

Válaszok Prof. Dr. Bíró József kérdéseire

Köszönöm Bíró József alapos szakértői bírálatát, értékelő és kritikai megjegyzéseit.

- *Az eredményeket ismertető (lényegi) részek közül a negyedik a második és harmadik részekhez képest sokkal kisebb kiméretű, de ez azt hiszem annak fényében nem probléma, hogy a részek az egyes nagyobb témaköröket hivatottak elsősorban elválasztani. Mindazonáltal szembeötlő, hogy a negyedik rész egyetlen fejezete sokkal rövidebb, mint a többi részben található fejezetek többsége.*

Az egyes fejezetek hosszának eltérését részben a mögöttük álló kutatási eredmények mennyisége magyarázza:

- A 2. részben ismertetett eredmények (modellek, módszertan alkalmazások, utóbbiak közül csak a Web szerver modellezését ismertettem) mögött 1-1,5 évtizedes munka áll, s az ismertetett módszer a 3. és 4. részben elért eredményeket is megalapozza.
- A 3. részben szereplő fejezetek a disszertáció beadása előtti 3-4 év kutatási eredményeit ismertetik, míg a 4. részben lévő 8. fejezet a beadás előtti 6 hónap eredményeit foglalta össze. Mivel azóta a témakörben már újabb eredményeim is születtek, ha az értekezést ma adnám be, a 4. rész szerkezete is jelentősen módosulna.

A tézisfüzet összeállítása során törekedtem az MTA Doktori Ügyrend 8-10 oldalas tézisfüzetre vonatkozó korlátjának betartására, amelybe képletek, tételek és illusztráló ábrák nem férnének bele.

- *Ezzel kapcsolatban azt kérdezem, hogy a HetSigma sorbanállási rendszerrel modellezendő valós fizikai rendszer szempontjából, a megoldásához alkalmazott egyenlettranszformációknak van-e valamilyen konkrét fizikai jelentése?*

Az egyenlet transzformációknak nincs konkrét fizikai jelentése. Az egyensúlyi egyenletek transzformációinak véglegesítése és azzal kapcsolatos transzformációk sok próbálkozás után születtek. A megoldáshoz vezető úton a legfőbb vezérelv az volt, hogy (i) kapcsolatban álljon a heterogén források és heterogén szerverek számával valamint (ii) ki kell aknázni a diagonál mátrixok tulajdonságait.

- *WAGON modellre vonatkozó megjegyzés*

A 4. fejezetben a TCP "session"-szintű általánosításáról írtam, ugyanis az eredeti WAGON modellben a TCP kapcsolatok (session) alkotják a Poisson folyamatot, mivel a Web letöltéseknél előfordulhat, hogy az egyes weboldalakhoz tartozó információk

(képek, videók, stb) különböző TCP kapcsolatokon is érkezhettek a felhasználókhoz. Az egyszerre érkező TCP-kapcsolatok modellezésére az MMCPD folyamat használatát javasoltam, ami jelenti az általánosítást.

- *A kiszolgáló folyamatok létrehozásai ill megszüntetései között eltelt idők szintén általánosított exponenciális eloszlással vannak modellezve, így kezelhető matematikai modellt biztosítva az elemzésekhez. Ennek a megállapításnak viszont ellentmondani látszik a 49. oldal alján szereplő U_j mennyiség bevezetése, amely azt írja le, hogy a kiszolgáló processzek tranzíciós rátája i_2 és $i_2 + 1$ állapotok között ν (amennyiben $i_2 - j < h_{min}$), és az i_2 és $i_2 - 1$ állapotok között pedig ϵ (amennyiben $i_2 - j > h_{max}$). Kérem a szerzőt, hogy tisztázza ezt! Nem egyszerűen ν és ϵ paraméterű "sima" exponenciális eloszlásokról van szó?*

Az általánosított exponenciális (GE) eloszlású folyamatokkal modellezem az Apache szoftware szempontjából a külső forgalmakat (azaz TCP kapcsolatok közti idők¹) és az Apache folyamat (Apache process) által kiszolgált TCP kapcsolat idejét. Mivel egy Apache folyamat –process– több TCP kapcsolatot is kiszolgálhat a folyamat élete alatt², az Apache folyamatok megszüntetései és létrehozásai nem állnak közvetlen kapcsolatban a TCP kapcsolatok közti idővel és a TCP kapcsolatok idejével.

Az U_j egy másik sztochasztikus folyamatot jelöl, ami az Apache belső működési mechanizmusát modellezi. Amikor úgy ítéli meg az Apache, hogy szükséges, akkor létrehoz illetve megszüntet egy konkrét Apache folyamatot. Az Unix/Linux operációs rendszerekben a folyamatok létrehozásához és megszüntetéséhez idő szükséges, mivel az operációs rendszernek adminisztrálnia³ kell. Ha alacsony a terhelés, akkor ez nagyon gyorsan megtörténhet. Ellenkező esetben (nagy terhelés⁴), akkor lassabban megy a létrehozás és megszüntetés. A matematikai kezelhetőség miatt feltételeztem, hogy az idők a ν és ϵ paraméterű exponenciális eloszlásokat követnek.

- *A disszertációban nem egyértelmű, hogy a felhasznált statisztikák hogyan viszonyulnak a CQN modellből származtatható mennyiségekhez. Kérem a szerzőt, hogy ezt röviden ismertesse!*

Számos kutató (pl. Menasce) már demonstrálta a CQN modell alkalmasságát a sorbanállási problémára, ahol az Unix folyamatok "versenyeznek" a CPU és diszk

¹Egy TCP session általában akkor kezdődik, amikor klikkel a felhasználó egy linkre.

²Az Apache vezérlő folyamata kezeli a TCP kapcsolatok létrehozását és menedzselését az HTTP kérések kiszolgálása előtt. Ezt követően a gyerekfolyamatoknak adja át a HTTP tartalmak kiszolgálását.

³Memória allokálása és deallokálása, context létrehozása és megszüntetése, stb.

⁴Pl. a számítógépünkön sok nyitott alkalmazás fut és még egy alkalmazást indítunk. Ilyenkor több idő kell ahhoz, hogy az újonnan indított alkalmazást tudjuk használni.

kiszolgáló kapacitásáért. Az is tény, hogy a $T_{f_2(i)}(j)$ mérése sokkal könnyebb mint a CQN modell paramétereinek mérése⁵. Ezek miatt a konkrét mérési szkenárióban a többi jellemző mellett csak a kiszolgálási intenzitásokat ($T_{f_2(i)}(j)$) mértük és nem kell meghatározni a CQN modell paramétereit.

- *Az első pont azt mondja, hogy a szimulációs modellben az újraprobálkozások rátája függ $J(t)$ -től, míg az analitikus modellben fix érték. Mivel a szimulációs és analitikus eredmények jó egyezést mutatnak, következtethetünk-e arra, hogy a vizsgált metrikák nem érzékenyek az újraprobálkozási ráta állapotfüggésére?*

Az analitikus modell segítségével adtam egy közelítő megoldást a vizsgált problémára. Természetesen ilyen jellegű következtetést teljes bizonyossággal nem merek állítani, mivel több tényezőtől függ. Jelenleg egy doktoranduszom folytat átfogó jellegű vizsgálatot a bíráló által felvett hipotézissel kapcsolatban. Hamarosan megalapozott eredményt tudunk felmutatni.

- *Milyen eredményeket kapunk, ha a szimulációban is fix értékre állítjuk az újraprobálkozási rátát?*

Ilyen feltételezéssel a szimulációs absztrakt modellnek és az analitikus absztrakt modellnek egyforma eredményeket kell szolgáltatnia.

- *A 6.1. algoritmus stabilitása pontosan minek a következménye?*

A megoldáshoz kettő darab gyököt kell keresni, aminek következményeként numerikusan stabil algoritmust lehet alkalmazni.

- *Lehet-e általánosítani az algoritmust olyan esetekre, amikor nem csak kettő hanem ennél több nem nulla sajátértéke van a Q mátrixnak?*

Igen, ha a Q tridiagonális mátrix. Ebben az esetben a 7. fejezetben ismertetett algoritmus alkalmazható. A disszertáció beadása óta a 7. fejezetben levő algoritmusnál gyorsabb számítási módszert sikerült kifejlesztenem, amelyről hamarosan egy cikk fog születni.

Budapest, 2011. április 18.

Dr. Do Van Tien

⁵Természetesen a CQN modell paramétereit alapján meghatározható a kiszolgálás intenzitása.