Rendszermodellezés

Modellezési alapismeretek

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Tartalom

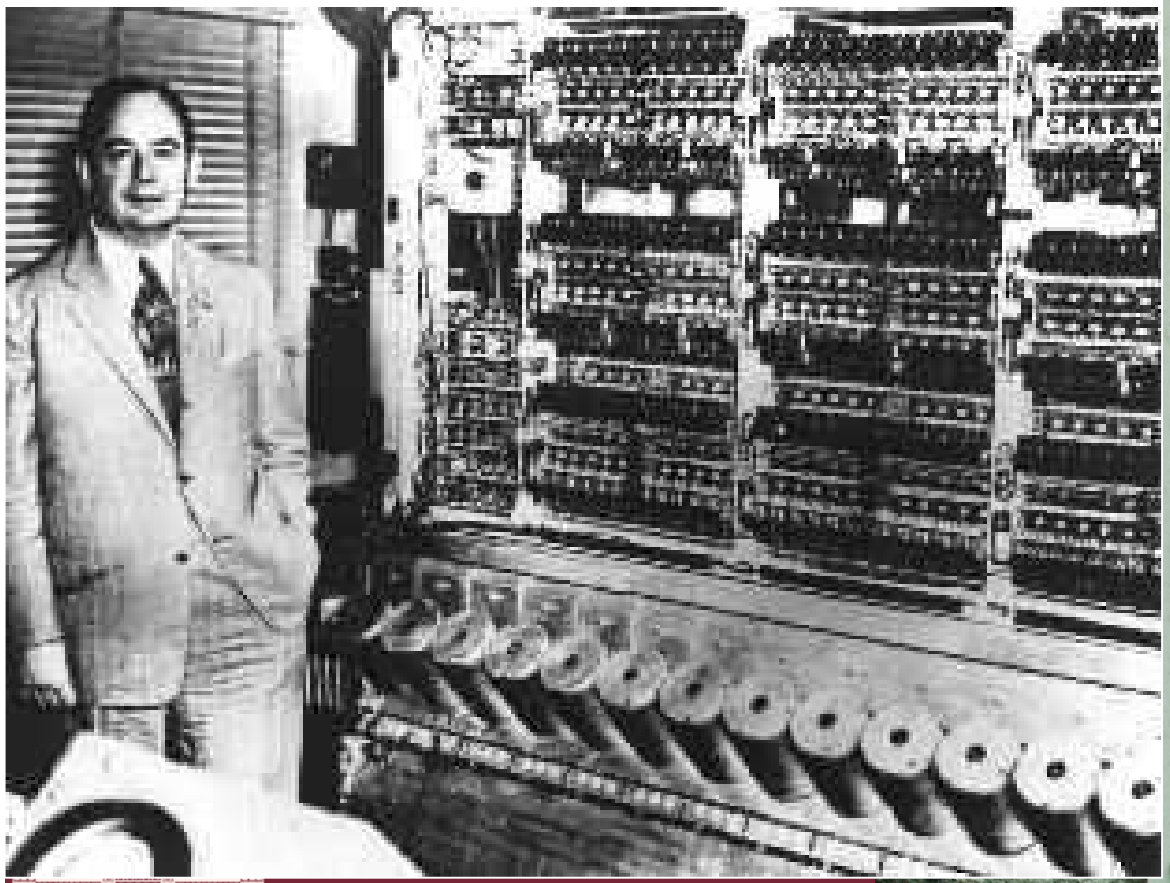
- Mi a modell?
- Mire használunk modelleket
- Modellezési alapfogalmak
- Modellek osztályozása
- Illusztratív példák

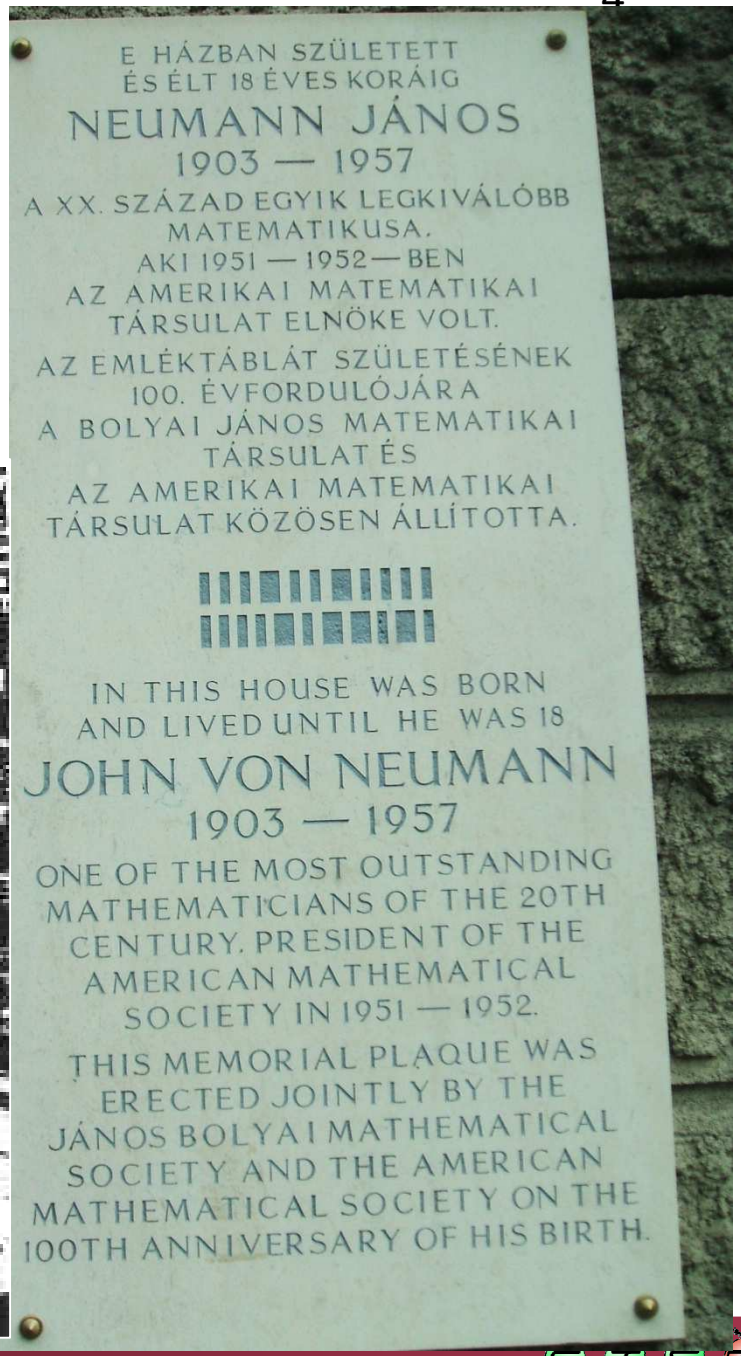
Mi a modell?

- "The sciences
  - do not try to explain,
  - they hardly even try to interpret,
  - they mainly make models.
- By a model is meant
  - a mathematical construct which,
  - with the addition of certain verbal interpretations,
  - describes observed phenomena.
- The justification of such a mathematical construct is solely and precisely that it is expected to work.„

Neumann János

Birth house of John von Neumann





Mi a modell?

- A valóság egy részletének egyszerűsített képe
- Lényeges
  - A valóság mely részének…
  - …milyen szisztéma szerint…
  - …mennyire egyszerűsített képe
- Haszna
  - kisebb (véges)
  - áttekinthetőbb

Mi NEM a modell?

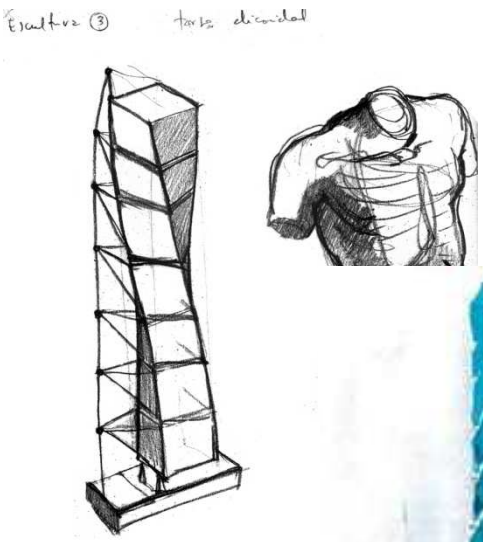
- A modell nem a valóság!

- A modell nem a diagram.
  - az csak egy nézet…

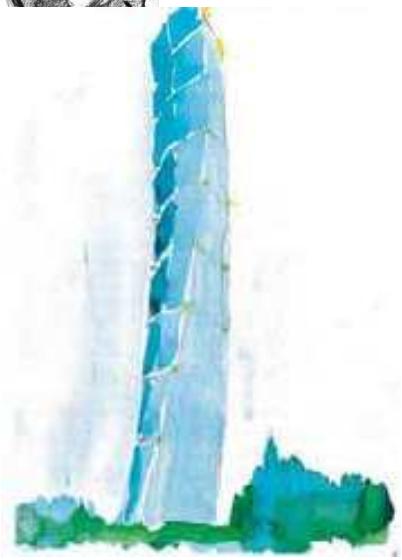
Mire használunk modelleket?

- Kommunikáció, dokumentáció
- Gondolkodás, tervezés támogatása
- Analízis
- Származtatás
- Szimuláció
- …belefér egy számítógépbe / emberi agyba

Models in a design workflow

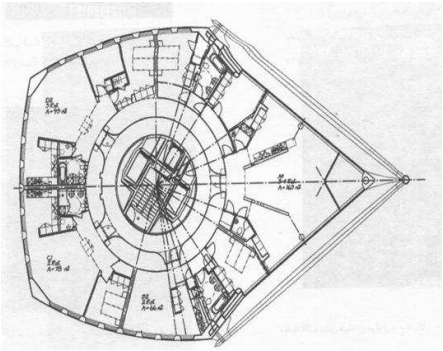


Concept



Specification

Structure



Implementation

Operation

Felhasználás – Dokumentáció

- A modell egyszerűbb
  - könnyebben elmondható, mint a teljes valóság
  - fokozatosan finomítható (ld. később)
- Kommunikáció, szemléltetés
  - demonstráció (ld. később)
  - érthető szöveges nyelv
  - szemléletes diagram
- Gondolkodás, tervezés támogatása
  - hasonlóak a szempontok
  - „kommunikáció magunkkal”

Felhasználás - Analízis

- Emberi erővel vagy (részben) automatizáltan
- Módszer
  - Felületes, statikus elemzés
  - Dinamikus állapottér bejárással – modellellenőrzés
  - Formális állítások bizonyításával
- Cél
  - Ellenőrzés, hibák keresése (best effort)
  - Szolgáltatásbiztonsági kritériumok igazolása (erősebb!)
  - Jellemzők számítása, tervezése (pl. ütemezés)

Felhasználás - Származtatás

- Emberi erővel vagy (részben) automatizáltan
- Eredmény
  - programkód, analizálható nyelv, stb. generálása
  - másik modell
    - finomítás, következő tervezési fázis
    - részaspektus
    - modellek integrációja
- Lehet tulajdonságmegőrző

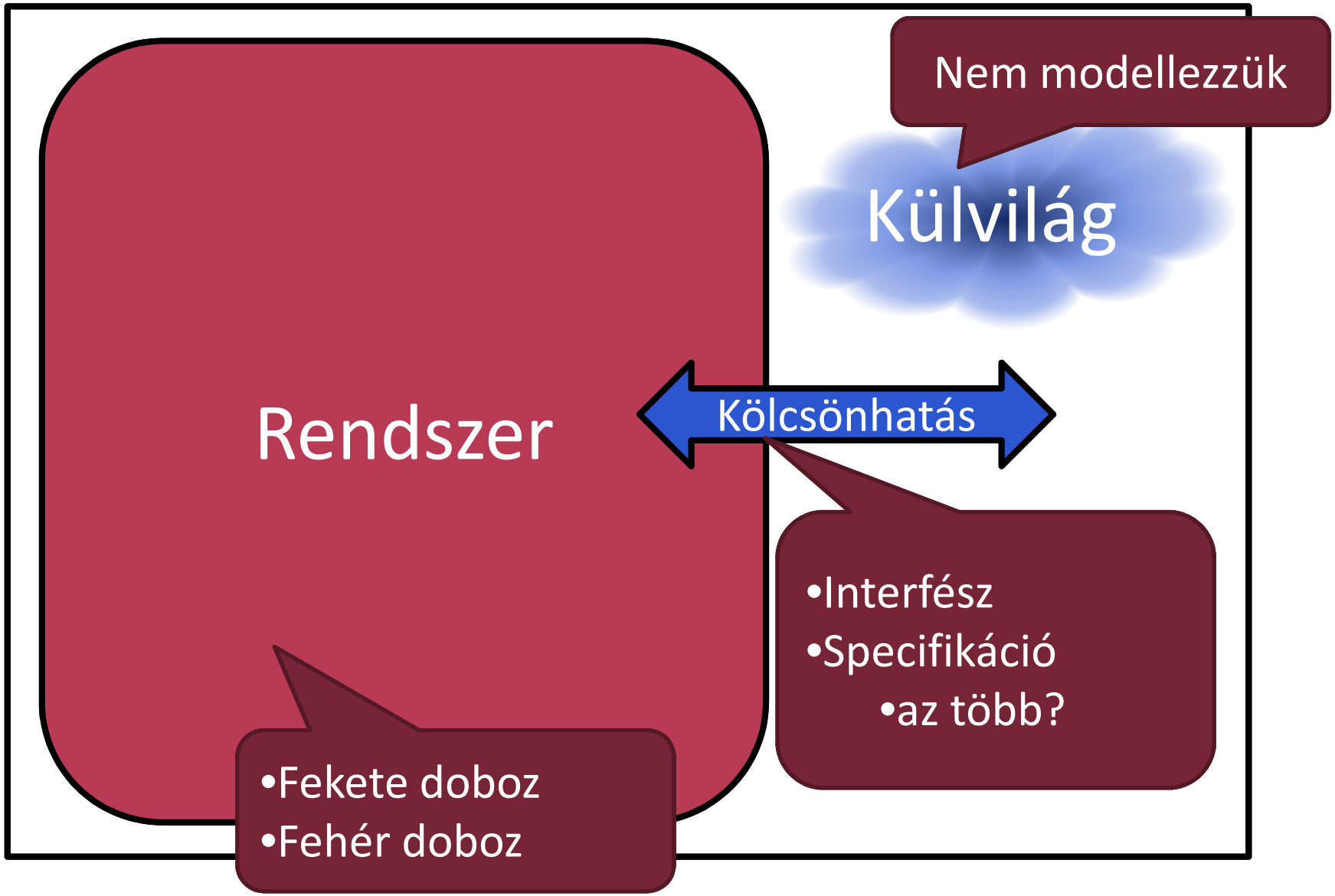
Felhasználás - Szimuláció

- Validáció
  - „Jól építettem fel?”
- Demonstráció
  - A kommunikáció eszközeként
- Kísérlet
  - Tulajdonságok elemzésére
  - Mérések
  - A valóságban költségesen kipróbálható
  - Elméleti úton előre meg nem határozható

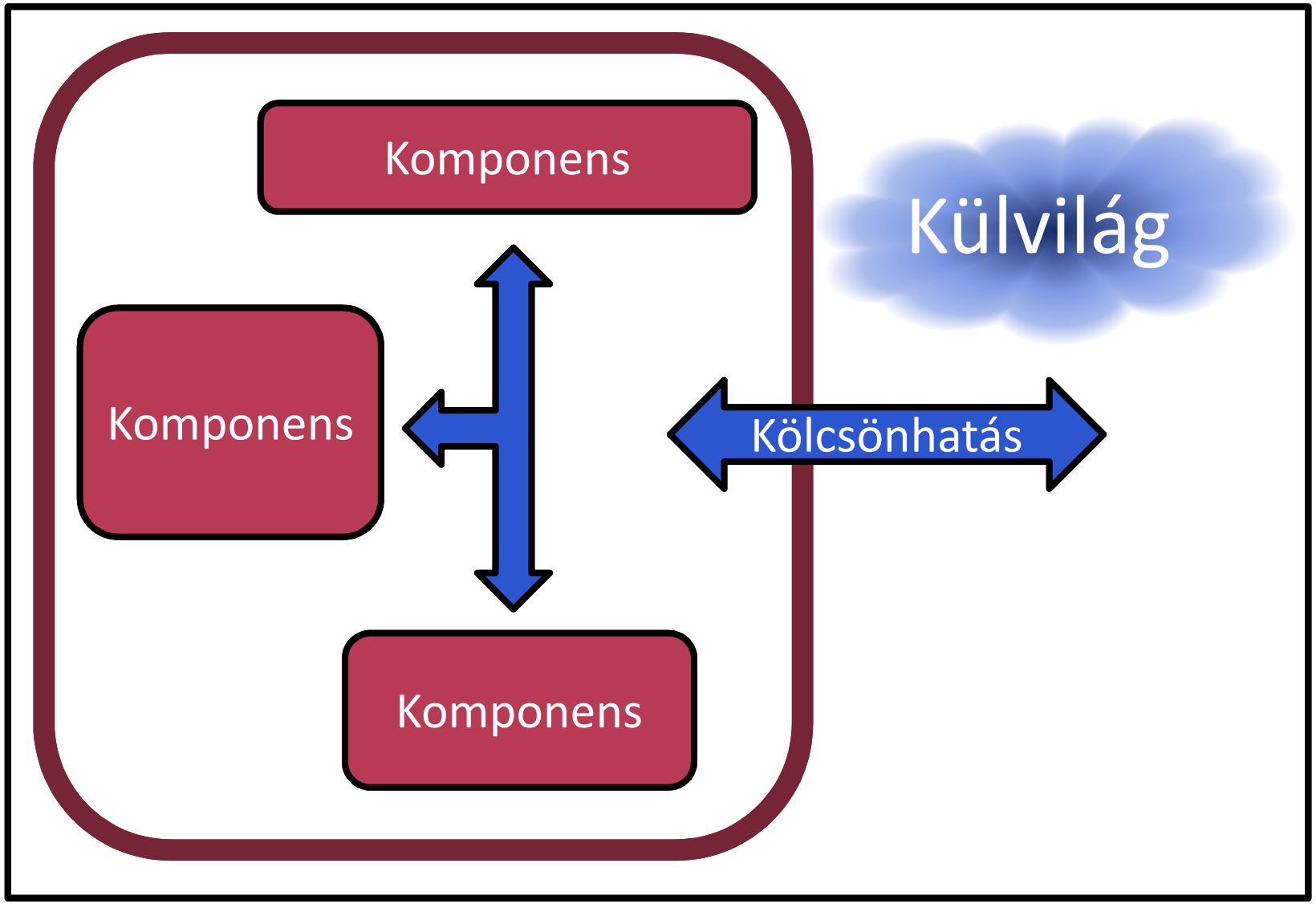
Modellezési alapfogalmak

- Rendszer és külvilág, komponensek
- Finomítás, absztrakció
- Metamodellezés

Alapfogalmak – rendszer és külvilág



Alapfogalmak – rendszer és külvilág

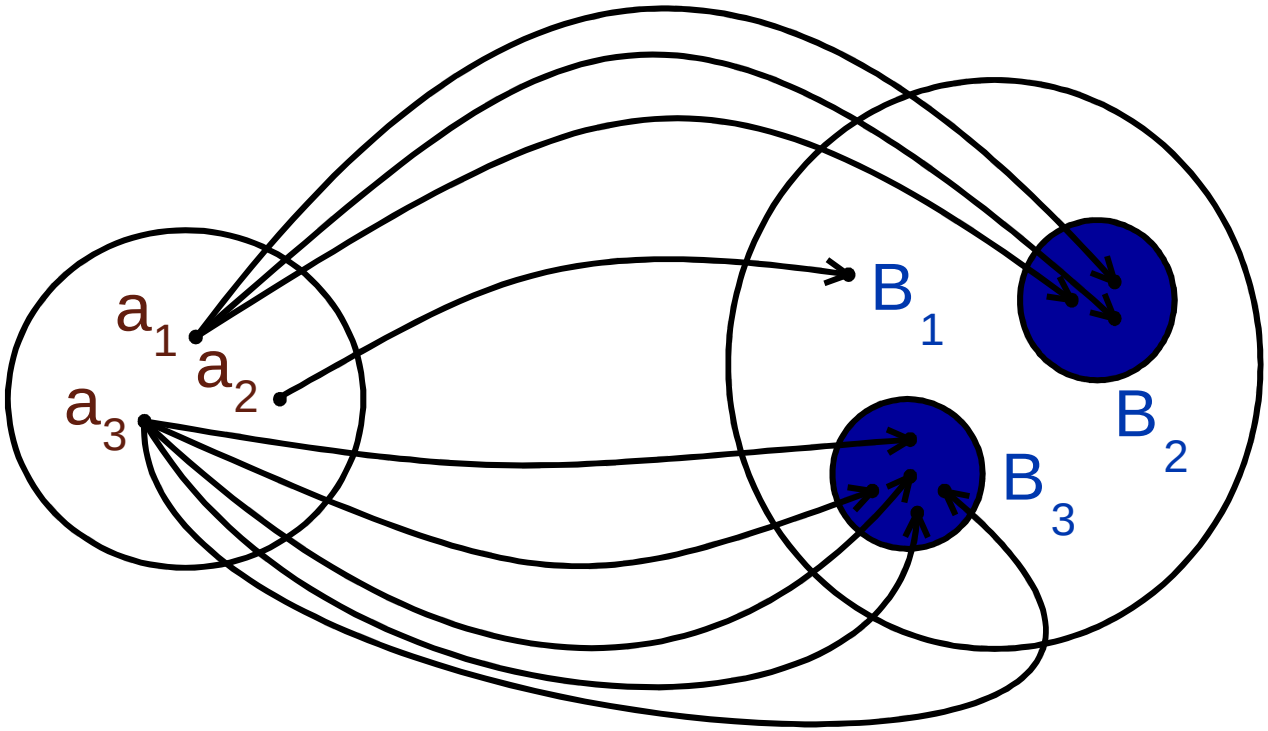


Alapfogalmak - Finomítás

- *Finomítás*: a modell gazdagítása részletekkel…
- …hogy az eredeti modell absztrakció maradjon
- Inverze: *(vertikális) absztrakció*
- Az előbbi dián egy *hierarchikus finomítás* volt
  - „dobozok kibontása”
- Finomítható más is...
  - Pl. Halmazfinomítás: változók értékkészlete
    - **Jó** / **rossz** helyett
    - **Gyors** / **átlagos** / **lassú** / **hiányos** / **veszélyes**

Halmazfinomítás

Diszjunkt részhalmazok hozzárendelése elemekhez



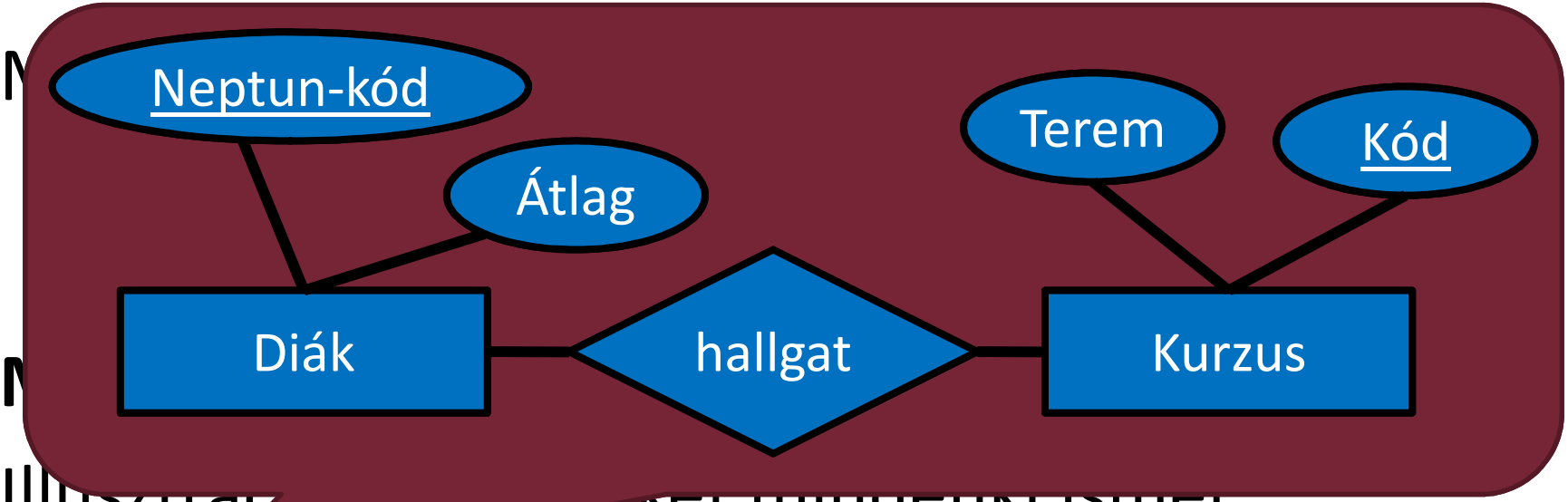
$\forall a_i, \in A, R(a_i) \subset B$ úgy, hogy $R(a_i) \cap R(a_j) = \emptyset \ \forall i, j$

Alapfogalmak - Metamodellezés

- Modellezési nyelv: milyen típusú elemei vannak?
  - …és milyen kapcsolatban állhatnak ezek az elemek?
  - …és ezeknek a típusoknak mik a viszonya egymáshoz?
- **Metamodell** = egy modellezési nyelv modellje
- Illusztrációk, amelyeket mindenki ismer
  - Egyed-kapcsolat (ER) modell
  - UML objektum diagram → osztálydiagram
  - Adatbázis tábla → relációs adatbázisséma
  - XML dokumentum → XML séma (vagy DTD)
  - …

Alapfogalmak - Metamodellezés

- N
- N
- Illusztrac yeket mindenki ismer
  - Egyed-kapcsolat (ER) modell
  - UML objektum diagram → osztálydiagram
  - Adatbázis tábla → relációs adatbázisséma
  - XML dokumentum → XML séma (vagy DTD)
  - …



Osztályozási szempontok

- Felépítési vs. viselkedési modellek
- Matematikai-formális vs. informális
- Folytonos vs. diszkrét változók és idő szerint
- Végrehajtható vs. deklaratív
- …

Osztályozás: felépítési vs. viselkedési

- Felépítési (*structural*)
  - Statikus
  - Rész és egész, összetevők
  - Kapcsolatok, összeköttetések
- Viselkedési (*behavioral*)
  - Dinamikus
  - Időbeli lefolyás
  - Állapot, folyamat
  - Reakciók a külvilágra
- Nem fed le mindent, nem válik élesen szét…

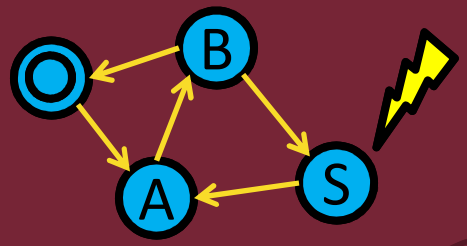
Osztályozás: formális vs. informális

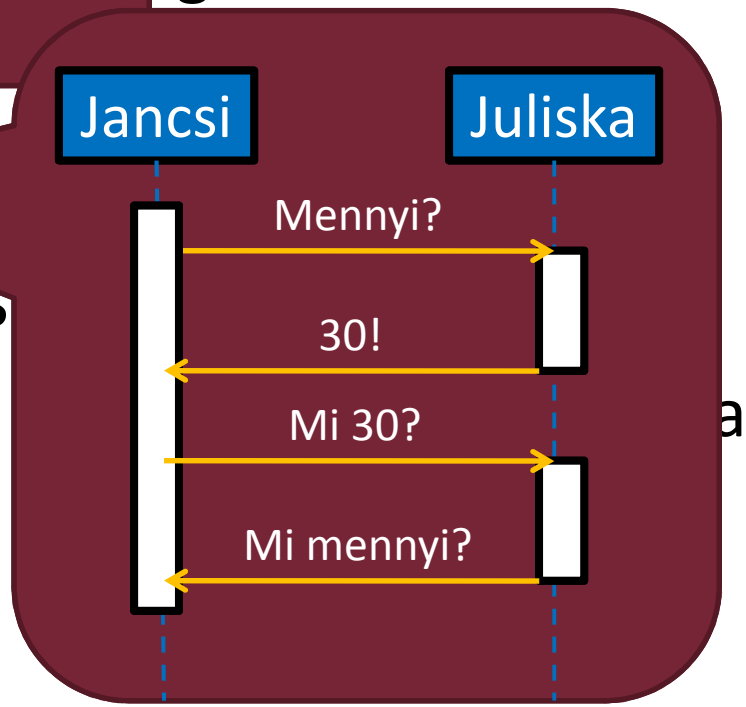
- Mennyi matematikai állítást tartalmaz?
  - Mennyire tereli mederbe a modellezett rendszert?
- Folytonos skála, nem válik élesen szét
  - Differenciálegyenletekkel leírt közegáramlás
  - Állapotgép
  - Szekvencia diagram
- Nem biztos, hogy mindig a szigorúbb a jó
  - Néha nehéz beletenni azokat a matematikai állításokat
  - Szemléletesség…

Osztályozás: formális vs. informális

- Me
  - o szert?
- Folytonos n szét
  - o Differenciáleg egáramlás
  - o Állapotgép
  - o Szekvencia diagram
- Nem biztos, hogy mindig a s
  - o Néha nehéz beletenni azokat at
  - o Szemléletesség…

$$\rho\left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t}+\mathbf{v}\cdot\nabla\mathbf{v}\right)=-\nabla p+\nabla\cdot\left(\mu\cdot\left(\nabla\mathbf{v}+(\nabla\mathbf{v})^T\right)\right)+\nabla(\lambda\nabla\cdot\mathbf{v})+\rho\mathbf{g}$$

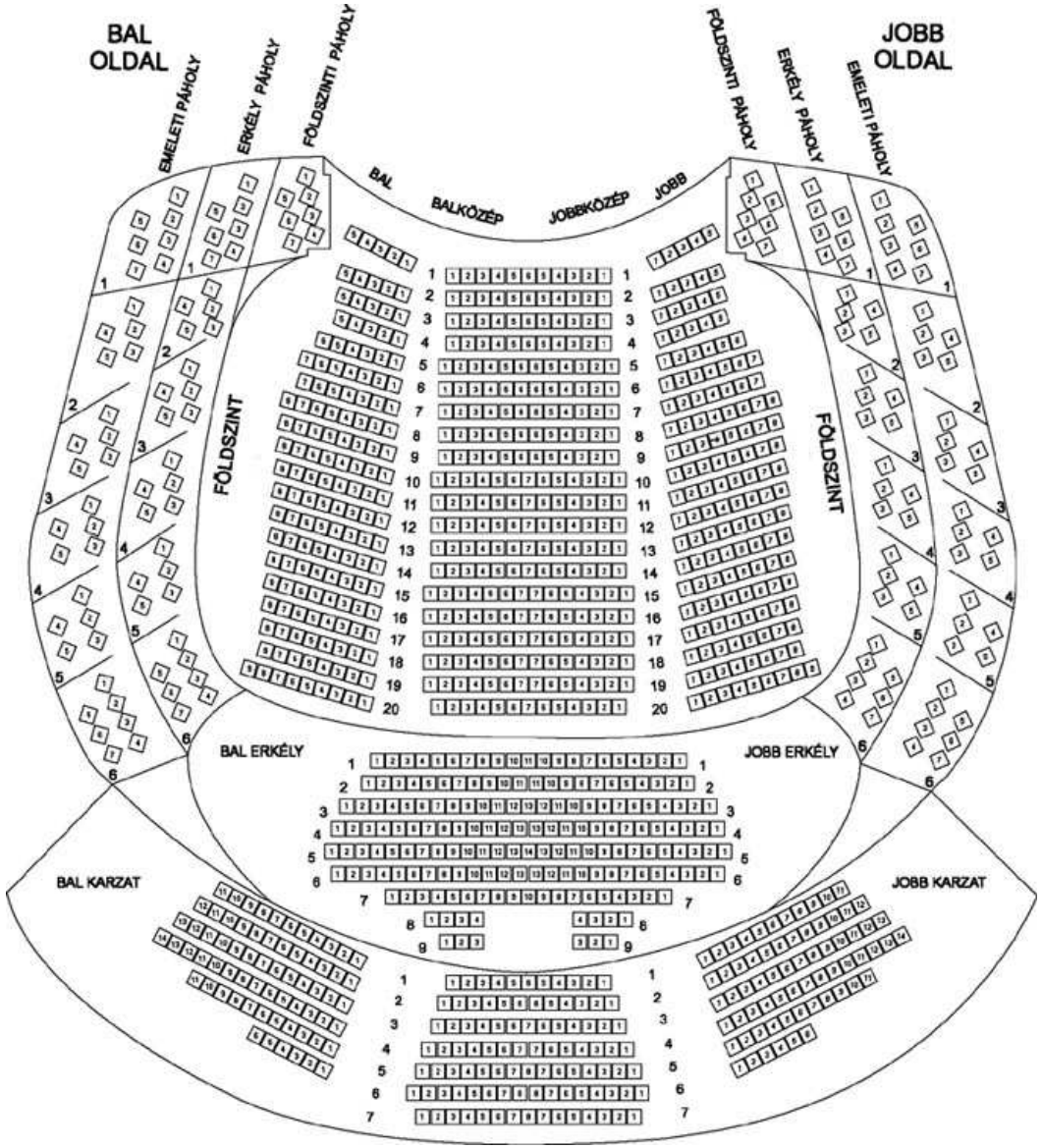




Osztályozás: két további szempont

- Folytonos vs. diszkrét
  - Időben
  - Értékben
- Viselkedési modell végrehajtható?
  - Teljes eseménysor determinisztikusan rekonstruálható
  - Eseménysor sztochasztikusan definiált
  - Nemdeterminisztikusan végrehajtható
  - Részben korlátozza a lehetséges eseményteret
    - Pl. csak ellenőrizhető kritériumok
  - Nem is viselkedési modell

Illusztráció – Felépítési modellek



Illusztráció – Felépítési modellek

Keretszerkezet

```
 0                   1                   2                   3
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|Version|  IHL  |Type of Service|          Total Length         |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|         Identification        |Flags|      Fragment Offset    |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|  Time to Live |    Protocol   |         Header Checksum       |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|                       Source Address                          |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|                    Destination Address                        |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|                    Options                    |    Padding    |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
```

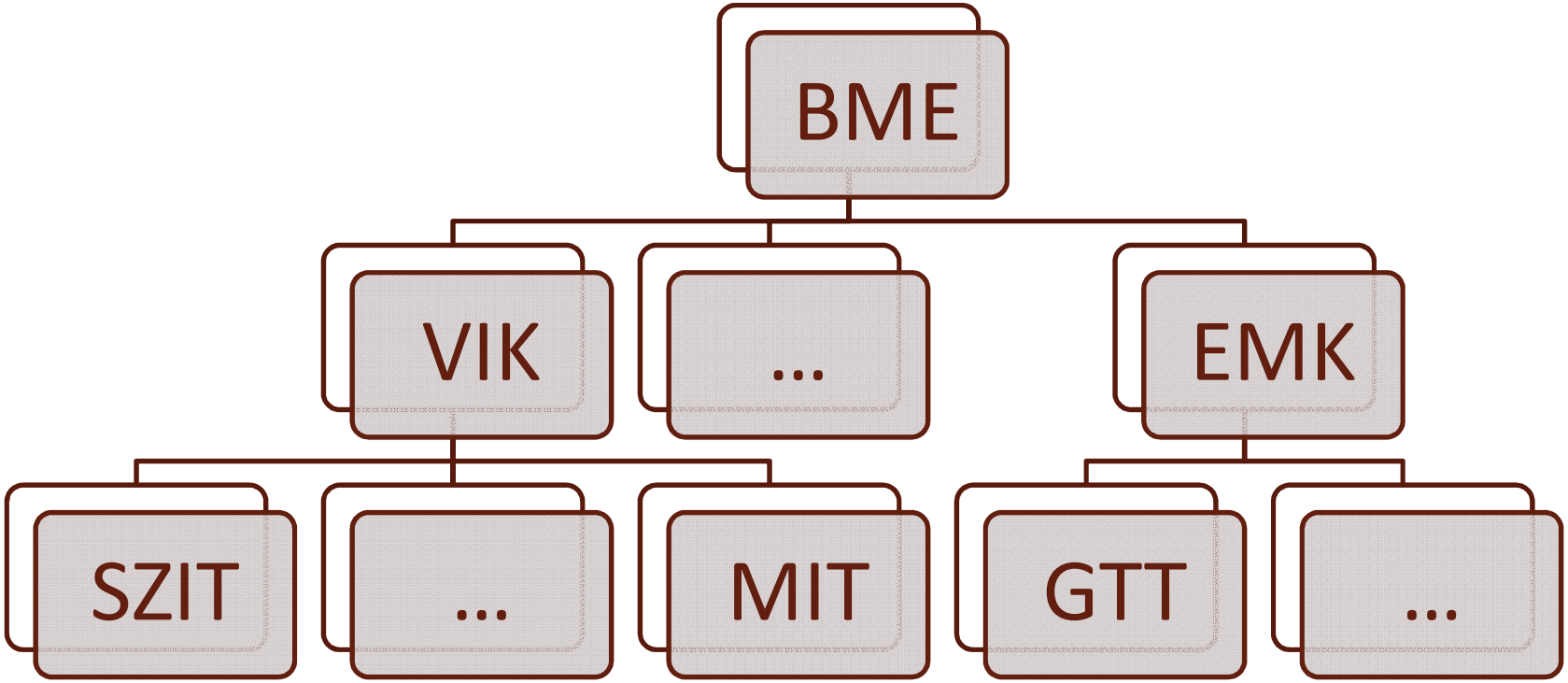
Illusztráció – Felépítési modellek

Tartalmazási hierarchia

- /
  - bin/
  - home/
  - lib/
  - usr/
    - share/
    - lib/
  - var/
    - log/
    - tmp/

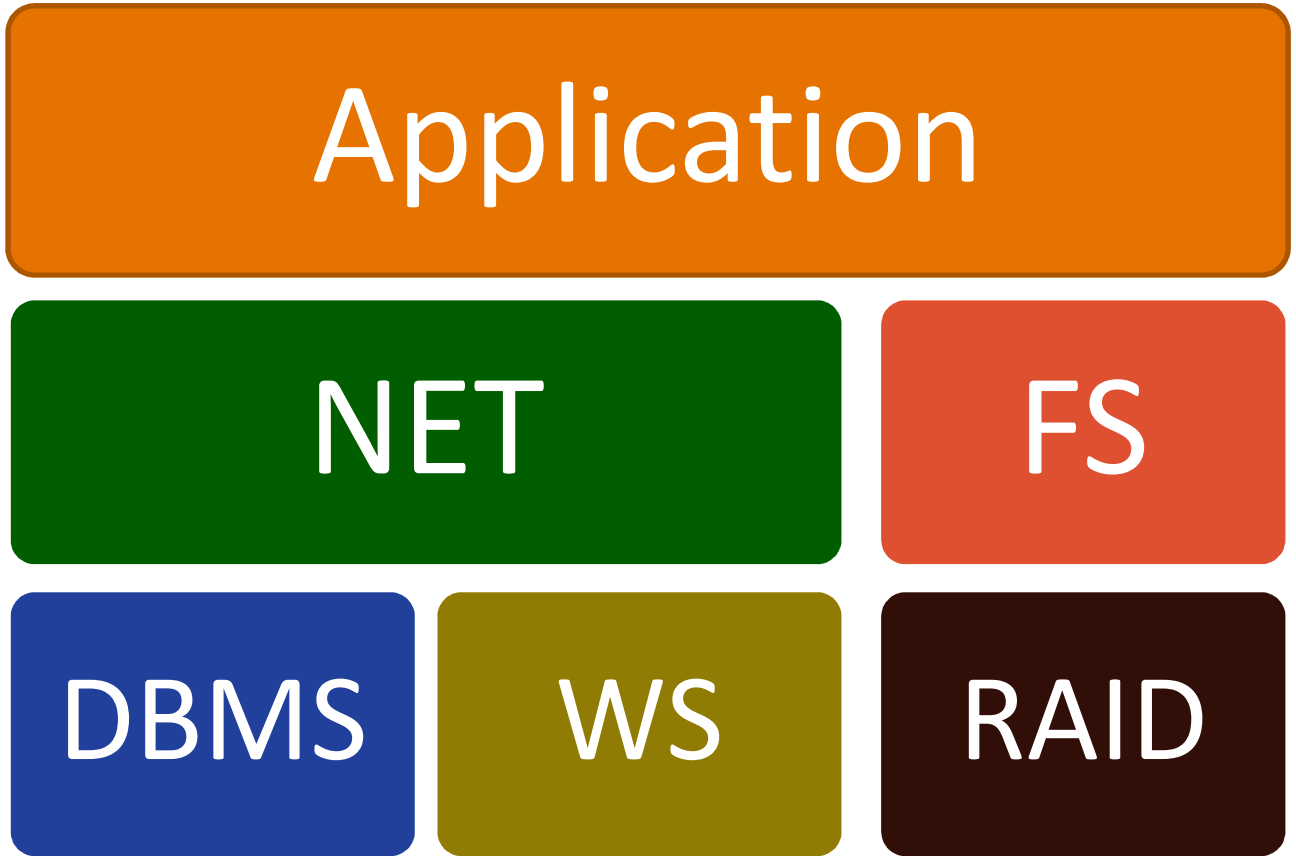
Illusztráció – Felépítési modellek

Szervezeti felépítés (ld. tartalmazási hierarchia)



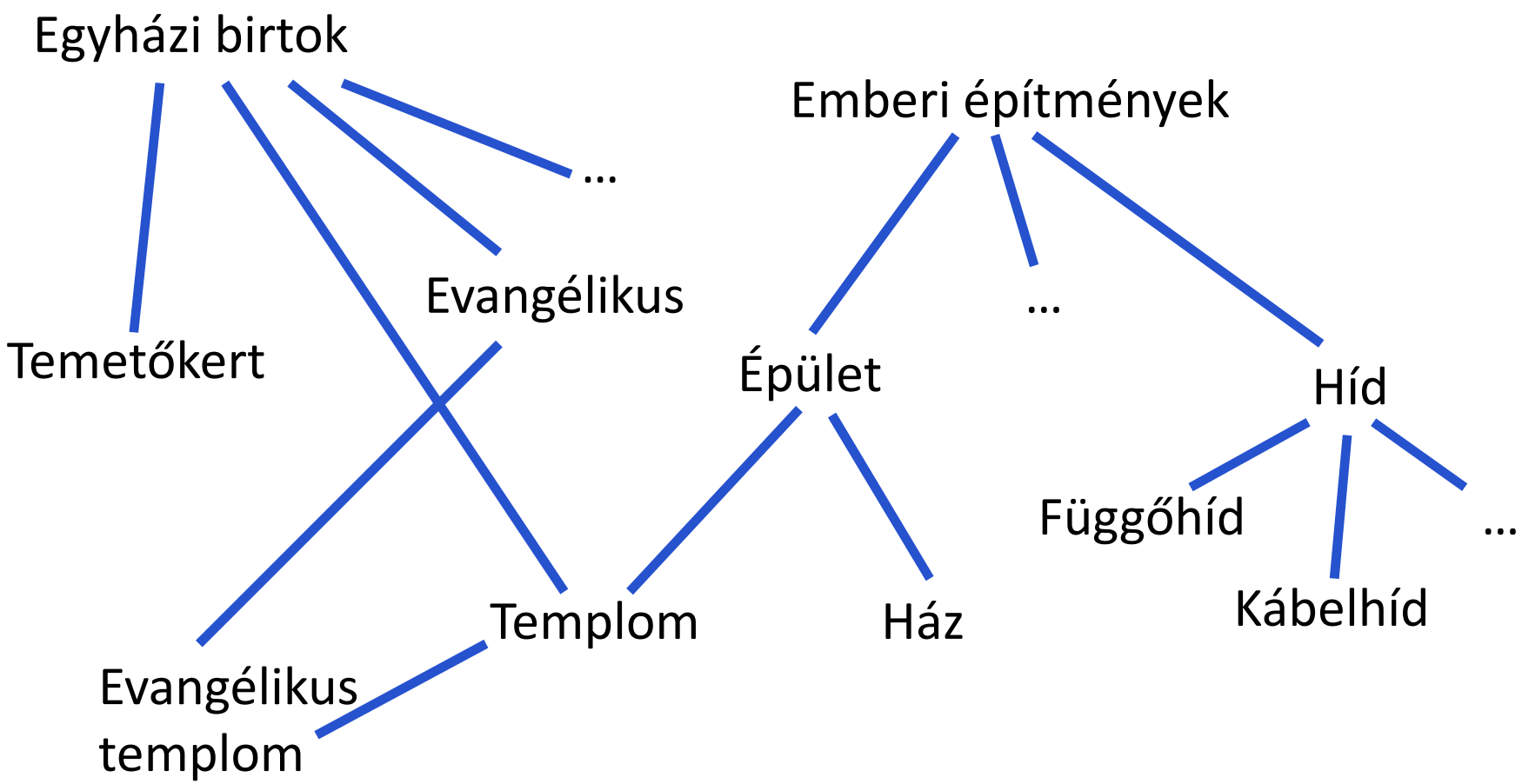
Illusztráció – Felépítési modellek

Architektúra modell (blokkdiagram)



Illusztráció – Felépítési modellek

Taxonómia jellegű

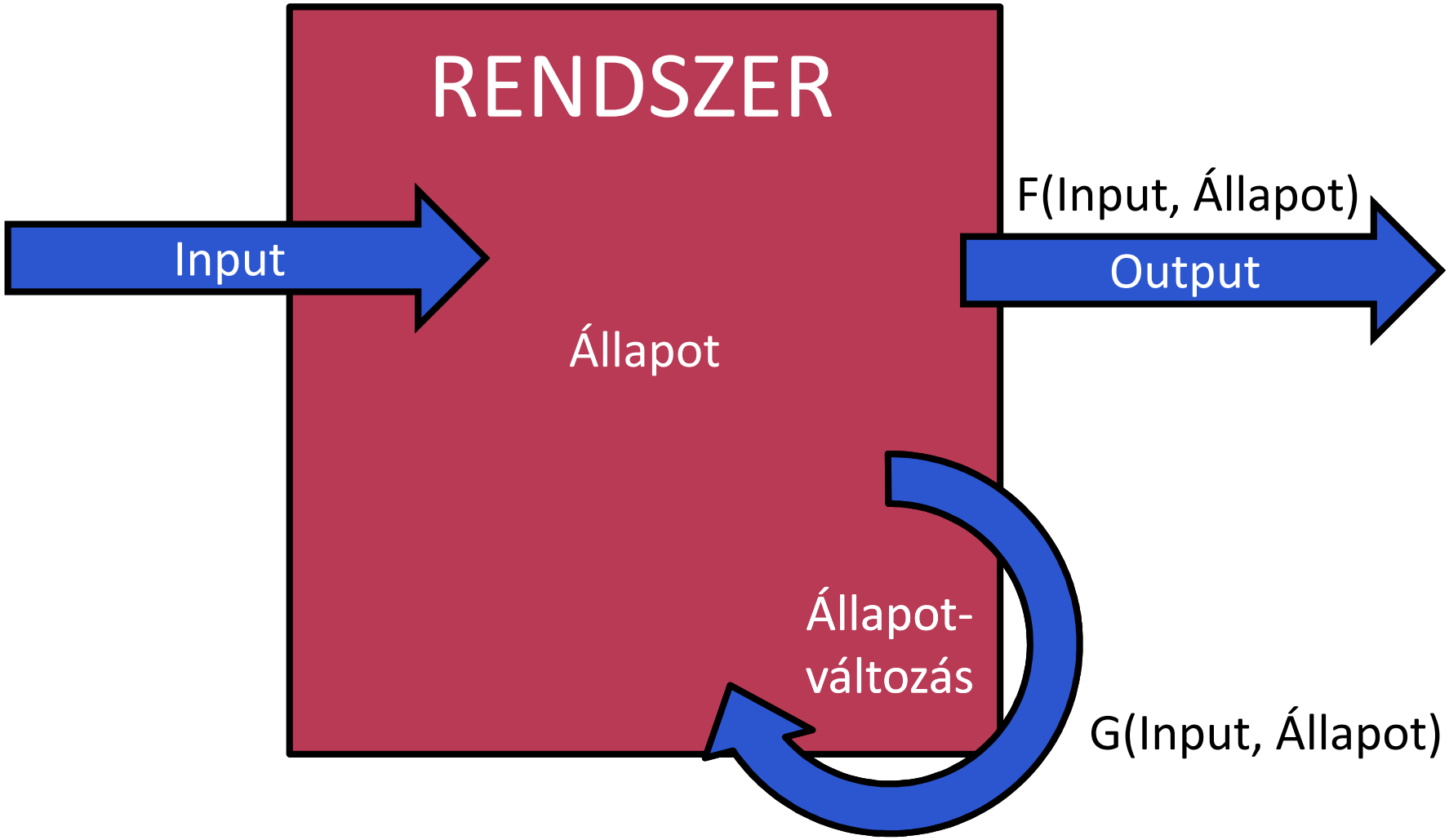


Illusztráció – Felépítési modellek

- Ontológia
  - Fogalmak és kapcsolatok taxonómiája
  - Fogalmi- és viszonyállítások összekapcsolódnak
    - „Férfiak és nők között definiált a házasság”
    - „Anya: az a nő, akinek van legalább egy gyermeke”
    - „A halott férfi élő házastársa: özvegyasszony”
    - …ez persze a konkrét formalizmustól függ
  - Példák
    - WordNet
    - Dublin Core
    - Orvosi, gyógyszeripari, bioinformatikai ontológiák

Illusztráció – Viselkedési modellek

Klasszikus rendszerelméleti automata-modell



Illusztráció – Viselkedési formalizmusok

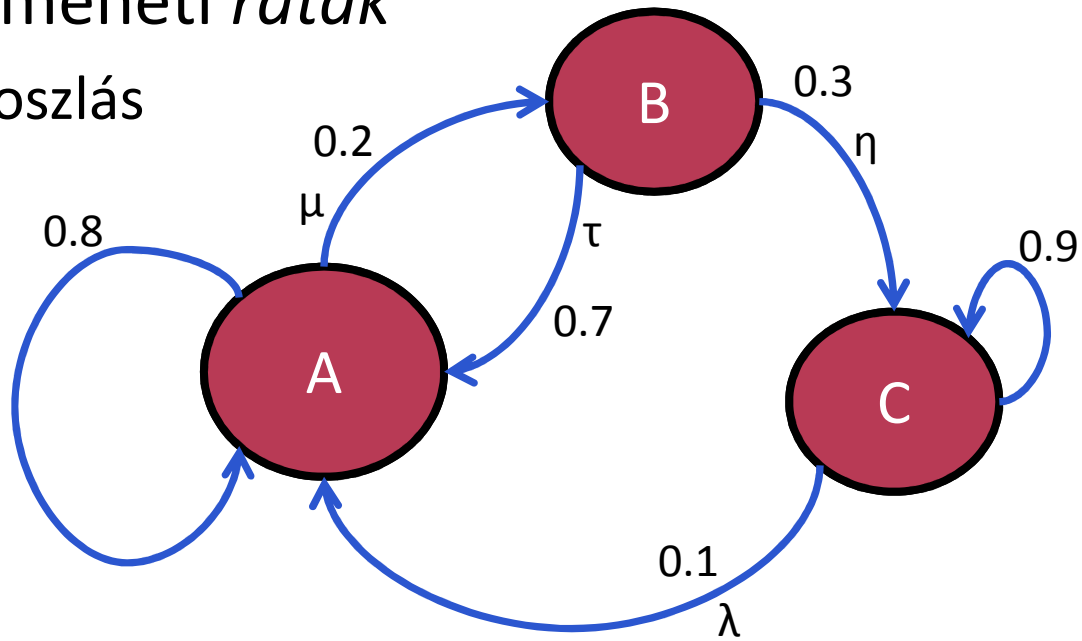
- Állapottérkép
  - Automaták szinkron és aszinkron kompozíciója
  - Címkézett állapotok, átmenetek
- Vezérlési folyam
  - Kiterjesztés : konkurencia
  - Kiterjesztés: erőforrásmodell
- Adatfolyamháló (Dataflow Network, DFN)
  - Nagyon általános formalizmus
  - Megvalósítható vele az előző kettő

Illusztráció – Viselkedési formalizmusok

- Petri-háló
  - Erőforráskorlátok
  - Kompozíció, szinkronizáció, konkurencia, deadlock…
  - Potenciálisan végtelen állapottér
  - Erős matematikai háttér
  - Kiterjesztés: színes PN, hasonlít a DFN-re
- És még…
  - Processz-algebrák
  - Gráfnyelvtanok
  - …

Illusztráció – Viselkedési formalizmusok

- Sztochasztikus (Markov-) modellek
  - Sok viselkedési modell kiegészíthető valószínűségekkel
  - Matematikai háttér, származtatható jellemzők
  - Diszkrét idő: átmeneti valószínűségek
  - Folytonos idő: átmeneti *ráták*
    - Exponenciális eloszlás



Modellezés a tárgyban

Rendszermodellezés

- Építés
- Szimuláció
- Mérés

HF

(Üzleti-) Folyamatmodell

- Vezérlés
- Erőforrások
- Teljesítmény

Informatikai szolgáltatás modellezése üzleti folyamatként