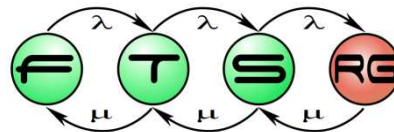


Teljesítménymodellezés

Gönczy László
gonczy@mit.bme.hu



Teljesítménymodellek

$$T_{Kiszolgálás} = T_{Várakozás} + T_{TénylegesKiszolgálás} (+ T_{HálózatiKésleltetés})$$

- Modellezés célja
 - erőforrás foglalási problémák felderítése
 - elosztott alkalmazások kommunikációs költségei
 - rendszer változásának hatásai (pl. gyorsabb szerver)
 - **előrejelzés** támogatása
- Ökölszabályok: teljesítménymodell elfogadható, ha
 - az erőforrások kihasználtságát 10%
 - az áteresztőképességet 10%
 - a válaszidőt 20% hibával becsli

Modellek fajtái

- Analitikus modell

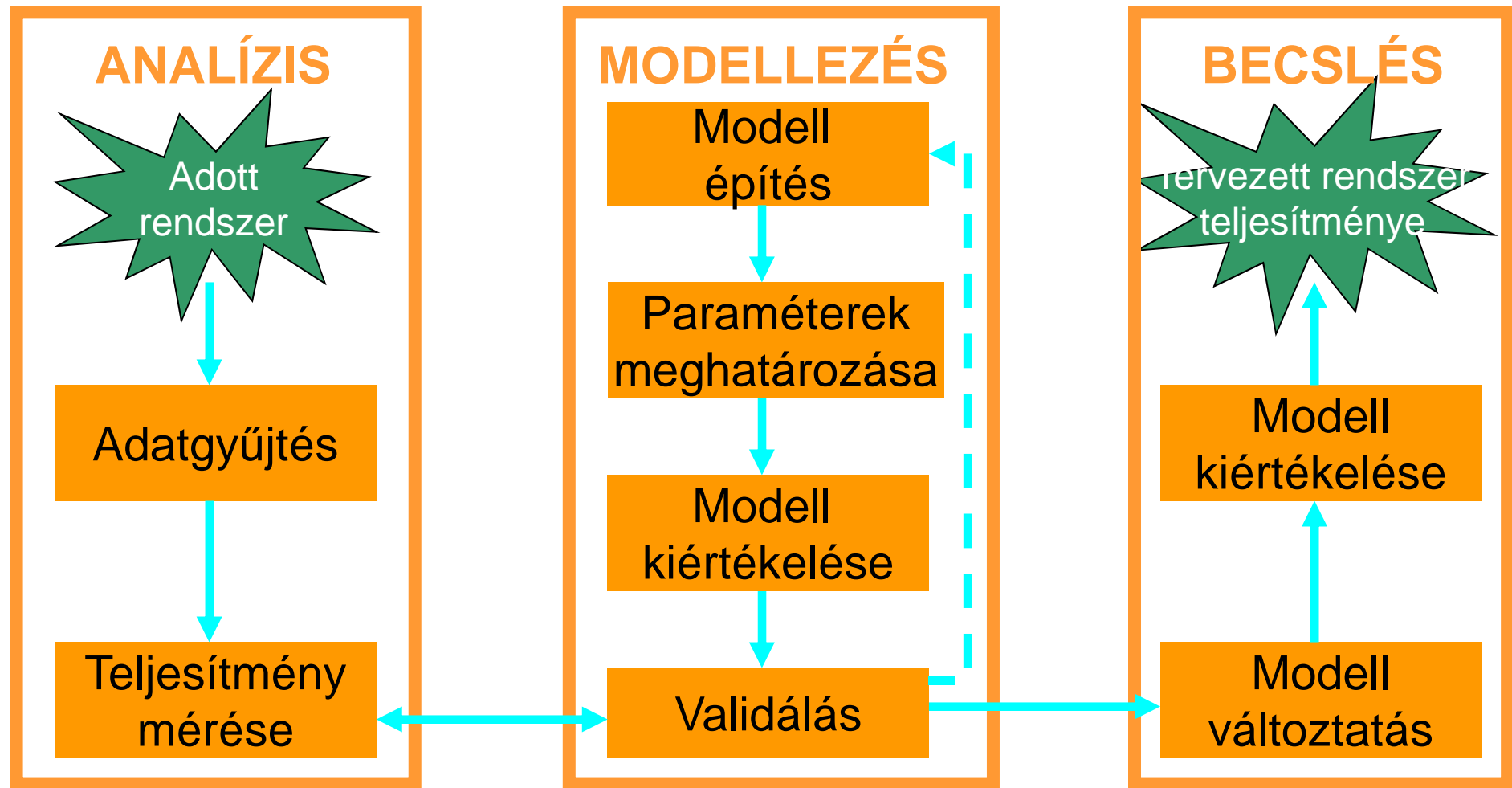
- a rendszert egyenletekkel írja le, pl.

$$RT_{\min} = RTT + \text{kérés}_{\min} + \text{Feldolgozásidő} + \text{válasz}_{\min}$$

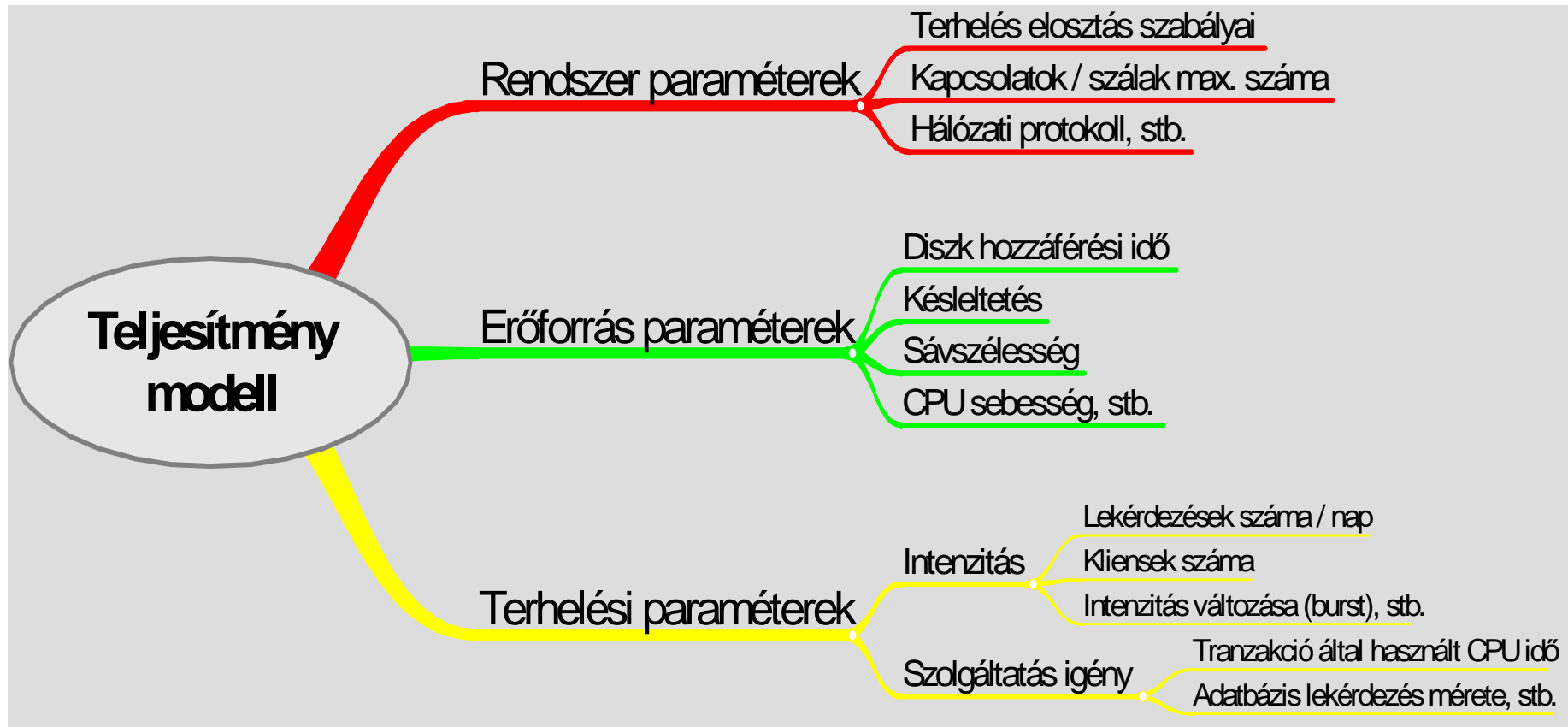
- Szimulációs modell

- szimulációt futtat
- az előfordulásnak megfelelő tranzakció gyakorisággal
- előny: általános vizsgálat 😊
- hátrány: drága, nehéz kifejleszteni ☹️

Modellezési/becslési paradigma



Teljesítmény modell paramétere



Szolgáltatás igény és idő

- Az i . erőforrásra:

D_i : egy tranzakció átlagos szolgáltatásigénye

V_i : a tranzakció átlagos erőforrás használata

S_i : egy használat átlagos erőforrás igénye

$$D_i = V_i \times S_i$$

Könnyebben
meghatározható

$$S_i = \frac{D_i}{V_i}$$

Kihasználtság törvénye

- Kihasználtság törvénye (Utilization Law)

$$U_i = B_i/T = B_i/(C_0/X_i) = (B_i/C_0) \times X_i = S_i \times X_i$$

U_i : az i . erőforrás kihasználtsága

B_i : foglaltsági ideje a monitorozás alatt

T : mérési idő

C_0 : tranzakciók száma

S_i : átlagos kiszolgálási idő

X_i : átlagos átbocsátás

λ_i : érkezési ráta

$$\text{Egyensúly : } \lambda_i = X_i$$

$$U_i = X_i \times S_i = \lambda_i \times S_i$$

További törvények

Forced Flow törvény:

X_i : az i . erőforrás átbocsátása

$$X_i = V_i \times X_0$$

V_i : „látogatások” átlagos száma

X_0 : tranzakciók átlagos száma

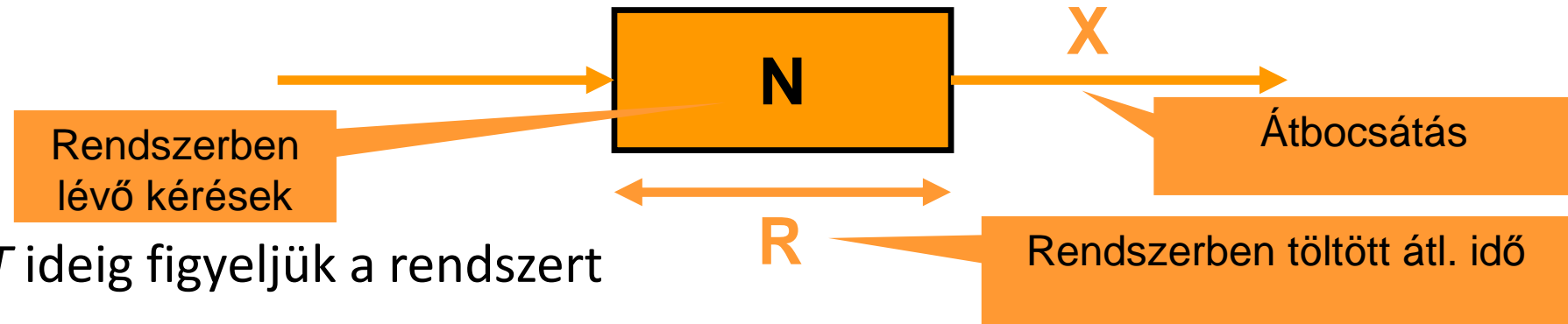
Szolgáltatás igény törvénye (Service Demand):

$$D_i = V_i \times S_i = (X_i/X_0) \times (U_i/X_i) = U_i/X_0$$

Forced Flow

Kihasználtság tv.

Little törvénye



T ideig figyeljük a rendszert
 k rendszerben lévő kérések az intervallumban,
 f_k az idő amíg k darab kérés van
 a rendszerben
 r_k a rendszerben töltött idő összege
 C_0 : ennyi kérés hagyta el a rendszert

$$N = \sum_k k \times f_k = \sum_k k \times \frac{r_k}{T}$$

$$N = \frac{C_0}{T} * \frac{\sum_k k * r_k}{C_0} \xrightarrow{R} N = X \times R$$

A Little törvény alkalmazása

- **Levelezési szolgáltatást nyújtó portál**

2.000.000 regisztrált felhasználó, 30%-uk küld levelet csúcsterhelésnél (1 óra hosszú). Egy email feldolgozása 5.0 másodperc, 3.5 levelet küld egy felhasználó. Egy levél mérete átlagosan 7120 bájt.

Mekkora spool fájl szükséges?

$$\begin{aligned} \text{LevelekÁtlagosSzám} &= \text{Áteresztőképesség} \times \text{Válaszidő} \\ &= \frac{(2,000,000 \times 0.30 \times 3.5 \times 5.0)}{3,600} = 2916.67 \end{aligned}$$

Átlagos levélméret alapján

$$\begin{aligned} \text{SpoolFileMéret} &= \text{LevelekÁtlagosSzám} \times \text{LevelekÁtlagosMérete} \\ &= 2916.67 \times 7120 \text{ bájt} = 20.767 \text{ Mb} \end{aligned}$$

A Little törvény alkalmazása 2.

- Webes bróker, 3 rétegű architektúra

(Web szerver, Alkalmazás szerver, Adatbázis szerver)

- 1.1 millió felhasználó, 20000 használja a rendszert egyszerre (csúcsterhelés)
- A rendszer 3.6 millió kérést dolgoz fel óránként
- Minden kérés átlagosan 1.4 tranzakciót generál az adatbázis szerveren, ami a vállalati mainframe-en található
- A mainframe 11500 kérést dolgoz fel másodpercenként

- **Mennyi az átlagos válaszidő?**

- **A válaszidő mekkora részét tölti a válasz a mainframe-en?**

A Little törvény alkalmazása 3.

Az egész rendszer „fekete doboz”:

$$\begin{aligned}\text{ÁtlagosVálaszidő} &= \frac{\text{FelhasználókÁtlagosSzáma}}{\text{RendszerÁteresztőképesség}} \\ &= \frac{20,000}{3,600,000 / 3,600} = 20 \text{ sec}\end{aligned}$$

A mainframe a „fekete doboz”:

$$\begin{aligned}\text{ÁtlagosVálaszidő} &= \frac{\text{TranzakciókÁtlagosSzáma}}{\text{MainframeÁteresztőképesség}} \\ &= \frac{20,000 \times 1.4}{11,500} = 2.43 \text{ sec}\end{aligned}$$

A kettő aránya:

$$\frac{\text{MainframeHasználat}}{\text{RendszerHasználat}} = \frac{1.4 \times 2.43 \text{ sec}}{20.0 \text{ sec}} = 17\%$$

Könyvesbolt példa

- Bemenő adatok:

**Mérhető
értékek**

| Adat | Érték |
|---------------------------------------|-------|
| Összes session száma | 35000 |
| Web szerver foglaltság összesen (sec) | 1200 |
| DB szerver foglaltság összesen (sec) | 2100 |
| Mérési intervallum (sec) | 3600 |
| Keresések száma/Session | 2,50 |
| Web szerver kérés/Keresés | 1,95 |
| DB szerver kérés/Keresés | 0,95 |

**Modellből kapjuk
(CBMG, CSID)**

- Mennyi egy keresés tranzakció DB szerver szolgáltatási ideje?

$$S_i = \frac{\sum D_i}{\sum V_i} = \frac{2100}{35000 \times 2.5 \times 0.95} = 0.025 \text{ sec}$$

Könyvesbolt példa 3.

- Bemenő adatok:

**Mérhető
értékek**

| Adat | Érték |
|--|-------|
| Összes session száma | 35000 |
| Web szerver foglaltság összesen (sec) | 1200 |
| DB szerver foglaltság összesen (sec) | 2100 |
| Mérési intervallum (sec) | 3600 |
| Keresések száma/Session | 2,50 |
| Web szerver kérés/Keresés | 1,95 |
| DB szerver kérés/Keresés | 0,95 |
| Átlagos Web szerver szolg. igény (D_{WS}) msec | 13,71 |
| Átlagos DB szerver szolg. igény (D_{DB}) msec | 24,00 |
| Átlagos Web szerver szolg. idő (S_{WS}) msec | 7,03 |
| Átlagos DB szerver szolg. idő (S_{DB}) msec | 25,26 |

Kiszámolható

**Modellből kapjuk
(CBMG, CSID)**

- Változhat

- vásárlók száma
- vásárlók viselkedése
- rendszer paraméterek (pl. fájlok átlagos mérete)

Könyvesbolt példa 5.

Milyen lesz a szerverek kihasználtsága, ha megduplázódik a felhasználók száma (csúcsterhelés)?

- Házi feladat

Könyvesbolt példa 6.

Milyen lesz a teljesítmény, ha megváltozik a felhasználók viselkedése és átlagosan 50%-kal többet keresnek az oldalon?

Házi feladat