(t)}{\tau} \quad \text{miatt, az} \quad \dot{E}(t)$$

kifejezésébe egyszerűen "visszacsempészhető" $E(t)$ értéke. **Más típusú relaxáció feltételezése nem lenne lehetővé egy ilyen "trükköt".**) Ez valóban egy "előírás", aminek érvényességét valamilyen módon "garantálni kell", vagy inkább csak egy észszerűnek tűnő közelítés, amelyet valamilyen kvalitatív érveléssel lehet meg támogatni?

Válasz: Ahogy én látom, az eltérési-minimalizálási módszer fizikai alapja az, hogy simítsa a sebességmérésekből eredő kiugrásokat. Egyszerre veszi figyelembe a szegmensben mért $v(t)$ sebességet és a szegmensre korábban empirikus úton meghatározott sebesség-sűrűségfüggvényt alapján, ugyanazon t időpontban számított V sebesség értéket. E két sebesség érték a kiindulási alap a fenti számításnál. Ez egy észszerű, hasznos közelítés. Természetesen a forgalom modellezésénél a valós idejű forgalom-becslésekre ma már a Kalman szűrő széleskörű alkalmazása nyújtja a leghatékonyabb megoldásokat.

5. A tézisek értékelése

A tézisek értékelésével kapcsolatban nagyon köszönöm Tisztelt Bírálóm azon megállapítását, hogy: „A Szerző által bevezetett 'új modell' egy 'absztrakt konstrukció', amely mentesül a hagyományos 'térképalapú modellek' nehéz általánosíthatóságától.”

Külön köszönöm Tisztelt Bírálóm ezen értékelő fejezetben elvégzett munkáját! Nagyon pontosan feltárta a gyakorlati és elméleti kérdések kapcsolatrendszerét. Ezzel kapcsolatban az alábbi megállapításait külön is kiemelem:

„A modell érdekes eleme a (4.2) egyenlet szerint definiált 'járműsűrűség' alkalmazása”

„További fontos részlet, hogy az alkalmazott formalizmus a parkolókat nem 'forrásként' vagy 'nyelőként' közelíti, mint a hagyományos eljárások, hanem azok ugyanolyan 'típuselemekkel' ('általánosított szektorok') írhatók le, mint az úthálózat többi része”

„Nagyon lényeges, hogy a modellbe tetszőlegesen sok sebesség-járműsűrűség függvény illeszthető bele”

„A Szerző részletes, jól kidolgozott példákkal mutatja meg a kapcsolati mátrix elemeit. Koherens modell kialakítása szempontjából kruciális jelentőségű a sebesség-sűrűség függvények (5.11)-ben adott, előírt tulajdonságú $f(x)$ magfüggvényből való származtatása”

Kérdés: Az egzaktul 0 érték kapcsolatban áll-e a 63. oldalon tárgyalt Greenshields-féle paradoxonnal?

Válasz: Igen. Az első matematikai alakban meghatározott sebesség-sűrűség függvény a Greenshields-féle függvény volt. Mikroszkopikus forgalmi körülmények között került meghatározásra a lineáris összefüggés a járműsűrűség és sebesség között. Ez alapján, ha teljesen bedugul az útszakasz akkor 0 a sebesség és teljesen leáll a forgalom, ha viszont el kezd csökkenni a járműsűrűség, akkor arányosan kezd növekedni a sebesség a V_{max} értékhez. Makroszkopikus modellezés esetében, összevont trajektóriákon a paradoxon miatt az állapítható meg, hogy a teljes telítődés esetén is létezik egy pozitív továbbhaladási sebesség, tehát az irodalomban fellelhető sebesség-sűrűség függvények köréből azok alkalmazhatók korlátozás nélkül, amelyeknél maximális sűrűség esetén sem 0 a sebesség.

Külön köszönöm a célfüggvényre vonatkozó megjegyzését is! Valóban, Tisztelt Bírálómnak igaza van: a pontos meghatározás az, hogy: „A célfüggvény értéke függ a rendszer feltételezett jövőbeni állapotaitól, melyeket a rendszer modellje alapján a beavatkozó jelek és a kezdőállapot függvényében számolni tudunk.”

Másik megállapítását is nagyon köszönöm, miszerint:

„Sajnálattal állapítom meg, hogy éppen a fenti megfontolások összefoglalásaként formálisan nem jelenik meg egy újabb "Tézis" az értekezésben. Megítélésem szerint a 94. oldalról kiemelt alábbi szövegrész megfelelt volna egy újabb tézisnek: "A csomópontok maximális járműátbocsátására a hálózati modell alapján MPC-alapú, rapid irányítási stratégiát határoztunk meg, ... , amely egyszerre valósítja meg a csomópontok optimális átbecsátását és a tartományszinten az optimális járműsűrűséget is.”

Ezzel kapcsolatban úgy ítélt meg, hogy ez egy olyan alkalmazás, amely erősíti a modell értékét és konkrét adatokkal is alátámasztja a gyakorlati felhasználásnál elérhető eredményeket - ezért nem fogalmaztam meg ezt az eredményt a tézisek körében.

Szintén köszönöm Tisztelt Bírálóm további megjegyzését:

„Bár formálisan tézisként nem jelentkezik, ez a rész megerősíti az értekezés egészének tudományos értékét, a 9. Alkalmazás: Trajektórián történő mozgás, egyedi sebességfolyamatok kinyerése és optimális trajektória meghatározása. Modellezés és validálás valós hálózatokon, szakaszban közölt eredmények összefoglalásával.”

6. Nyilatkozat az egyes tézisek elfogadásáról vagy elutasításáról

Nagyon köszönöm Tisztelt Bírálóm alábbi összegző megjegyzését:

„Összefoglalva ismételtelen kijelentem, hogy az értekezés minden egyes tézisének a Szerző által adott megfogalmazásban elismerem új tudományos eredménynek.”

Emellett köszönöm még a probléma megközelítésére, az általános modellezési keretrendszerre és a matematikai megalapozottságra vonatkozó alábbi megjegyzéseit is:

„Megítélésem szerint Szerző a műszaki tudományok területén kiemelten értékelhető, hatékony gyakorlati probléma megközelítést dolgozott ki.”

„Ezzel olyan általános modellezési keretrendszert hozott létre, amely mentes a gyakorlati szempontból fölösleges "komplexitásoktól" „E keret alkalmas a legkülönbözőbb zajmodellek hatásainak vizsgálatára is. Továbbá, a Szerző elérte, hogy konkrét szimulációs eredményeit a szigorú matematikai megalapozottságra támaszkodva hihetővé, elfogadhatóvá tegye.”

Végezetül külön is megköszönöm Professzor Úr 7. 8. és 9. pontban tett pozitív nyilatkozatait!

Összefoglalva: megköszönöm Dr. Tar József egyetemi tanár, MTA Doktora nagyon sok területre kiterjedő, részletes bírálatát. Sok szempontból értékes megjegyzéseit a további kutatásaimnál mindenképpen hasznosítani fogom.

Megköszönöm a doktori értekezés eredményeivel kapcsolatos átfogó megállapításait és azt a jelentős energiát és időráfordítást, amelyet a bírálatra fordított.

Budapest, 2021. 12. 01.

Tisztelettel:



.....
Dr. Péter Tamás

a műszaki tudomány kandidátusa