

Bírálat

Dr. Horváth Gábor

Efficient matrix-analytic solution of multi-type queueing systems with correlated traffic

Többosztályos, összefüggő forgalommal rendelkező sorbanállási hálózatok hatékony, mátrix-analitikus megoldása

doktori értekezéséről

A jelölt kutatásai során főként azt vizsgálta, hogy az ismert Markovi módszereket hogyan lehet kiterjeszteni úgy, hogy alkalmazni lehessen őket valós műszaki problémák megoldására. Ezzel egyidejűleg milyen numerikus eljárásokkal lehet a hatékonyságukat növelni, illetve, hogy milyen modellezési eredmények hiányoznak a valós mérnöki kihívások megválaszolásához.

Az említett területek a nemzetközi kutatások fő irányvonalába tartoznak és konferencia tapasztalataim szerint a szerző megbecsült tagja ennek a kutatói közösségnek.

Az értekezés 167 oldal terjedelmű, angol nyelven íródott, Bevezetésből, 4 részből, ezen belül 10 fejezetből és Függelékéből áll, Irodalomjegyzékében 97 művet sorol fel a szerző, melyből 13 saját publikáció.

Az elért eredményeket 3 csoportba lehet gyűjteni és ennek megfelelően lettek szerkesztve a disszertáció 1,2,3 részei illetve a Tézisfüzetben felsorolt 3 téziscsoport:

- Olyan illesztési eljárások kidolgozása, melyek segítségével a Markovi modellek valós forgalmi adatokból előállíthatók
- Összefüggő forgalommal rendelkező csomópontok hatékonysági vizsgálatai
- Sorbanállási hálózatok analízise

Maga dolgozat gondosan felépített, jól olvasható, nagyon igényes munka. Minden formai kívánalomnak eleget tesz.

Mivel a Tézisek ennek szerkezetét követik ezért csak az új tudományos eredményekkel foglalkozok.

1. téziscsoport: *Fázis típusú eloszlások, Markovi érkezési folyamatok*

Az **1.1-es tézis** megadja a három állapotú PH eloszlások kanonikus formáját, mely – többek között – lehetővé teszi hatékonyabb PH illesztési eljárások kifejlesztését is.

Kapcsolódó publikációk: [1],[2].

Az **1.2-es tézis** egy momentumillesztő eljárást mutat be, amely az erre a célra bevezetett rugalmas reprezentációnak köszönhetően automatikusan képes megnövelni az állapotok számát mindaddig, amíg a cél momentumok illesztése sikeres nem lesz.

Kapcsolódó publikáció: [3].

Az **1.3 tézis** a MAP-ok és MMAPok néhány alapvető tulajdonságára világít rá, és eljárást ad az együttes momentumok illesztésére is, egy- és többosztályos esetben egyaránt. Ezt a tézist három

heurisztikus eljárás egészíti ki, melyek feladata a momentumillesztés eredményének Markovi reprezentációba transzformálása.

Kapcsolódó publikációk: [4],[5],[6],[7],[8],[9].

A tézisek eredményeinek segítségével MAP alapú forgalmi modelleket lehet előállítani együttes momentumokból. Ezek az együttes momentumok származhatnak mérésekből származó adatsorokból, vagy, ahogy azt később a 3.1-es tézis megmutatja, sorok távozási folyamatának analíziséből.

2. téziscsoport: *Egy és többosztályos Markovi érkezési és kiszolgálási folyamattal jellemzett csomópontok vizsgálata*

A **2.1-es, 2.2-es és 2.3-as tézis** témája az egyosztályos MAP/MAP/1, a többosztályos sorrendi kiszolgálással rendelkező MMAP[K]/PH[K]/1-FCFS, valamint a többosztályos prioritásos kiszolgálással rendelkező MMAP[K]/PH[K]/1-Prio sor távozási folyamatának analízise. Bár mindhárom tézis távozási folyamatokkal kapcsolatos, a három sor esetében mások a kihívások és alapvetően különböznek a megoldások is.

Kapcsolódó publikációk: [13];[5],[10];[11].

A **2.4-es tézis** egy új eljárást fogalmaz meg a megszakításos és nem-megszakításos prioritású sorok teljes körű teljesítményanalízisére. Az eljárás a munkahátralék folyamat elemzésén alapul, és a rendszerben lévő igények számára valamint a rendszerben töltött időre adja meg a stacionárius eloszlást, illetve a momentumokat.

Kapcsolódó publikáció: [12].

3. téziscsoport: *Sorbanállási hálózatok analízise*

A 3.1-es tézisben javasolt analízis módszer az első két téziscsoport eredményeinek integrálásával közelítést ad olyan sorbanállási hálózatok teljesítményjellemzőire, melyek forgalma az első téziscsoportban vizsgált Markovi érkezési folyamattal adott, csomópontjait pedig a második téziscsoportban tárgyalt sorok alkotják.

Kapcsolódó publikációk: [5], [13].

A Tézisekben közölt összes eredményt új tudományos eredményként fogadom el.

A **Tézisfüzet** is logikusan felépített, szépen kivitelezett, igényes munka.

A dolgozatban az elméleti részeket és a javasolt algoritmusokat számos numerikus példa és grafikon illusztrálja így az olvasó meggyőződhet a megvalósíthatóságukról. Nagyon értékesnek tartom, hogy a bemutatott tézisek, illetve azok bizonyos változatai, előzményei, szinte mind felhasználásra kerültek konkrét ipari alkalmazásokban. Főbb ipari partnereik a Nokia és a T-Systems voltak, akik hálózattervező és optimalizáló algoritmusaikba építették be ezeket az analitikus elemeket.

Megjegyzéseim:

- A bevezetésben a különböző eljárások között érdemes lett volna néhány szót szólni a közelítő megoldásokról is.
- Hiányolom a volt szovjet köztársaságokhoz tartozó kutatók ez irányú munkáinak a hivatkozását, nemzetközileg is elismert és nagyon aktív tudósok pl. Bocharov, Dudin, Klimenok, Nazarov, Vishnevsky, Naumov, hogy csak néhányat említsek.

Kérdéseim:

- Mi az oka, hogy nem foglalkozott a véges kapacitású rendszerekkel, így a csonkítás problémája meg lett volna oldva ?
- Mi az oka, hogy a visszatérési rendszerek meg sem lettek említve, holott köztudott, hogy nagyon sok valós hálózat ezzel a sorbanállási rendszerrel jobban leírható, mint a hagyományossal ?
- Mit gondol, a véges forrású rendszerek beilleszthetők ebbe a kutatási területbe ?
- A különböző prioritásos rendszerek analízise kiterjeszhető-e más többosztályos kiszolgálási politikák analízisére, mint pl. az arányos processor sharing, vagy a súlyozott processor sharing ?
- A bemutatott sorbanállási hálózatok egyike sem tartalmaz visszacsatolást. Mit gondol mennyire hatékony a javasolt momentum alapú közelítő eljárás visszacsatolást tartalmazó hálózat esetén ?

Összességében: Az erősen matematikai jellegű dolgozat egyik fő érdeme, hogy olyan eljárásokat ismerttet, amely széles körben alkalmazhatók a mérnöki tudományok sok területén. A mű hiteles adatokat tartalmaz, bizonyítottnak látom, hogy Dr. Horváth Gábor a korábbi tudományos fokozat megszerzését követően jelentős eredményekkel gyarapította a tudomány szakot, hozzájárult a tudomány továbbfejlődéséhez. Hazai és nemzetközi elismertsége jól tükrözi tudományos kvalitásait.

Mindezek alapján a doktori munka tudományos eredményeit elegendőnek tartom az MTA doktori cím megszerzéséhez, a nyilvános védés kitűzését javaslom és az MTA doktora cím odaitélését támogatom

Debrecen, 2018. január 18.

.....
Dr. Sztrik János
Tanszékvezető egyetemi tanár
MTA Doktora