

Souvislosti, shrnutí, závěr

Radek Pelánek

Závěrečná rekapitulace

- shrnutí klíčových témat, myšlenek
- souvislosti mezi tématy
- klíčové příklady

Systémy, myšlení

- systémy: komplexní, decentralizované
- myšlení:
 - intuitivní
 - holistické X redukcionistické
 - induktivní X deduktivní
 - decentralizované X centralizované
- pákové body
- zpětné vazby

Komplexní systémy

mraveniště, epidemie, doprava, klima, spolupráce ve společnosti, ...

- dynamické
- těsně svázané
- ovládané zpětnou vazbou
- nelineární
- závislé na historii
- sebe-organizující se
- adaptabilní
- charakterizované kompromisy
- neintuitivní

Chaos, Complexity

- *chaos* = „malé změny iniciálních podmínek mohou způsobit velké změny v dlouhodobém chování“
(ilustrován na jednoduchých systémech rovnic)
- *complexity* = „jednoduchá pravidla mohou generovat složitá chování“
(ilustrováno na buněčných automatech)

Zpětná vazba

- negativní zpětná vazba
 - stabilita
 - oscilace při přítomnosti zpoždění
- pozitivní zpětná vazba
 - vyvádí systém z rovnováhy, většinou vyvážena negativní zpětnou vazbou
 - v kombinaci s náhodou může vytvářet řád

Zpětná vazba: příklady

- dominance na trhu
- sebe-organizace „ze spodu“ (mravenci, hejna, segregace)
- spolupráce, odvěta (viz dilemma vězně)
- evoluce – přežití nejsilnějších, koevoluce
- učení, adaptace – preferování úspěšných postupů (viz classifier systems)
- diferenciace buněk (viz gene-protein interaction)
- růst sítí – upřednostněné připojení

Modelování a simulace

- Všechny modely jsou špatně. Některé modely jsou užitečné.
- Hledej jednoduchost a nevěř jí.
- Neplést si prst ukazující na měsíc s měsícem samotným.
- Nemodelovat systém. Modelovat problém.

Aplikace modelování a simulace

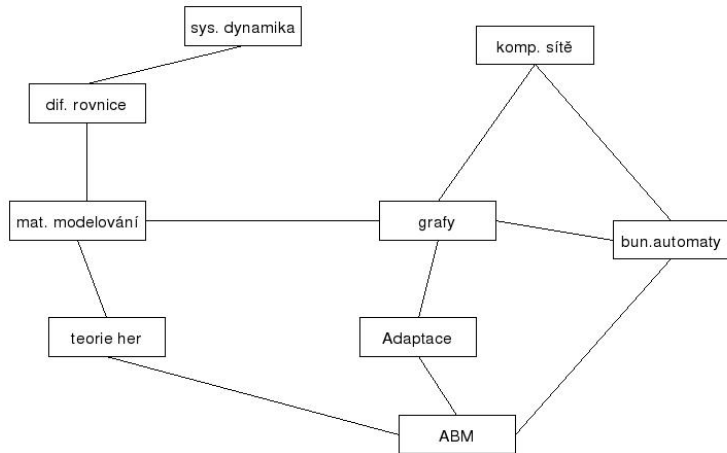
- porozumění systémům, ovlivnění stylu myšlení (viz biologické systémy, model trhu, spolupráce)
- předpovědi (trendů), zkoušení zásahů do systému „na nečisto“ (viz Meze růstu, modelování dopravy)
- nové výpočetní modely (viz neuronové sítě, gen. algoritmy)
- porozumění fenoménům, obecným jevům (viz modelování komplexních sítí)

Simulace jako třetí cesta

Teorie	Simulace	Experiment
Dedukce		Indukce
modely malé problémy exaktní	modely středně velké zejména popisné	realita velké systémy popisné

Přehled modelovacích formalismů

- systémové modely
- buněčné automaty
- teorie her
- modely s agenty
- neuronové sítě
- genetické algoritmy
- classifier systems
- sítě: náhodné grafy, small-world graphs, scale-free networks



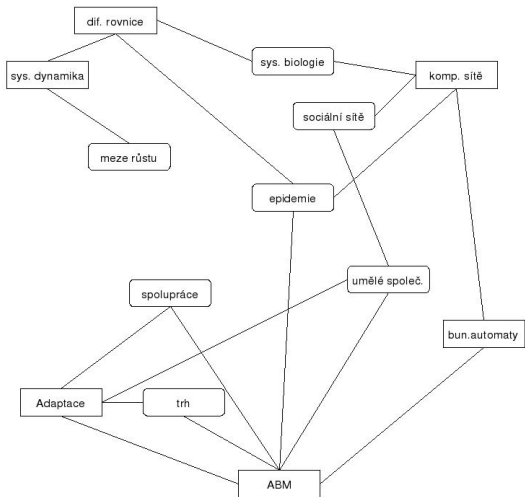
- pro daný systém neexistuje univerzální model
- podobně neexistuje univerzální modelovací formalismus (přístup)
- modelovací formalismy
 - mnohé rozdíly
 - mnohé souvislosti
 - na metodologické úrovni mnoho společného
- modelování by mělo být řízeno problémem nikoliv řízeno technikou

Fáze modelování

- 1 formulace problému
- 2 základní návrh modelu, výběr modelovacího formalismu
- 3 budování modelu
- 4 verifikace a validace modelu
- 5 simulace a analýza modelu
- 6 sumarizace výsledků, závěry

Opakovaně probírané příklady, témata

- predátor-kořist, potravní řetězce
- dilema vězně
- epidemie, šíření nemocí
- genetika, buněčná biologie
- environmentální problémy
- ekonomie



Predátor-kořist

- používáno zejména z pedagogických důvodů
- použité přístupy:
 - systémový model
 - model s agenty
 - síť (potravní řetězce)
- studovaný problém (u realistických případů): studium dynamiky, oscilací, stability, ...

problém: jak se vyvíjí spolupráce v soutěživém prostředí

- teorie her — analytické řešení
- základní model s agenty — Axelrodovy turnaje
- systémový model — ekologický turnaj
- buněčné automaty — turnaj v prostoru
- adaptace, vývoj — vývoj strategií (rozšíření na hru s normami)
- sítě — turnaj na modelech komplexních sítí

Epidemie, šíření nemocí

problém: porozumět dynamice šíření nemocí, hledat efektivní metody imunizace, zásahů proti nemocem

- diferenciální rovnice
- systémový model (rybičky)
- model s agenty
- síť: vztah topologie a šíření nemocí

cíle: biologická inspirace pro výpočty, použití výpočtů pro porozumění biologii

- buněčné automaty
- genetické algoritmy
- interakce proteinů, genů (komplexní sítě, dynamické modely)
- model diferenciacce buněk

Environmentální problémy

- Meze růstu — systémový model
- modelování změn klimatu
- fázový přechod — vymírání druhů, stabilita ekosystémů
- spolupráce, normy — tragédie obecní pastviny

- systémový model — Meze růstu
- classifier systems — umělý trh s agenty
- komplexní sítě — ekonomické vazby

Požadavky na zkoušku

- obecné pojmy (vysvětlit, popsat, ilustrovat na příkladech), např. komplexní systém, zpětné vazby, decentralizované myšlení, ...
- konkrétní pojmy (definice alespoň slovní), např. buněčný automat, genetický algoritmus, model bezškálovité sítě, logistický růst
- konkrétní příklady modelů, znalost účelu příkladů, základní popis příkladu, např. dilema vězně, svět sedmikrásek, model segregace
- nástroje (Stella, NetLogo, Pajek) — možnosti nástrojů, posouzení vhodnosti

Co si hlavně odnést

- pojem zpětné vazby
- dojem dobrého modelu
- trochu pokory

- světu rozumíme méně než si většinou myslíme, při intuitivním myšlení děláme spoustu chyb
- jednoduché principy vysvětlující složité jevy – nikoliv však nutně jednoduché na pochopení
- modelování nás nepřímě učí k uznání omezenosti vlastního chápání světa

- to však rozhodně neznamená, že „svět je složitý, vůbec mu nerozumíme, nedokážeme říct, co naše akce způsobí, radši nebudeme nic dělat“
- absence aktivní akce je také rozhodnutím („business-as-usual“)
- i přes nedokonalost myšlení musíme mít odvahu dělat rozhodnutí

Modlitba stará – stará!

Jan Skácel

*A dej mi sílu unéstí
všechno co změnit nemám síl
Odvahu abych to nač stačím
na tomto světě pozměnil
A také moudrost abych znal
a od sebe to rozeznal*