Az Ericsson Traffic Laboratórium a távközlési világcég forgalomanalízissel és hálózatszimulációval kapcsolatos kutatásokat folytató részlege.

A laboratórium által vizsgált hálózatok lefedik a távközlés egész területét, például a laboratórium vizsgál telefon-, mobil- és adathálózatokat (mint amilyen a nagy ütemben terjedő Internet is).

Ezek a hálózatok különféle technológiára épülnek, és az általuk nyújtott szolgáltatások is nagyon különfélék, pl. hang, video, adat; ebből adódóan a felmerülő problémák köre is rendkívül széles. A problémák egy részét meg lehet fogni matematikai eszközökkel, pl. gyakran használjuk a valószínűségelméletet, gráfelméletet és sok más eszközt is. Egy egyszerű, a laboratórium által is vizsgált problémát mutatunk be az alábbiakban, kissé leegyszerűsítve.

Az adathálózatok, mint amilyen az Internet is, működésükben nagyban különböznek a telefonhálózatoktól. Az adatokat a küldő eszköz ún. csomagokba helyezi bele, amit – mint egy levelet – felcímkéz a fogadó címével. Az így felcímzett csomagot ezután elküldi (pl. egy modemen keresztül) a hálózatba. A hálózat gondoskodik arról, hogy a csomag megérkezzen a címzetthez. A hálózaton belül a különböző irányból érkező csomagok összekeverednek. Nagyon fontos szempont az, hogy minél kisebb legyen a csomagok feltorlódása, illetve elvesztésének valószínűsége. Ez különösen akkor fontos, ha az igénybevett szolgáltatás érzékeny a csomagok gyors átjutására, ilyen pl. az egyre szélesebb körben használt Internet Phone vagy a rádióadásokat is „sugárzó” Real Audio. Az ehhez szükséges minőségi garanciák még nem biztosítottak az Interneten, de kutatása intenzíven folyik sok neves egyetemen és kutatólaboratóriumban. Nézzük meg, hogyan lehet egy ilyen problémát megközelíteni egyszerű valószínűségszámítási eszközökkel.

Tegyük fel, hogy egy Internetes video-szerverhez sok felhasználó kapcsolódik, legyen a számuk N. Ezek a felhasználók filmeket töltenek le a szerverről. A filmek a szerver számítógépén digitálisan kódolva vannak tárolva, mégpedig valamilyen változó adatsebességű kódolással (ilyen pl. az MPEG). Az i-edik videofolyam által igényelt adatsebességet az idő függvényében jelöljük $X_i(t)$-vel, $1 \le i \le N$.

A szerver az Internetre egy C bit/sec sebességű digitális vonallal kapcsolódik, ami egy konstans érték. Adatvesztés akkor léphet fel, ha a t időpillanatban az igények összege meghaladja a kimenő vonal sebességét. Ennek az esetnek a valószínűségét szeretnénk megbecsülni:

$$P\left(\sum_{i=1}^{N} X_i(t) > C\right) = ?$$

Az elemzés szempontjából egyszerűsítsük le a feladatot.

Tegyük fel, hogy a folyamok ún. be-ki folyamatok, azaz két állapotuk van: az egyikben egységnyi sebességgel adnak (*be*), a másikban hallgatnak (*ki*). Ehhez a két állapothoz valószínűségek rendelhetők: $P(X_i = 1) = p$, ill. $P(X_i = 0) = 1 - p$.

Továbbá tegyük fel, hogy az N videofolyam egymástól függetlennek tekinthető, és a sebességek azonos eloszlásúak. Ekkor egyszerűen felírhatjuk annak a valószínűségét, hogy az N forrás közül egy időben L van *be* állapotban:

$$P\left(\sum_{i=1}^{N} X_i = L\right) = \binom{N}{L} p^L \cdot (1-p)^{N-L},$$

amiből a kívánt valószínűség:

$$P\left(\sum_{i=1}^{N} X_i > C\right) = \sum_{L=C+1}^{N} \binom{N}{L} p^L \cdot (1-p)^{N-L}.$$

Az eredményt fel lehet használni arra, hogy méretezzük a szükséges vonalat, ha szerenénk ezt a valószínűséget egy adott kis érték alatt tartani. A megoldás rávilágít egy érdekességre: ha ábrázoljuk a szükséges C sebességet, miközben növeljük a videofolyamok számát (N-et) úgy, hogy a „túlfolyás” valószínűségét azonos szinten tartjuk (ε), akkor azt tapasztaljuk, hogy az egy folyamra jutó fajlagos sebességszükséglet (C/N) csökken.

Ezt az eredményt úgy értelmezhetjük, hogy minél több videoforrás van, azok egyre jobban kiegyenlítik egymást, azaz amikor az egyik filmen nagy aktivitású részlet van (X nagy), akkor nagy valószínűséggel lesznek olyan videofolyamok, amelyek viszont kis aktivitásúak (X kicsi). Minél több ilyen folyam van, ez a hatás annál erősebben jelentkezik.

Veres András

Feladat: hova tart az egy forrásra jutó kapacitás (C/N), ha N tart a végtelenbe és ε konstans?

A feladatot beküldők közül a legjobbak az Ericsson különdíjait kapják. A megoldást a kitűzött matematika feladatokkal együtt kérjük postára adni.