

Komplexní systémy: úvod

Radek Pelánek

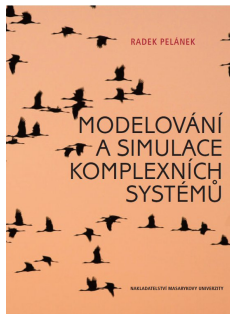
FI MU

podzim 2013

Komplexní systémy – rychlý úvod

Stručný výtah z:

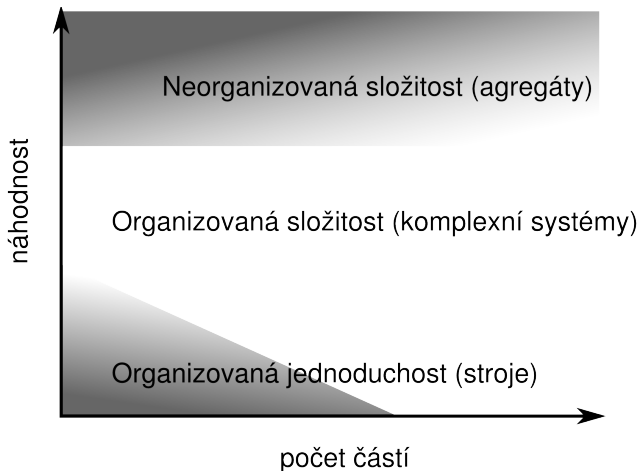
- přednášky IV109 Modelování a simulace
- kniha Modelování a simulace komplexních systémů



Komplexní systémy

- není žádná formální definice
- není žádné přesné vymezení
- plynulý přechod
- závislost na úhlu pohledu, na míře abstrakce
- uvedeme výčet charakteristik

Typy systémů



Komplexní systém: definice

- A system that can be analyzed into many components having relatively many relations among them, so that the behavior of each component depends on the behavior of others. (Herbert Simon)
- A system that involves numerous interacting agents whose aggregate behaviors are to be understood. Such aggregate activity is nonlinear, hence it cannot simply be derived from summation of individual components behavior. (Jerome Singer)
- A complex system is a highly structured system, which shows structure with variations. (Goldenfeld and Kadanoff)
- A complex system is one that by design or function or both is difficult to understand and verify. (Weng, Bhalla and Iyengar)

Komplexní systém: další definice

- A complex system is one whose evolution is very sensitive to initial conditions or to small perturbations, one in which the number of independent interacting components is large, or one in which there are multiple pathways by which the system can evolve. (Whitesides and Ismagilov)
- A complex system is one in which there are multiple interactions between many different components. (D. Rind)
- Complex systems are systems in process that constantly evolve and unfold over time. (W. Brian Arthur)

... *komplexní systém je také populární výraz pro ledasco.*

- Santa Fe Institute
- European Complex Systems Society
- časopisy Complex systems, Complexity
- konference o Complex systems (European, Asia-Pacific, americké...)

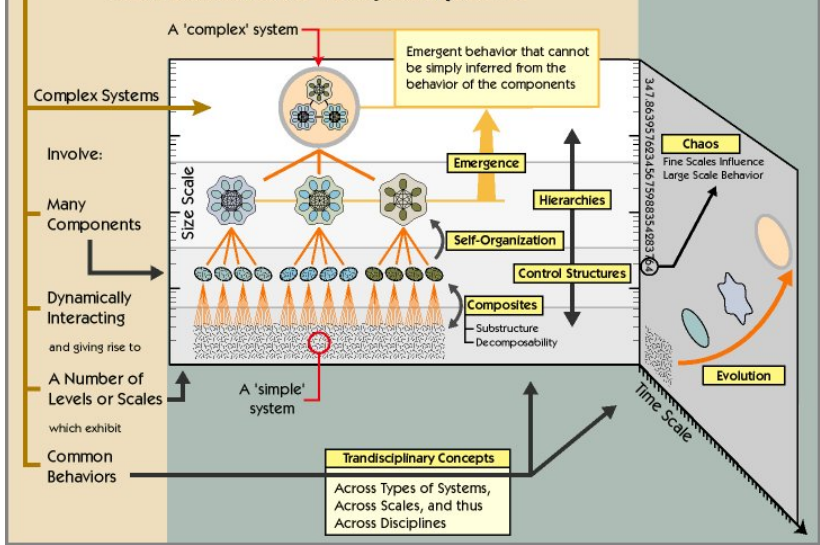
Příklady komplexních systémů

- ekosystémy
- trhy
- podnebí
- organizace
- mraveniště
- buňka
- město
- imunitní systém

Příklady nekomplexních systémů

- židle
- páka, kladka
- balónek
- motor
- ... většina strojů

Characteristics of Complex Systems



<http://necsi.edu/projects/mclemens/viscss.html>

Charakteristiky komplexních systémů

- dynamické (páka vs mraveniště, dům vs město)
- těsně svázané (počítač vs mozek)
- ovládané zpětnou vazbou (stroj vs mraveniště)
- nelineární (pohyb planety vs počasí)
- samo-organizující se (šaty vs škeble)
- adaptabilní (stroj vs živý tvor)

zkuste tyto charakteristiky hledat ve svých tématech

Historické poznámky

- tradičně:
 - ▶ věda zaměřena na jednoduché systémy, redukcionistický přístup
 - ▶ složité systémy — filosofie, humanitní obory
- až do poloviny 20. stol. vědecké nástroje principiálně nepoužitelné pro studium komplexních systémů
- pol. 20 stol. první metody (buněčné automaty, umělá inteligence), ale nepoužitelné prakticky
- od 90. let: dostatečně silné a rozšířené počítače \Rightarrow použitelnost metod, rozvoj studia komplexních systémů

Role počítačů

- zpracování rozsáhlých dat
- práce s velkými modely, simulace
- nová dostupná data (statistiky z webu, mailu, telefonů, dokumentů, ...)

Prezentace by měly stavět alespoň na jedné z těchto rolí počítačů.

- matematické analytické modely
- výpočetní modely:
 - ▶ systémová dynamika
 - ▶ modely s agenty
- teorie her
- statistické modely
- teorie grafů, modely komplexních sítí

Decentralizace

- principy fungování decentralizovaných systémů
- role zpětných vazeb
- pákové body v decentralizovaných systémech (často na neintuitivních místech)
- souvislosti mezi decentralizovanými systémy, vzájemná inspirace při studiu decentralizovaných systémů

- hlavní téma: decentralizace, kolektivní chování
 - ▶ sociální hmyz, samo-organizace
 - ▶ doporučující systémy
 - ▶ doprava, modelování davů
 - ▶ spolupráce, altruismus
 - ▶ komplexní sítě
- jednotlivá témata by měla mít vztah k celkovému hlavnímu tématu

Sociální hmyz, samo-organizace

- mravenci, včely:
 - ▶ sběr potravy, volba rolí
 - ▶ důraz na decentralizované řízení (ne anatomii, apd)
- vznik života, hra Život
- vznik vzorů (škeble, proč mají zebry pruhy, ...)
- nástroje: buněčné automaty, modely s agenty, ...

Doporučující systémy, kolektivní inteligence

- doporučující systémy (Amazon, Netflix), technika „collaborative filtering“
- kolektivní, decentralizovaná inteligence
- Ant colony optimization, Swarm intelligence
- souvislosti mravenci-lidé

Doprava, modelování davů

- mikrosimulace, makrosimulace dopravy
- rozbor konkrétního modelovacího přístupu (např. určitý nástroj), ukázky, případová studie Brno (např. nádraží, křižovatky)
- možný zdroj informací: Centrum dopravního výzkumu
- Braessův paradox (a další paradoxy v komplexních systémech)
- modelování davů (evakuace, přestupní uzly, chodníky)
- modelování decentralizovaných nepokojů (nedávné souvislosti: Arabské jaro, nepokoje v Anglii)
- fázový přechod

- spolupráce, sociální normy, konflikt zájmů jednotlivců, jednotlivec vs skupina
- decentralizované ustanovení spolupráce (norem)
- obecné modely: Dilema vězně, Tragédie obecní pastviny
- rozšíření a variace na tyto modely: hra Normy, šum, evoluční aspekty, topologie kontaktů, ..

Komplexní sítě

- společné vlastnosti komplexních sítí: Internet, sociální sítě, biologické sítě, ...
- matematické modely komplexních sítí
- dynamika komplexních sítí: epidemie, šíření informací
- konkrétní případové studie