

## Rendszermodellezés gyakorló példák 2013.

### 1. Kvantitatív hibamodellezés

A szervereinkhez két évvel ezelőtt 800 darab új, egyforma merevlemez szereztünk be egyazon gyártó egyazon sorozatából. Egy évvel ezelőtt már csak 600 működött az eredeti készletből (a többit újjal pótoltuk, de ezt most nem vizsgáljuk), mostanra pedig újabb 150 eszköz mondta fel a szolgálatot.

A lemezek a vizsgált időszak alatt intenzíven, de egyenletesen és egyformán voltak terhelve. A gyártási hibás darabokat előzetes teszteléssel kiszűrtük, az eszközök elöregedése pedig két-három év alatt még nem következik be.

- Mit mondhatunk a merevlemez típus megbízhatósági függvényéről?
- A második bekezdés alapján mi következik a merevlemez erőforrástípus viselkedésére? Hogyan támasztják ezt alá a mért adatok?
- Milyen becslés adható arra, hogy a következő évben mennyi lemezt kell az eredeti készletből pótolni?
- Az adott típusból egyetlen merevlemez a használatbavételétől számítva várhatóan mennyi ideig működőképes? A számítás menete az érdekes, nem kell számszerű eredményt adni.
- Ha az egyik szerverben ezen lemezek közül 2 üzemel meleg tartalékban, várhatóan mennyi idő alatt fog mindkettő meghibásodni?
- Ha a meghibásodás után két napot vesz igénybe a csere, mekkora egy merevlemez hely készletlét tényezője?

### 2. Kvalitatív hibamodellezés hibafával

Szolgáltatásunk működéséhez szükséges, hogy a látogatók a weboldalon kínált tartalmakat elérhessék a szerződött tartalomszolgáltatói hálózat (CDN) jóvoltából, vagy a saját infrastruktúránkból; utóbbi akkor lehetséges, ha a szerverparkunk és az internetszolgáltató (ISP) is üzemképes állapotban van. További feltétel a külső térképszolgáltató és a közösségi hálózat működése. Végül fennakadást jelent az is, ha mindkét fizetési szolgáltatás szünetel.

- Rajzolja le a „nem érhető el a szolgáltatás” rendszerszintű hibajelenség hibafáját!
- A hibafa redukció módszerrel azonosítsa a rendszer egyszeres hibapontjait és kritikus eseményeit!
- Az összes elemi meghibásodás tetszőleges időpillanatban  $p=10^{-3}$  valószínűséggel áll fent. Mi következik a rendszerszintű rendelkezésre állásra? Milyen feltételezéseket és közelítéseket kellett tenni a számításhoz?

### 3. Adatelemzés

Egy szerveren az alábbi kihasználtsági értékeket mértük a  $t=\{0, 1, 2, 3, 4\}$  [s] időpontokban: 55%, 57%, 63%, 73%, 87%.

- Ábrázoljuk a két adatsort pontfelhő (scatterplot) diagramon, valamint a párhuzamos koordináták módszerével!
- Lineáris regressziót alkalmazva szeretnénk a következő értékeket megjósolni. Mi a lineáris regresszió vezérlő metrikája? Avagy: milyen célfüggvény alapján határozzuk meg a lineáris regresszió paramétereit?
- Az alábbiak közül melyik görbe lehet esetünkben a kihasználtság százaléktékének (0-100) jó lineáris regressziós becslése a  $t$  időparaméter alapján?
  - $2t^2+55$
  - $(t/4)^2/87 + (1 - t/4)/55$
  - $8t+51$
  - $8t+45$
  - $55 + 2*t + 8*t^2/2 + 18*t^3/3 + 32*t^4/4$
- A  $t=\{5, 6\}$  időpontokban a következő kihasználtságot mérjük: 90%, 91%. Milyen rendszerszintű jelenség okozhatja ezt nyílt, illetve zárt rendszerek esetében?
- Változna-e (és hogyan) a becslőfüggvény, ha  $t=\{5;6\}$  időpontokat is figyelembe vennénk? A lineáris regresszió alapuló becslés (és általában a regressziós módszerek) milyen veszélyeire mutat ez rá?

#### 4. Kísérlettervezés

Egy hardvereszköz egy paraméterének meghatározására 900 mérést végeztünk el, melyek során mérési hibákból adódóan 1.5%-os szórást tapasztaltunk. A kísérlet eredménye szerint a vizsgált érték 1000 egység; milyen konfidenciaszint mellett tudunk legfeljebb  $\pm 0.1\%$  tévedést garantálni?

#### 5. Viselkedésmodellezés állapotmodellel, adatfolyamhálóval és munkafolyamattal

Az Arduino cég (<http://www.arduino.cc/>) mikrovezérlő-panelek gyártásával foglalkozik. Az eszközhöz több alkatrész szükséges, ezek egyenként a raktárból az összeállító szalagra kerülnek. Onnan egy robot veszi fel őket összeforrasztás céljára; időnként visszaküld a raktárba egy-egy alkatrészt, de időről időre egy kész terméket juttat el a tesztelő részlegre. Itt egy tesztelő felprogramozza és teszteli a kész eszközöket, végül átadja azokat a csomagoló részlegnek, ahol becsomagolják a mikrovezérlőket.

- Modellezze adatfolyamhálóval az előállítás menetét a szerelőszalagtól a csomagolt termék elkészültéig!
- Finomítsa a modellt a következőképpen: a kész panel előállításához a szerelőrobotnak a következő alkatrészekre van szüksége: egy nyákra, egy AVR mikrokontrollerre, valamint egy készlet ellenállásra és kondenzátorra (az egyszerűség kedvéért az ellenállásokat és kondenzátorokat egy közös csomag tartalmazza). Az alkatrészeket egyenként, ebben a sorrendben forrasztja be a nyákba. Ha nem a megfelelő alkatrész kerül a „kezébe”, akkor azt visszaküldi a raktárba.
- Finomítsa a modellt a következőképpen: a tesztelés során a tesztelő a kész panelt felprogramozza és teszteli. A teszt eredményétől függően a hibátlan terméket továbbküldi a csomagoló részlegre, a hibásat viszont eldobja.
- Ábrázolja a háromféle alkatrész raktárból kiemelését, az összeépítés lépéseit, a tesztelést és csomagolást BPMN munkafolyamat diagramon! Ebben a változatban a mikrokontroller és az elektronikai alkatrészcsomag tetszőleges sorrendű (akár egyszerre történő) beszerelése legyen megengedett!

#### 6. Modellezés ontológiával

Készítsen ontológiát, mely alkalmas a házi feladatban használt modellező program (IBM WebSphere Business Modeler) lényegesebb modellezési elemeinek leírására. Elvárás, hogy a modell elemeinek segítségével le lehessen írni a folyamatok szerkezetét és a teljesítménymodellezéshez/szimulációhoz szükséges beállításokat. Nem szükséges a hierarchikus modellezés (alfolyamatok) támogatása. Adjon példát olyan kényszerek leírására, melyek i) a folyamat felépítésének helyességét, ii) a szimulációs beállítások teljességét vizsgálják.

#### 7. Teljesítménymodellezés

Csúcsidőben mérve azt tapasztaltuk, hogy 1000 másodperc alatt 60 000 lekérdezést szolgált ki az infrastruktúránk, további 5000 beérkező kérést sajnos túlterhelés miatt visszautasított. Egy kérés kiszolgáláshoz két lényeges erőforrásfajta szükséges; a 3 db. adatbázisszerver végig telítésben volt, míg az 5 db. webszerveren egyenként 660 másodperc foglaltsági időt regisztráltunk.

Feltételezhetjük, hogy az intelligens terheléelosztó révén az adott típusú szerverek terhelése egyenletes, a visszautasított kérések a vizsgált erőforrásokat már nem terhelték, és a skálázódás lineáris.

- Mekkora a kérések érkezési rátája, a sikeresen kiszolgált kérések átbocsátási rátája, és a rendszer átbocsátóképessége? Mekkora egy kérés szolgáltatásigénye a webszerveren és az adatbázisszerveren? (2p)
- Mekkora a kétféle erőforrás kihasználtsága?
- Ha további két tartalék adatbázisszervert üzembe helyezünk, kiszolgálható-e már az összes kérés, hogyan változnak a kihasználtságok, melyik erőforrás lesz a szűk keresztmetszet, és mennyi lesz az átbocsátóképesség?

*Emlékeztető: a  $\sigma$  szórású normális eloszlás 68%-os konfidenciaintervalluma  $1\sigma$ , a 95%-os  $2\sigma$ , a 99.7%-os  $3\sigma$  sugarú. A (folytonos) egyenletes eloszlás szórása az értéktartomány szélességének  $\sqrt{12}$ -edrészre, az exponenciális eloszlás szórása pedig megegyezik a várható értékével.*