

Válasz Dr. Vattay Gábor bírálataira
„Módszerek heterogén hálózatok üzemeltetésének optimalizálására”
című MTA doktori értekezéséről

Köszönöm szépen a sok ráfordított munkát és az építő észrevételeket, megjegyzéseket, kritikákat és kérdéseket.

- 1. kérdés: Az NP teljes problémák legalább közelítő, majdnem optimális megoldásának kérdése az utóbbi három évtized egyik legkutatottabb területe. Az értekezésben bemutatott módszer alkalmazható-e esetlegesen más területeken és lehetséges-e, hogy a folytonos változókra áttérés módszere általánosabban is alkalmazható?**

A kérdés az értekezés 1.5 fejezetére, az I.4 tézisre vonatkozik. Azon belül is a második módszerre az MPP-re (értekezés 1.5.2 alfejezete). Az üzemi utak védelmére diszjunkt védelmi utakra van szükség. A hálózati folyamatok diszjunktágát egészértékű lineáris programozás (ILP) esetén 0/1 változók összegének felülről egyre korlátozásával (≤ 1) szokták kieszközölni. Az I.4 tézisnek épp az a lényege, hogy egy érdekes büntető függvénnyel sikerült kikényszeríteni az élidegenséget (éldiszjunkt utakat) és ezáltal az egészértékű változókat folytonossá relaxálhattam. További érdekessége a javasolt „büntetésnek” mely tiltja az utak közös elemeit, hogy amennyiben a keresett úthalmazban nincs legalább 2 élidegen (él-diszjunkt) út a célfüggvény értéke végtelen lesz (1.22 és 1.23 együtt). Minél több élidegen út van annál kisebb lesz a célfüggvény, ami eleve az optimalizálás célja. Ez természetesen nem áll fenn tetszőleges feladatoknál. Például az I.4 tézisben megoldott problémára ahol a foglalandó összkapacitás csökken az élidegen (diszjunkt) utak számának növekedésével kiválóan működik. Ez az eredmény reményt ad arra, hogy számos esetben az ILP helyett LP-t oldjunk meg, ám ez bonyolultabb a totálisan unimoduláris együttható-mátrixú ILP-k relaxálásánál LP-re, ugyanis itt az egész LP-t újra kell fogalmazni jellemzően segédváltozók bevezetésével. Tehát a válasz: Az értekezésben bemutatott módszer alkalmazható valamivel általánosabban, egy-egy más területen is, de nem jelent általános megoldást valamennyi ILP LP-re relaxálására.

- 2. kérdés: Kérem, mutassa be az ILP módszer újszerűségét a terület korábbi állapotához képest. Milyen más, konkurens módszerek ismertek ezen a területen?**

Az értekezés 2.2.1 fejezete az igények egyidejű elvezetésére, védelmére és többesadásra ad ILP alapú módszereket. E módszereknél a hálózat két külön rétegének optimalizálása a két réteg összefüggésének figyelembe vételével történik.

Hasonló, de ennél egyszerűbb problémákra mások is alkalmaztak ILP módszereket. Jellemzően egyik ilyen ILP megfogalmazás sem törekszik arra, hogy egy kiválasztott hullámhosszon minél távolabbra vigyük a jelet. Korlátlan „ingyenes” huállámhosszkonverziós és kötegelési kapacitást feltételeznek [91]. Ezen módszerek egyszerűbb gráfmodelleket is használnak, pl. Wavelength Graph [16].

Közelítésem lényege, hogy a javasolt GG (Grooming Graph) modellre épít. Ezáltal valamennyi igényre egy időben (teljes forgalom mátrixra) képes globális optimumot találni. A megfelelő élsúlyok állításával elérhető, hogy a jel a lehető legtávolabb marad optikai tartományban, anélkül, hogy szükségtelenül felmenne az elektronikus rétegbe akár hullámhosszváltás, akár forgalomkötegelés céljából. A javasolt ILP módszereim hátránya, hogy bonyolultságuk révén csak kis méretű hálózatokra alkalmazhatók. Ezért az igények nem egyidejű elvezetésén alapuló módszerek elterjedtebbek. Egyrészt dekompozíciót alkalmazva az egyidejű elvezetési problémára az egyes igényeket egyenként vezetjük el. Másrészt a dinamikus esetet vizsgálva az egyenként érkező igényeket vezetjük el. Tehát a javasolt ILP módszerek újszerűsége abban rejlik, hogy a korábbiaknál rugalmasabban kezelik a hullámhosszutak és a felső időosztásos réteg kapcsolatát a GG révén és így valamennyi szempontot egyszerre érvényesítik. A konkurens módszerek viszont egyszerűbb problémákat oldanak meg, vagy dekompozíciót alkalmaznak és ezáltal csak közelítő megoldást adnak.

- 3. kérdés: Kérem, mutassa be, hogy a III.1 tézispontban bevezetett nagyon hatékony és frappáns módszer mennyiben számíthat széleskörű elterjedésre a gyakorlatban?**

Noha a forgalomkötegelésről már 1997 óta jelennek meg eredmények [C4] [C18], a gyakorlatban most kezdték csak alkalmazni. Tehát a korszerű rendezők és kapcsolók már támogatják a forgalomkötegelési funkciókat. A III.1 tézisben ismertetett módszer egy algoritmus, mely a hálózat-vezérlő vagy –menedzselő rendszer részeként megvalósítható, működtethető és az IETF és ITU-T protokollcsaládok is támogatják. Lényege, hogy a rendelkezésre álló hálózati eszközök segítségével, gyakorlatilag ingyen jelfrissítést biztosít. Amennyiben a forgalomkötegelő kapacitás nem elegendő a forgalom jelfrissítésére, akkor a forgalomkötegelő kapacitást célszerű bővíteni, vagy a hálózat tervezési fázisában ezt előre figyelembe venni.

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

2013.07.04.

dr. Cinkler Tibor