Válasz Dr. Jereb László bírálatára

„Módszerek heterogén hálózatok üzemeltetésének optimalizálására”
című MTA doktori értekezésemről

Először is köszönöm szépen az igen alapos munkát és a sok építő észrevételt, megjegyzést, kérdést és kritikát.

1. kérdés: Mi a nem definiált fogalmak és jelölések pontos tartalma?

A GSP módszer (értekezés 1.2 fejezete, I.1 tézis) teljesen új, de véleményem szerint igen jelentős, értékes elméleti eredmény mely az első téziscsoport gyakorlatiasságát kiegészítette, teljessé tette. Ezért tartottam fontosnak, hogy nem megfelelő mélységű kidolgozottsága ellenére értekezésemben szerepeljen. Időközben az alábbi publikáció született, mely a bírálatban joggal kifogásolt valamennyi felületességet, pontatlanságot vagy hiányosságot kiküszöböli. E cikkben 2 hálózatra végeztünk szimulációs vizsgálatokat. Az eredmények alátámasztották, hogy a vizsgált módszerek mindkét hálózaton nagyon hasonlóan teljesítettek.

> T. Cinkler, R. Kosznai, P. Soproni, K. Németh: GSP, the Generalised Shared Protection, DRCN 2013, the 9th International Conference on Design of Reliable Communication Networks, Budapest, Hungary, March 4-7, 2013

„Blocking Ratio”: Ha *N* igényt kísérelünk meg elvezetni, és ebből *B*-t nem sikerül, akkor a *B/N* arány lesz a Blocking Ratio vagy magyarul blokkolási arány.

„Demand Bandwidth to Link Capacity Ratio”: Amennyiben a szakaszok (linkek) kapacitását (*C*, Link Capacity) növeljük, csökken a blokkolási arány. Amennyiben az igények sávszélességét (*D*, Demand Bandwidth) csökkentjük, azzal ekvivalens hatást érünk el mint a szakaszok kapacitásának növelésével. Ezért valójában a két paraméter aránya *D/C* a lényeges, ezért ez szerepel a vízszintes tengelyen.

„Failure Dependent Path Protection (FDPP)”: E végponttól-végpontig útvonal-védelmi technikának az a lényege, hogy egy üzemi utat nem csak egy, hanem több védelmi úttal védjük, melyek nem feltétlenül diszjunktak sem egymástól sem pedig az üzemi úttól. Hogy melyiket fogjuk használni egy meghibásodáskor az egyrészt a meghibásodás helyétől (mely elem hibásodik meg) másrészt a hálózat forgalmi viszonyaitól függ. Elnevezése is erre utal: olyan útvédelem mely függ a meghibásodástól, pontosabban a hibahelytől. Meghatározása úgy történik, hogy az üzemi út éleit egyenként eltávolítjuk a gráfból, meghatározzuk a védőutat, majd visszahelyezzük az élet a gráfba és az üzemi út következő élét távolítjuk el ideiglenesen.

2. kérdés: Mi a tartalmi különbség a PDSP és az SSP algoritmusok között?

A kérdés az értekezés 1.3 fejezetére illetve az I.2 tézisre vonatkozik. A PDSP (Partially Disjoint Shared Protection) és SSP (Segment-Shared Protection) algoritmusok hasonlóak, mindkettő egy vagy jellemzően több részben védi az üzemi utat. Az elsődleges különbség az, hogy míg az SSP esetén az üzemi út előre kijelölt szegmenseit védjük egy-egy diszjunkt védő szegmenssel, addig a PDSP esetén az üzemi utat több védelmi úttal védjük az üzemi út végpontjai között melyek csak részben diszjunktak az üzemitől illetve egymástól. Tehát az SSP esetén előre adott pontpárok közt védjük az üzemi út szegmenseit, míg PDSP esetén ez is az optimalizálás része. Előfordulnak olyan hálózatok és olyan pontpárok, ahol a két módszer eredménye megegyezik.

„…jól fogalmazza meg a PDSP-LD algoritmus kedvező tulajdonságát, de a kivételeket nem a 30, hanem a 22 csomópontos hálózat esetén látjuk. Másrészt az SPP-LD algoritmus messze nem tipikusan jobb mint az SPP, hiszen a 16 csomópontos hálózat 10-80-as kapacitástartományában az a kivételes, amikor kedvezőbben viselkedik, s 10-40-es tartományban a 30 csomópontosnál sem mutat kedvezőbb eredményeket.”

A 10-80 egységnyi kapacitástartományban a blokkolási arányok 20 -30 % körüliek 80 egységnyi kapacitásnál, vagy annál még magasabbak ahogy csökken a kapacitás 10 egység felé. Ez a tartomány nem jellemző a hálózatok működésére. Valamennyi hálózatot úgy terveznek, méreteznek és üzemeltetnek, hogy a blokkolási arány néhány % fölé sosem emelkedjen. Az 1.7 ábrában a 10%-nál kisebb blokkolások tartományát külön kiemeltem mindhárom hálózatra. Ezt értekezésem szövegében nem emeltem ki eléggé („The enlarged figures within the figures show the range of practical interest.”).

Az 1.7-es ábrán a 22-es hálózatra a PDSP-LD tényleg gyengébben szerepel a SPP-LD-től a 10-50 %-os blokkolási tartományban. Azonban a gyakorlati szempontból fontos tartomány az ahol legalább egy módszer segítségével - és ez általában a PDSP-LD - sikerült 5% alá szorítani a blokkolási arányt. Ebben a tartományban a PDSP-LD valamennyi esetben alacsonyabb blokkolást ért el a többi módszernél.

„E fejezetek olvashatóságát jelentősen rontja, hogy az illusztratív ábrák nem együtt szerepelnek az értékelő szövegekkel, hanem a fejezet végén elkülönítve, mintegy függelékként jelennek meg. „

A számos és nagyméretű ábra miatt a LaTeX kigyűjtötte a 9 oldalnyi ábrát a fejezet végére.

3. kérdés: Milyen hasonlóságot vagy különbséget lát a fényút tördelés, mint forgalomkötegelési probléma és egy klasszikus, többszintű frekvencia- vagy időmultiplexálású távközlő hálózat úgynevezett nyalábolási problémaköre között?

Egy frekvencia-multiplexálású rendszernél mely a korai analóg távbeszélő hálózatok városközi és nemzetközi szakaszait szolgálta ki, a beszédsávokat „felkeverték" magasabb frekvenciákra a vezetékek többszörös (jobb) kihasználása érdekében. Ezt több lépcsőben, hierarchikusan tették meg. Később az idő-osztásos digitális rendszereknél (PCM: Pulse Coded Modulation) hierarchikusan nyalábolták a PCM csatornákat a PDH hierarchiában (PDH: Plesyochronous Digital Hierarchy). Mindkét megoldásra jellemző volt, hogy a nyalábolási hierarchiában bontani csak az adott szintű jeleket lehet, a hierarchia alacsonyabb szintjein a jel (csatornák) elérése csak hierarchikus, többlépcsős bontással lehetséges. Az SDH (Synchronous Digital Hierarchy) és OTN (Optical Transport Network) rendszerekben viszont az alacsonyabb rendű jelek is könnyen elérhetők, amennyiben ezt az egyes eszközök (rendezők, leágaztató nyalábolók) támogatják. Ennél még tágabban is értelmezhetjük a forgalomkötegelés problémakörét. Említhetjük a légi vagy vasúti közlekedést, de akár a városi (busz, metro, villamos) vagy hajó-közlekedést is. Ezek mind hasonlóak, valamennyi között vonható párhuzam. Valamennyi esetben lesznek pontok, melyek úgymond „közvetlen járattal" lesznek elérhetők, és lesznek melyek több „átszállással".
A fényút tördelésnek a lényege, hogy amennyiben nem lenne elegendő szabad fényút (szabad magasabb rendű jel) azesetben a már meglévő fényutak (magasabb rendű jelek) szabad kapacitását használjuk ki az új forgalomigények elvezetésére. Az egyetlen gond, hogy ezen pontokban, ahol az új forgalomigények csatlakoznának a magasabb rendű jelek szabad kapacitásához nem biztos hogy van megfelelő hardver mely lehetővé teszi a magasabb rendű jelek bontását és újranyalábolását. Amennyiben ilyen hardverből (rendező, leágaztató nyaláboló) van elegendő így a „tördelés" megvalósítható. Pl. városi közlekedés esetén ez egy járat mentén új megállók létesítését jelentené, mely több átszállási lehetőséget biztosít. Optikai alapú forgalomkötegelt hálózatok esetén az optikai és elektronikus réteg közti portok számával (ami egyben mind az optikai mind az elektronikus kapcsoló illetve rendező kapacitását is befolyásolja) befolyásolható, hogy mennyi fényút tördelés engedhető meg.
A fenti hasonlóságok mellett egy különbséget kiemelnék. A fényút tördelés ötlete elsősorban nem a statikusan konfigurált alsó rétegre vonatkozik, ami valamennyi fenti példára jellemző, hanem dinamikus rétegekre. Ez azt jelenti, hogy bármikor lehet új fényutakat elvezetni, meglévő fényutakat megszüntetni vagy megszakítani (tördelni) vagy egy megszakítást megszüntetni, és ezt folyamatosan végezni a hálózatüzemeltetés részeként. Például a városi közlekedésben ez olyan lenne mintha tetszés szerint dönthetné el a buszvezető, hogy hol áll meg, és bármikor indíthatók új járatok, és bármikor szüntethetők meg meglévő járatok, akár perces, órás időskálán.

„A tézisszerkezet egy lehetséges megoldás. Kevésbé a módszertani, sokkal inkább a szakmai tartalom által vezérelt. Elképzelhető más megoldás is, de a szerző által választott is ésszerű, indokolható. A tézisek tartalmát tekintve, azokat a szerző önálló eredményének ismerem el. Nem minden tézis azonos súlyú, de a meglévő változat is elfogadható. "

Eredményeimből azokat foglaltam össze értekezésemben melyek 3 közelálló téma köré csoportosultak. Ezt tükrözi értekezésem és téziseim szerkezete. Az eredmények ismertetésének sorrendje olyan, hogy amennyire lehet épüljenek egymásra.
Az első részben a GSP módszert (I.1 tézis) tekintem legjelentősebb eredményemnek, amely egy elméleti optimumot ad konstrukcióval az összes ismert megosztott védelmi algoritmusra. Az I.4 tézisben a felismerés, hogy hagyományos megosztott védelemhez szükséges információ hiányában is lehet megosztott védelmet

megvalósítani (például többtartományos hálózatokban) illetve a MPP módszer, mely csak folytonos változók és lineáris kényszerek és lineáris célfüggvény mellett ad élidegen (diszjunkt) utakat ha egyáltalán létezik megoldás. A második részben a GG (Grooming Graph) és különösképpen a FG (Fragment Graph) gráfmodellek értékesek, hiszen segítségükkel egyszerű hálózati folyamproblémák, legrövidebb út választások és ILP-k segítségével számos nyitott probléma megoldható.
A harmadik részben a fizikai jelminőség rontó tényezők hatásának mérséklésére dolgoztam ki két különböző módszert. A III.1 és III.2 téziseket emelném ki leginkább. A III.1 tézisben ismertetett módszer az egyébként is jelen lévő forgalomkötegelő képességet használja ki, de az optimalizálást nem csak a forgalom miatt, hanem elsősorban a fizikai hatások miatt végezzük. A III.2 tézis viszont együttes jelszint hangolás és útvonalválasztás révén éri el a hálózati átviteli képességének növekedését. Egyetértek a bírálattal, téziseim súlya eltérő, a 15 tézisből 5-t külön kiemelnék.

Még egyszer köszönöm a sok ráfordított időt és munkát és a sok építő kritikát!

2013.07.04.

dr. Cinkler Tibor