

Opponensi vélemény

Leitold Dániel

*Hálózat-alapú irányíthatósági és megfigyelhetőségi elemzés,
szenzorok és beavatkozók optimális elhelyezése*
címen benyújtott PhD értekezéséről

1. Bevezető megjegyzések

Leitold Dániel PhD értekezését a Pannon Egyetem Informatikai Tudományok Doktori Iskolájában készítette el, kutatásait Dr. Fogarassyné Vathy Ágnes és Prof. Abonyi János irányításával végezte.

Az utóbbi néhány évtized fontos és sok tudományos/műszaki újdonságot hozó fejleménye, hogy a technológiai rendszerek jó része nem izoláltan, hanem több szintű (fizikai, kommunikációs) hálózati környezetben működik. A 4. ipari forradalomban alapvető szerepet játszó ún. kiber-fizikai rendszereken fizikai objektumok (pl. gépek, berendezések vagy éppen természetes részrendszerek), kommunikációs csatornák és számítási eszközök együttműködő és rendszerint hierarchikus hálózatát értjük. Régóta tudjuk, hogy az interakciók sokasága és sokfélesége miatt ezek a bonyolult hálózatok általában nem kezelhetők a részrendszerek összességéként, hanem azokhoz képest gyakran minőségileg is eltérően viselkednek. A hálózati topológiából adódó rendszertulajdonságok analízise és az ezekhez kapcsolódó számítási algoritmusok és tervezési módszerek kidolgozása képezi az ún. hálózat-elmélet (network science) tárgyát, amely az elmúlt 10-15 évben rendkívüli népszerűsége tett szert. Ezen belül is viszonylag friss kutatási iránynak számít a dinamikus rendszerek hálózatelméleti megközelítése, amelynek talán legismertebb alkalmazásai a rendszerbiológiában ill. a szociális-gazdasági hálózatok terén találhatók. Az értekezés tehát egy fontos és nagyon aktívan kutatott területhez kapcsolódik, és jól illeszkedik a doktori iskola fő kutatási irányaihoz. Fontos kiemelni, hogy a jelölt a munkahelyi vitán felmerült fontosabb kérdéseket és kifogásokat a disszertáció végleges változatában megfelelően kezelte.

2. Formai észrevételek

A magyar nyelvű dolgozat teljes hossza 117 oldal, ebből a bevezetés 16 oldal, az új tudományos eredményeket tartalmazó 2-4. fejezetek terjedelme 55 oldal, az összefoglaló fejezet pedig 3 oldalas. A disszertációhoz tartozik továbbá egy két részre osztott, összesen 19 oldalas függelék, amely fontos kiegészítő információkat tartalmaz az alkalmazott módszerekről, ill. a kapott számítási eredményekről. A fejezetek beosztása terjedelmi szempontból arányos, de a szerző láthatóan nem törekedett különösebb tartalmi/formai egységesítésre, hanem a 2-4. fejezetekben lényegében a tézisek alapjául szolgáló publikációk anyaga jelenik meg (ez külföldön is gyakran alkalmazott szerkesztési mód). A dolgozat formai kivitelezése és a szövegszerkesztési munka jó színvonalú, az ábrák és táblázatok jól érthetők és informatívak. Előszörva találhatók elgépelések és az angolból tükrörfordítással visszanyert szakkifejezések, amelyeket azonban a magyar szakirodalomban más formában használunk. Szerencsére ezek az érthetőséget nem befolyásolják. Összefoglalva megállapítható tehát, hogy a dolgozat megfelel a PhD értekezésekre vonatkozó formai követelményeknek.

3. Az egyes fejezetekhez tartozó tartalmi észrevételek és kérdések

1. fejezet (Bevezetés, célkitűzések)

A bevezetésben a szerző röviden áttekinti a hálózatalmélet-alapú üzemeltetési analízis legfontosabb eredményeit és kihívásait. Az irodalmi hivatkozások között megjelennek a legfrissebb eredmények, és a dolgozat végleges változatába már bekerültek a régebbi alapok is egészen az 1970-es évektől kezdve. Az 1.1 és 1.2 ábrák meggyőzően mutatják a vizsgált terület növekvő népszerűségét és fontosságát, ill. a vonatkozó kulcsszavak hangsúlyait és kapcsolódásait. Jó ötletnek tartom az 1.1 - 1.4 Táblázatokban található leírást az irodalmi eredmények tömör összefoglalására.

Megjegyzések, kérdések

1. Mit tart a hálózatalméleti megközelítés legfontosabb hozzájárulásának az irányíthatóság/megfigyelhetőség (és egyéb kapcsolódó tulajdonságok) vizsgálatában a korábbi ismert eredményekhez képest?
2. Az 1.2.1.2 szakaszban, gondolom, az állapotok 'nyitott halmazán' *nyílt halmazt* (open set) értünk.
3. 1.1 Táblázat: 'szabályozhatósági Gramian' helyett *irányíthatósági Gram-mátrixot* javasolnék.

2. fejezet (Dinamikus modellek irányíthatósága és megfigyelhetősége)

A 2. fejezet témája komplex hálózatok struktúrális irányíthatóságának és megfigyelhetőségének vizsgálata. A szerző számos irodalmi és saját példán keresztül megmutatja, hogy a dinamikus viselkedés figyelembe vételével és a rendszermodellhez tartozó irányított gráf ennek megfelelő felírásával lényegesen csökkenthető az irányíthatóság ill. megfigyelhetőség biztosításához szükséges aktuátorok vagy szenzorok száma ahhoz képest, ha pl. csak a nyilvánvaló fizikai kapcsolatokat vesszük figyelembe. Ez az analízishez tartozó maximális párosításokon alapuló algoritmusok ismeretében nem meglepő, hiszen a gráf rendszerint lényegesen sűrűbbé válik a kiinduló változathoz képest. Az eredmények mutatják az első látásra nem feltűnő dinamikai kapcsolatok fontosságát az irányíthatósági és megfigyelhetőségi analízisben.

Megjegyzések, kérdések

4. Hogyan értelmezi a hálózatalméleti irodalom az irányíthatóságot/megfigyelhetőséget a statikus esetben?
5. A 2.1 és 2.3 és 2.4 ábrák bizonyos feliratait angol nyelvűek maradtak.
6. Általános esetben igaz-e, hogy a 2.4 ábra (a), (b), (c) gráftípusai részgráfjai a (d) gráfnak, nem tekintve a be- és kimenetekhez tartozó éleket?

3. fejezet (Relatív foksám csökkentése)

A 3. fejezet témája kimenetválasztási módszer ismertetése több bemenetű, több kimenetű lineáris rendszermodellekhez, ahol a cél a megfigyelhetőség biztosítása és a vektor relatív fok 'nagyságának' (egyfajta vegyes normájának) minimalizálása. A feladat kombinatorikusan komplex, így a szerző több heurisztikus algoritmust is ad a relatív fok csökkentésére. Az algoritmusok teljesítményét különböző nagyságú számítási példákon keresztül elemzi és összehasonlítja. Az így kapott eredmények meggyőzően mutatják a megkonstruált algoritmusok alkalmazhatóságát akár nagy méretű hálózatok esetén is (1000 körüli csúcs, több ezer irányított él).

Megjegyzések, kérdések

7. Mi miatt lesz NP-nehéz a (3.1) optimalizálási feladat?

8. Figyelembe vehetők-e további korlátozó feltételek az optimalizálási feladatban (pl. lehetséges-e bizonyos fizikailag nem mérhető állapotok kizárása a kimenetek közül)?
9. Van-e bármiféle elméleti garancia a konvergenciára az mCLASA és/vagy GDFCMSA algoritmusoknál? (Esetleg tapasztalt-e divergenciát a számítások során?)

4. fejezet (Hőcserélő hálózatok analízise)

A 4. fejezet hőcserélő hálózatok struktúrális alapú üzemeltetési analízisével foglalkozik. A szerző igazán nagy volumenű munkát végzett ennél a feladatnál: több mint 20, az irodalomban található különböző célú optimalizálási algoritmust tekintett át, 54 struktúrával ill. dinamikával kapcsolatos tulajdonságot definiált és vizsgált, majd ezek bonyolult összefüggéseit analizálta benchmark feladatok megoldásából származó több mint 600 példán.

Kérdés

10. Milyen típusú algebrai egyenletek társulhatnak a (4.1) – (4.2) egyenletekben leírt dinamikus modellhez? Hogyan kezelhetők ezek a számításokban?

A tézisekről

A szerző három fő tézispontban összegezte új tudományos eredményeit. Minden tézisponthoz több referált publikáció tartozik, közöttük legalább egy-egy impakt faktoros folyóiratcikk. A tézispontok publikációs alátámasztottsága tehát teljesen megfelelő. A téziseket elfogadom a szerző saját új tudományos eredményeinek. Egy megjegyzés: úgy látszik, hogy a magyar nyelvű tézispontok fordítással keletkeztek az angol nyelvű anyagból, és ez helyenként (pl. 1.(c), 3.(a)) elég magyartalanra sikerült. Kérem a jelöltet, hogy a védésen a tézisek megfelelő, szükség esetén korrigált formában hangozzanak el.

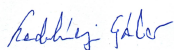
Publikációs tevékenység értékelése

A dolgozat témájához kapcsolódóan a szerzőnek 3 magas impakt faktorú első szerzős folyóiratcikke jelent meg. Ezek adják a fő tézispontok alapját. A publikációs listában szerepel még 2 további referált folyóiratcikk és 2 referált konferenciaticikk. Ezekon kívül további folyóirat- és konferenciatickei is jelentek meg a jelöltnek, amelyek nem kapcsolódnak szorosan a tézisekhez. Megállapítható tehát, hogy a jelölt magasan teljesíti a doktori iskola által meghatározott fokozatszerzési publikációs követelményeket.

Összefoglaló vélemény és javaslat

Disszertációjával és publikációival Leitold Dániel megmutatta, hogy képes a magas színvonalú önálló tudományos munkára. A dolgozatban leírtakat a jelölt saját eredményeinek fogadom el. Javaslom az értekezés nyilvános vitára bocsátását és sikeres védés esetén a PhD fokozat odaítélését Leitold Dániel számára az informatikai tudományok területén.

Székesfehérvár, 2020. 05. 09.



Dr. Szederkényi Gábor
egyetemi tanár
PPKE-ITK