

Válasz Dr. Tar József opponensi véleményére

Leitold Dániel
2020. május 22.

Mindenekelőtt szeretném megköszönni Dr. Tar József Professzor Úrnak, hogy elvállalta dolgozatom bírálatát, és mind a házivédésre, mind a védésre egy igen tartalmas, átfogó és tanulságos bírálatot készített részemre.

A Professzor Úr jó pár helyesírási hibára hívta fel figyelmemet a dolgozatom kapcsán, amit ezúton is nagyon szépen köszönök, megtisztelő a Professzor Úr alapossága. Több esetben magyar nyelvtani hibákat ejtettem, amelyeket valószínűleg figyelmetlenségből követtem el. Sajnos az angol nyelvű munkák feldolgozása, illetve angol nyelvű publikálások mellett eltörpült a feldolgozott magyar nyelvű irodalmak száma, így a magyar terminológia megfelelő kiválasztása nehézséget okozott a dolgozat írása során. Bízom benne, hogy ennek ellenére a magyar verzió is érthető és követhető. A további munkáim során fokozott figyelmet fogok erre fordítani.

A továbbiakban sorra veszem az Opponens megjegyzéseit, kérdéseit, és igyekszem azokat legjobb szakmai tudásomnak megfelelően megválaszolni.

1. megjegyzés: *A „1.2.2 Tudományos hatás a dinamikus rendszerek területén” c. alfejezet utolsó mondata a maga kontextusában nehezen értelmezhető számomra: „A megadott eredmények minősítése szintén érzékeny pont, mivel a rendszereknek pontosan le kell képezniük a valóságot.” Ez a megfigyelés érzésem szerint túlmutat az értekezés határain, ugyanis a valóságot inkább maguk a rendszerek jelentik, míg azok többé-kevésbé pontos leképezését a rendszermodellek végzik. A Szerző által ajánlott módszer a rendelkezésre álló modellekből kiindulva dolgozik, és annak a kérdésnek az eldöntése, hogy ezek milyen pontosan írják le a valóságot, legalábbis számomra, nem tűnik a Szerző feladatának. Kiindulásképp használhatja a rendelkezésére álló modellt, továbbá a valóságot nem tükröznie kell, hanem megfelelő elemek beépítésére tett javaslataival „formálnia”, módosítania is kell.*

Köszönöm szépen a megjegyzést, valóban túlságosan sokat ígérő lett a mondat. A „az eredményeknek le kell képezniük a valóságot” mondat írásakor célom volt annak elébe menni, amire már az irodalomban is rámutattak: a strukturális elemzések néha fizikailag lehetetlen megoldást javasolnak (Wang, Chen, Wang, & Lai, 2017). A helyes megfogalmazás sokkal inkább az lenne, hogy: Az eredményeket több mérőszámmal is érdemes leírni annak érdekében, hogy a gyakorlati megvalósíthatóságot a lehető legjobban meg tudjuk állapítani az elméleti módszerek adta keretek között.

A megadott eredmények minősítéséhez tartozik, de nem lett külön deklarálva az is, hogy valós példákon miként funkcionál a javasolt módszertan. A valós példákat két módon közelítem meg: elsőként a rendszer strukturális jellemzője a valóságból származzon. Kimutattam annak hatását, hogy a benchmark példák többsége nem a dinamikus rendszerekkel ekvivalens folyamatokat képeznek le, vagy ha igen, akkor nem megfelelően vannak modellezve. A hibás benchmark példák alkalmazása a módszer működőképességét igazolhatják, holott valós topológiákon a módszer hibás, vagy nem megfelelő eredményekkel szolgálhat. Másfelől a valós hálózat alkalmazása (annak méretével és komplexitásával) megmutatja, hogy mennyire alkalmazható flexibilisen nagyobb problémákon is a javasolt módszertan. Ezek mind

igyekeztek megjeleníteni a fent említett mondatban, sajnos sikertelenül. Ezen felül sajnos sok más mögöttes tartalom is megjelent, ami nem volt célom és fel tetszett hívni rá a figyelmet, így köszönöm szépen a javaslatot, valóban helytelen volt a megfogalmazás.

2. megjegyzés: *Akármi is a T -vel jelölt mennyiség dimenziója, a leírás szerint az egyenletek bal és a jobb oldalán lévő mennyiségek dimenziója nem lehet azonos egymással [...] Hasonló megfontolás érvényes a másik cső kimeneti hőmérsékletére vonatkozó egyenletre is.*

Köszönöm szépen ezt a részletes megjegyzést, ugyanakkor kicsit zavarban vagyok, mivel a megjegyzése úgy kezdődött, hogy az egyenlet két oldalán lévő mennyiségek dimenziója nem azonos, majd meg tetszett mutatni, hogy miért azonos (amennyiben jól értelmeztem a leírtakat). Az egyenletet egy 1995-ös munkából származtattam (Varga, Hangos, & Szigeti, 1995). Az általam használt mértékegységek a következők:

$$\frac{dT_{ho}}{dt} = \frac{v_h}{V_h} (T_{hi} - T_{ho}) + \frac{UA}{c_{ph}\rho_h V_h} (T_{co} - T_{ho})$$

$$\left[\frac{K}{s}\right] = \left[\frac{\left(\frac{m^3}{s}\right)}{m^3} (K)\right] + \left[\frac{\left(\frac{\frac{J}{s}}{m^2 K}\right) (m^2)}{\left(\frac{J}{kg K}\right) \left(\frac{kg}{m^3}\right) (m^3)} (K)\right]$$

$$\left[\frac{K}{s}\right] = \left[\left(\frac{1}{s}\right) (K)\right] + \left[\frac{\left(\frac{\frac{J}{s}}{K}\right)}{\left(\frac{J}{K}\right)} (K)\right]$$

$$\left[\frac{K}{s}\right] = \left[\frac{K}{s}\right] + \left[\left(\frac{1}{s}\right) (K)\right]$$

A levezetés alapján a bal és jobb oldal is ugyanazt a mennyiséget tartalmazza. Az opponens megjegyzésének egy kulcs részének érzem a „(ami nem azonos fizikailag a folyadékáramsűrűséggel)” részt. Gyanítom itt tér el a két mennyiség egymástól, és valóban ekkor más lesz a két oldal mennyisége. Azonban munkámban a fenti „örökölt” megközelítést alkalmaztam. Köszönöm szépen az észrevételt, és az érdekes felvetést!

3. megjegyzés: *A 2. altézist nem tartom új eredménynek, hiszen abban azt írja, hogy „2. Kimutattam a hőcserélő hálózatokat tervező módszerek vezérelveit a hálózati mérőszámok korrelációja alapján, ami a hőintegráció növelése vagy a telepítési költség minimalizálása.” Ezek a „vezérelvek” eleve ismertek mint gazdaságilag motivált tervezési szempontok, a Szerzőnek nem a hálózatelemzésből kellett „rájönnie” ezekre a vezérelvekre. Mindenesetre megnyugtató vizsgálati eredmény, hogy ezek az elvek megmutatkoztak a hálózati mérőszámok korrelációjában.*

Teljesen jogos a megjegyzés, és valóban ismét egy rossz megfogalmazásról beszélhetünk. Az altézist két részben tudom kifejteni.

Az altézissal nem azt akartam kijelenteni, hogy magukat a vezérelveket én mutattam ki, hanem azt akartam kijelenteni, hogy a hálózatelemzés során alkalmazott mérőszámok alkalmasak arra, hogy kimutassák a vezérelvet akkor is, ha például az előre nem ismert. Ettől függetlenül a módszer vezérelvét nem én határozom meg, és elvárt, hogy az jól dokumentálva legyen valahol. De az általam használt mérőszámok, illetve azok korrelációi összefüggnek a módszer által alkalmazott vezérelvvel, ami mindenképp egy megerősítő jelenség a használhatóságot illetően.

Ugyanakkor a mérőszámok még ennél is tovább mennek. Egy adott megközelítés (pl. MER tervezés) esetén az alapelveket alkalmazó módszerek az általam bemutatott módszertannal tovább finomíthatók. Ha úgy tetszik, akkor az a kérdés, hogy MER tervezés mellett melyik módszer képes kevesebb kapcsolattal rendelkező, vagy kevesebb hőcserélő egységet tartalmazó, vagy esetleg irányíthatóság és megfigyelhetőség szempontjából (relatív rend) kedvezőbb hálózatot szolgáltatni, úgy már értelmet nyer az a kijelentés, hogy a vizsgálataim kimutatták a módszerek vezérelveit. Valóban, továbbra is sántít az altézis, így annak módosítását el fogom végezni a következőre: Kimutattam, hogy az általam felhasznált hálózati mérőszámok alkalmasak a hőcserélő hálózatokat tervező módszerek vezérelveinek azonosítására, továbbá azonos vezérelvet alkalmazó módszerek összehasonlítására, és tovább finomított jellemzésére.

1. kérdés: *Munkájának milyen továbbfejlesztési lehetőségeit látja nemlineáris rendszermodellekkel leírható hálózatok analízisében?*

Kutatásaim a lineáris modellekre összpontosultak, így a nemlineáris modellek vizsgálata viszonylag háttérbe szorult doktori kutatásaim során. A dolgozat 1.2.1.2 fejezete a nemlineáris megközelítésről szól, ami felvet egy-két, a módszerrel kapcsolatos kérdést. Jelenleg a nemlineáris rendszerek elemzése a hálózatelemzési megközelítéssel a linearizáláson alapszik. Ennek hátránya, hogy nem a teljes rendszert, csupán annak egy (esetenként sokkal) szűkebb részét tudjuk minősíteni. További bizonytalanságot okoz az a jelenség is, hogy egyes esetekben a linearizált modell nem, viszont az eredeti nemlineáris rendszer irányítható (Liu & Barabási, 2016). Ezeket összegezve a szakmai véleményem az, hogy a nemlineáris rendszerben való alkalmazhatósághoz még további fejlesztéseket igényel a módszertan, jelenlegi állapotában erős korlátozásokkal szabad használni. Ennek következtében én jelenleg még nem tervezem a munkámat nemlineáris rendszerekre kiterjeszteni.

2. kérdés: *Várható-e jelentős előretörés azon analógia alapján, hogy miként az LTI esetben nem konkrét mátrixszorzatok kiszámolására volt szüksége, hanem csak a kapcsolatok létének vagy nemlétének felderítésére, ugyanígy a Lie-deriváltak konkrét kiszámolására sincs szükség, csupán annak a láncolatnak a felderítésére, hogy valamelyik szabályozó jel van-e hatással valamelyik állapotváltozó valamelyik deriváltjára?*

A kérdés az előző kérdéshez kapcsolódik, de külön válaszolom meg. A nemlineáris rendszerek elemzésénél amint a módszertannak sikerül ledönteni a nemlinaritásból adódó korlátot, úgy az előretörés bekövetkezik, és a dolgozatomban bemutatott szinte összes elemzés (mind az általam fejlesztett, mind az irodalmi áttekintésben bemutatott munkák) értelmezhetővé válnak nemlineáris rendszerekre is. Szóval egyértelmű az előretörés, amint az előttünk álló falak ledőlnek. Sajnos jelenlegi ismereteim mellett (főleg a nemlineáris rendszerekkel kapcsolatos hiányosságok miatt) nem tudom megmondani sem azt, hogy ez mikor következik (következhetsen) be, sem azt, hogy bekövetkezhetsen-e egyáltalán.

Idézett forrásmunkák

- Liu, Y.-Y., & Barabási, A.-L. (2016). Control principles of complex systems. *Reviews of Modern Physics*, 88(3), 035006.
- Varga, E., Hangos, K., & Szigeti, F. (1995). Controllability and observability of heat exchanger networks in the time-varying parameter case. *Control Engineering Practice, Elsevier*, 3(10), 1409-1419.
- Wang, L.-Z., Chen, Y.-Z., Wang, W.-X., & Lai, Y.-C. (2017). Physical controllability of complex networks. *Scientific reports*, 7(40198).

Veszprém, 2020. május 22.

Köszönettel:



Leitold Dániel
doktorandusz
Pannon Egyetem
Informatikai Tudományok Doktori Iskola