

Bírálat

Varga István

“A közúti járműforgalom becslése és irányítása”

című doktori értekezéséről

1. A témaválasztás, formai értékelés

Közismert, hogy napjainkban a közúti közlekedés és különösen a zsúfolt városi közlekedés forgalmának szabályozása területén számos kihívással kell szembe néznünk. A közúti forgalom hatékonyabb irányítása, mint kutatási téma nagyon időszerű és mind elméleti, mind gyakorlati szempontból rendkívül érdekes.

Az értekezés, mint tudományos munka központi kérdése a közúti forgalomirányítás modellezésének és tovább fejlesztésének bemutatása az irányításelméleten alapuló rendszerleíró szemlélet és eszköztár segítségével. Ennek keretében a közúti közlekedésben meglévő modellezési, állapotbecslési és irányítási problémákra találunk új módszereket és megoldási javaslatokat. Az értekezésből körvonalazódó tudományos kutatómunka talán legfontosabb érdeme, hogy a közúti közlekedés természetéből fakadó rendkívül sok korlátozást sikerült a szabályozótervezés során megfelelően megválasztott módszerekkel biztosítani.

A dolgozatban felhasznált matematikai, rendszerelméleti valamint a korszerű irányításelméleti alapok ismerete és alkalmazása széleskörű tudományos ismeretekre és gondos kutatásokra és alkotómunkára utalnak. Az értekezés kidolgozása arányos és alapos rendszerelméleti és közlekedéstechnikai ismereteken alapul. Az értekezés nyelvezete világos és jó stílusú. Kivitelezése gondos, az ábrák és a képletek megformálása is szépnek mondható.

2. Az értekezés felépítése, és általános értékelése

Az értekezés 6 érdemi fejezetet tartalmaz összesen 95 oldal terjedelemben, amely így a megengedett 100 oldalon belül marad.

A bevezető fejezet részletes történeti és szakirodalmi áttekintést ad a közúti forgalomirányítás tudományos fejlődéséről az elmúlt 150 évben, majd felvázolja a kutatómunka célkitűzéseit.

A második fejezet a közúti közlekedés leírásának és modellezésének sajátosságait mutatja be, majd megadja a közúti forgalomirányítás általános irányítástechnikai megközelítésű felépítését és megkonstruálja az optimalizálandó célfüggvényt.

A harmadik fejezet a közúti forgalomirányítás területén feltárt négy becslési problémára mutat be megoldást, a sorban álló járművek számának becslésétől a mobiltelefon információk felhasználásával becsült járműforgalom közelítéséig. A fejezethez tartozó új tudományos eredmények az 1. és a 2. tézisben fogalmazódnak meg.

A negyedik fejezet az állapottér alapú városi forgalomirányítás eddigi eredményeit veszi számba. Bemutatja a területen korábban alkalmazott állapottér alapú megközelítéseket és azok hiányosságait, majd ezek továbbfejlesztésére tesz javaslatot. Az értekezésben bemutatott módszer alkalmas a városi hálózatokban, több csomópont jelzőlámpás irányítási rendszer megvalósítására, akár bizonytalanságokkal terhelt robusztus és elosztott felépítésű változatban is. A fejezethez tartozó új tudományos eredmények az 3. és a 4. tézisben öltönek formát.

Az ötödik fejezetben a szabad áramlású járműforgalom irányítása terén láthatunk egy új megközelítési módszert, több kritérium együttes figyelembevételével az irányítási feladat megoldása során, amelyet a fejezet végén az 5. tézisben fogalmaz meg a szerző.

Az értekezés hatodik fejezete az „Összefoglalás”, amit a melléklet követ, amely összesen 13 függelékből áll. A melléklet az egyes kutatási eredményeknek magyarázatokkal, példákkal és levezetésekkel történő alátámasztására szolgál. A függelékben bemutatott algoritmusok, bizonyítások és példák szorosan kapcsolódnak az értekezés tartalmi részéhez.

Az értekezés végén több mint 60 saját publikációt közöl a Jelölt és ezen kívül még 140 külső hivatkozást számlálhatunk meg. A dolgozat kiegészül még az elején található tartalomjegyzékkel, valamint az ábrák és táblázatok jegyzékével is, amelyek hatékonyan segítik az értekezés olvasását és szerkezeti jellegű áttekintését is.

3. A tézisek értékelése

Az értekezés harmadik fejezetében kezdődik az új tudományos eredmények bemutatása. Ebben a fejezetben a Jelölt, a közúti közlekedés egyik sajátosságának kezelésére keres hatékony és sajátos módszert. Abból indul ki, hogy jellemzően olyan folyamatokat irányítunk a közlekedésben, amelyekről nem állnak rendelkezésünkre teljes körű mérési adatok. Az ilyen jellegű rendszerek szabályozása csak a rendszer belső állapotának becslése révén és robusztus irányítások tervezésével lehetséges, ahol a különböző zavarásokat, modellezési hibákat és bizonytalanságokat is figyelembe tudjuk venni. Az előzmények, a kifejtés és a bizonyítás után, a fejezet végén található meg az új tudományos eredményeket összefoglaló 1. és 2. tézis kimondása:

Az 1. tézisben a Jelölt bemutatta, hogy a városi hálózatokban a járműszám és a torlódási információk elegendő pontossággal becsülhetők a hiányos mérések esetén is. Az egyedi kereszteződés torlódási információját egy hibadetektáló szűrővel becsülte meg, majd ezt az információt egy transzkonfiguráló szabályozó struktúrába bemenetként jelenítette meg. Kimutatta továbbá, hogy a jelzőlámpa előtti sorfelépülési modellben hiányos mérés esetén is viszonylag pontos járműszám becslés adható Kalman-szűrővel. A tézishez 6 tudományos közlemény kapcsolódik.

A 2. tézisben a Jelölt bemutatta, hogy a közúti közlekedési folyamatok változói korlátozások mellett is becsülhetők állapottérben felírt közlekedési modellekben. A korlátozásokat is figyelembe vevő, mozgó horizontú becslés módszerét a célforgalmi

mátrix meghatározásán keresztül igazolta. A tézishoz 12 tudományos közlemény kapcsolódik. Bár az értekezésben nem található a hivatkozások között, a publikációs lista alapján talán külön kiemelhető az a tény is, hogy a Jelölt e tárgykörben egy nemzetközi szabadalommal rendelkezik. (Demeter, H ; Vékony, N ; Tettamanti, T ; Varga, I ; Ludvig, Á DETERMINING TRAVEL INFORMATION: Method and system for real-time travel time calculation in road traffic network using radio signaling data WO 2014/023339 A1 , Benyújtás éve (szabadalom): 2012 , Ügyszám: 12748412.9 – 1870.)

Az állapotbecslés után a negyedik fejezetben kezdődik a forgalomirányítással kapcsolatos eredmények bemutatása. A fejezetben olyan módszereket javasolt a Jelölt, a városi forgalomirányításban, amelyek lehetővé teszik a közúti folyamatok állapotváltozóinak és paramétereinek korlátozások mellett végzett, modell alapú becslését. A változók ismeretében bemutatta, hogy a mozgó horizontú irányítás módszere lehetőséget teremt a több csomópontból álló városi hálózat robusztus irányítására, akár elosztott módon is. A fejezet végén található az új tudományos eredményeket összefoglaló 3. és 4. tézis:

A 3. tézisben a városi hálózatok jelzőlámpás irányítását oldotta meg úgy, hogy a rendszerben meglévő korlátozásokat is figyelembe vette. Az irányítás célfüggvénye viszonylag tág keretek között változtatható. A bemutatott predikciós módszer alapja a járműmegmaradási törvénynek egy LTI alakban megfogalmazott modelljére épít. A tézishoz 9 publikációs kapcsolódik.

A negyedik fejezetben található még a 4. tézis is, amely alapvetően az előző tézisben bemutatott módszer továbbfejlesztéseként értelmezhető. Pontosabban az ott bemutatott prediktív forgalomirányítás nemcsak centrálisan számolható, hanem elosztottan is. A bemutatott módszerrel létrehozható egy decentralizált forgalomirányító rendszer, amelyben a hálózat forgalomfüggő jelzéstervét a csomóponti forgalomirányító berendezések párhuzamosan számítják ki. Ezen túlmenően a módosított állapotter modellel a bizonytalanságok figyelembevételére is lehetőség nyílik a robusztus prediktív irányítással. A tézis igazolását 8 tudományos közleményben jelenítette meg a Szerző.

Az értekezés ötödik fejezetében a szabad áramlású autópálya szakaszok felhajtóinak irányítására találunk új megközelítést, ahol a forgalomtechnikai mutatók javításán túl a biztonság, a környezetvédelem és egyéb szempontok együttesen is figyelembe vehetők. A fejezet végén található az új tudományos eredményeket összefoglaló 5. tézisben a következő megállapításokat találjuk.

Az 5. tézisben a Jelölt egy új módszert javasol a gyorsforgalmi utak többkritériumos forgalom-irányítására. Ez esetben a szabályozás, a forgalomtechnikai igények mellett, káros-anyag kibocsátás szempontjából optimálisnak tekinthető állapot súlyozásával valósul meg. A tézis legfőbb érdeme, hogy a forgalomtechnikai szempontból már instabil járműsűrűségű forgalmi állapotokban is képes a rendszert irányítani a javasolt szabályozó alkalmazásával. A tézishoz 11 tudományos közlemény kapcsolódik.

4. Kritikai észrevételek

A választott téma sajátosságából következik, hogy a közlekedésmérnöki és az irányítástechnikai tudomány területeiről igen széles ismereteket ölel át. A Jelölt igyekezett az olvasó számára megteremteni a két terület közötti átjárhatóságot, ami igen nehéz feladat, de egyes helyeken és bizonyos kérdésekben érződik ennek hiánya.

A dolgozatban néhány helyen kisebb tipográfiai hibák találhatók, egy-egy elütés, de összességében a dolgozat megértését ezek nem zavarják.

A függelék egyes matematikai levezetései néhol túlságosan tömörek, célszerű lett volna ezeket jobban kifejteni.

Mind a becslési módszerek, mind az irányítási algoritmusok esetében szerepelnek a Q és R súlyozómátrixok. Ezek helyes megválasztása jelentősen befolyásolja a végeredményt, amit pl. a B2 ábra is jól szemléltet. Célszerű lett volna a dolgozatban hangsúlyosabban megjeleníteni a súlyozómátrixok megválasztásának módszerét, illetve azok kapcsolatát a valós forgalmi folyamatokkal. Itt feltenném a Jelöltnek a kérdést, hogy a becslésekben és az algoritmusokban szereplő fenti súlyozó mátrixok (amelyek hivatottak a rendszer és a modellezés bizonytalanságának tükrözésére is) milyen szempontok, illetve módszerek szerint közelíthetők, illetve határozhatók meg?

5. Összefoglaló megjegyzések

A fentiek alapján összegezésként megállapítható, hogy a Jelölt alapos és széleskörű tudásával és az ezt tükröző tudományos eredmények szempontjából értékes értekezésével meggyőzően bizonyította magas szintű alkotóképességét, bonyolult tudományos kutatási feladatok megoldása és azok mérnöki alkalmazása során. Ezért, és a fenti bírálatom alapján is nyugodt szívvel és kétségek nélkül javasolhatom az értekezés nyilvános védésre való bocsátását és a Jelöltnek az MTA Doktori cím odaítélését.

Budapest, 2020. 02. 20.

Várlaki Péter

az MTA doktora