


Etologické modely

Umělé bytosti

Cyril Brom



Praha & EU:
Investujeme do vaší budoucnosti

1



Take-home message



- Virtuální lidé
 - uvěřitelní
 - (nejen) počítačové hry
- Virtuální zvířata
 - plausibilní
 - (nejen) výpočetní etologie




2



Virtuální lidé

Nutné zjistit uvěřitelnost


3




Náš "work-in-progress" projekt

- Projekt **Emocuc**
 - výuka programování "nadaných" SŠ dětí 16-18
 - dnes už je Pascal ani robot Karel nebaví
 - učitel na "nadané" děti nestačí
- Aplikace generuje příběh


4




Emocuc




- Tomáš chodí s Barborou. A trošku i s Natálií. Holky o sobě navzájem neví... Tomáš byl s Barborou v kině a nyní ji doprovází domů. Spěchá, a nesmí to na sobě nechat znát. Za deset minut má totiž rande s Natálií a jdou na další film...
- Kromě toho ve městě žije šotek – emocuc. Emocuc umí vysát z člověka emoci a prsknout ji na někoho dalšího...



5



Emocuc



6



Emocuc



- **Scénka:** Tomáš s Barborou vyjdou z kina, jdou hlavní ulicí a zabočí za roh, kde Barbora bydlí. Za rohem ovšem u popelnice slídí emocuc. Je strašně roztomilý a Barbora si ho chce pohladit.
- Jak byste chtěli příběh ovlivňovat?

7



8



9



Hra

- Zpomalit pár – „bedny pod nohy“
- Ovlivnit způsob, jak postava emočně reaguje
- Hrát za emocuca a změnit průběh scénky, aby X

10



Programování

- Naprogramovat chůzi a hledání cesty
- Naprogramovat lovení emocuca
 - emocuco-puška

11



Evaluace uvěřitelnosti

(18 - 21 let)

- ta blondýna vypadá jak z roku 2050, to oblečení je trochu moc vystřední, barva bot je super ale ty boty chtěj trochu jednoduší, ty zelený sáty sou trošku ujetý
- ten kluk je fesak
- bruneta dziny super, ale ty tenisky vypadaj jak backory...
- Cít na barvy!! chce to úplně jiný hadry! něco takovýho bych si v životě nevolil!
- obličkáli je asi kluci ajťáci programáci od Cyrila, ne?
- Co se týká oblečení, potřebuje minisukni a krátký tričko, aby jí byl vidět pupík.
- A hlavně!!!! o něco delší ty nohavice, ať jí nevzniká "přestávka" mezi botou a kalhotama, když si sedne. Boty klasický Converse.
- Gumičku do vlasů určitě v barvě bot.
- emocuc by měl mít pindoura


12



Etologické modely

Nutné opřít se o empirická data


13



Výpočetní modely obecně

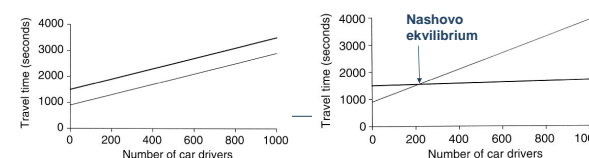
- Chceme zodpovědět **netriviální** otázku
 - netriviální = není jasná po mentální úvaze
- Když budou vlci žrát ovce, bude ubývat ovcí?
- Když budou vlci žrát ovce, budou ubývat vlci?

14



Modely

- Analytický vs. simulační model
- Analytický model: zácpy v ulicích
 - dvouproudá silnice
 - autobus: 25 min, auto: 15 min (když velmi málo aut)
 - všichni optimalizují na to, aby byli v práci co nejdřív
 - dokažte, že pomůže pruh pro autobusy



15



Analytické modely


- Výhoda
 - dobře se analyzují
- Nevýhoda
 - abstrakce někdy příliš velká
 - → simulace
 - ty zase mají příliš mnoho parametrů

16



Kudlanky a švábi

17



Švábi agregují. Proč?

- Zřejmě chemický signál
- Šváb agreguje s kde čím => signál je zřejmě evolučně starý
- Švábi a kudlanky jsou evolučně spřízněné
- Švábi agregují s kudlankami
- Kudlanka žere kde co => žere i švábi
- **Proč agregace během evoluce nezmizela nebo nebyl změněn signál?**

18

Švábi agregují. Proč?

- Zřejmě chemický signál
- Šváb agreguje s kde čím => signál je zřejmě evolučně starý
- Švábi a kudlanky jsou evolučně spřízněné
- Švábi agregují s kudlankami
- Kudlanka žere kde co => žere i švábi

- **Proč agregace během evoluce nezmizela nebo nebyl změněn signál?**

19

Hypotéza

→ ukázka

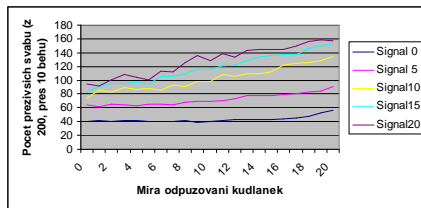
- Agregace nezmizela proto, že když k sobě dvě kudlanky přilezou, sežerou se, zatímco švábi ne.
 - když se dvě kudlanky vidí, nelezou k sobě, leda by byly hladové, ergo
 - kudlanky se "odpuzují"

- Nutno podpořit analyticky nebo simulací
- Abstrakce: obecný predátor s určitým chováním

20

Předběžné výsledky

- Volné parametry
 - dosah signálu švába
 - míra "odpuzování" kudlanek
- Fixní parametry
 - počty hmyzáků
 - ...



- Problémy s parametrizací
 - jak se přesně hýbe kudlanka a šváb
 - inspiruje nové experimenty
- Pravděpodobně lze i analyticky
 - ale terén, vývojový cyklus...

22

Co je na tom těžké

- Formulovat hypotézu
- Vytvořit formální model
 - "parsimony"
 - obecnost
- Získat data
- Interpretovat simulace

22

Predátor a kořist obecně

Predátor – kořist obecně

- Analytické modely
 - populace homogenní (ne jako kudlanky)

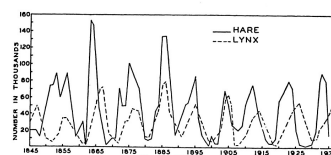


Figure 6.3 Records dating back to the 1840s kept by the Hudson Bay Company. Their trade in pelts of the snowshoe hare and its predator the lynx reveals that the relative abundance of the two species undergoes dramatic cycles. The period of these cycles is roughly 10 years. [From E. P. Odum (1953), fig. 39.]

24

23

Predátor - kořist

□ Analytický model

modifikovaný L-V [původní L-V - 1925 byl exponenciální]

$$\frac{dx}{dt} = \frac{ax(K-x)}{K} - bxy$$

[Verhulst, 1838] logistický růst

šance, že se potkají

$$\frac{dy}{dt} = -cy + dxy$$

exponenciální zdrojlo pokles

$g(N) = r(1-N/K) = \frac{dN}{dt}$

$g(N) = \text{intrinsic growth rate}$

co popisuje poměr b:d?

Odbočka: fázový prostor

□ 2D Dynamické systémy

□ Fázový prostor

□ Diferenciální rovnice

□ Bába míchá med

→ ukázka

Predátor – kořist

exponenciální L-V (Keshet, s. 221)

logistický L-V

27

Predátor – kořist omezení

□ Pouze množení dělením

□ Pravděpodobnost střetu (xy) závisí na mnoha věcech

- př. vlastnosti terénu

□ Nestabilní: cykly se mění na fix points

- ale je to nevýhoda?

□ Obnovení populace z 0,01 jedince

□ Zkusíme simulaci

→ ukázka

počátek: 40 gepardů a paviánů

28

Predátor – kořist: závěry ze simulace

□ Aniž bychom měnili způsob množení ovci (stále dělením), vlastnosti prostředí...

- tráva neběhá, ovce ano
- tráva vzniká samoplozením
- ovce se množí dělením (energie se dělí na půl)

□ ...způsobí fázový posun (**bifurkaci**)

29

Domácí úkol

www.robotomie.cz

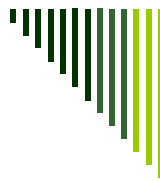
□ Zjistěte přesněji parametr regrowth grass, kdy dochází k bifurkaci

□ Proč je obtížné zjistit tento parametr přesně?

□ Prozkoumejme model ovce-vlci. Čím se liší od modelu tráva-ovce-vlci? Proč?


□ V modelu tráva-ovce-vlci zjistěte, co se děje, když zvýšíme frekvenci dělení vlků. Vysvětlete.

30



Dvě populace obecně

31



Dvě populace

- Není to predátor – kořist
- Ubírají si prostor navzájem

pro srovnání predátor-kořist:
v čem je rozdíl?

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \frac{\kappa_1 - N_1 - \beta_{12} N_2}{\kappa_1}$$


$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \frac{\kappa_2 - N_2 - \beta_{21} N_1}{\kappa_2}$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{ax(K-x)}{K} - bxy,$$

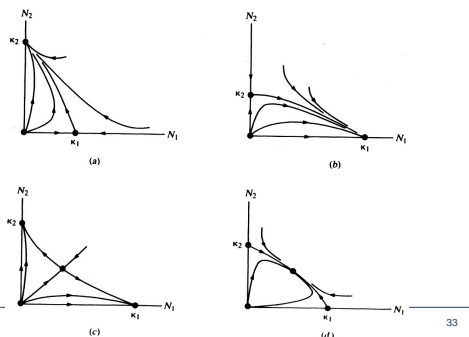
$$\frac{dy}{dt} = -cy + dxy.$$

[Lotka-Volterra; Keshet, p. 224]


32



Dvě populace



33



(Umělé) evoluční minimum

```

  ABCDEFGHI 234567
  +
  NMOPQRST777777
  ↓
  NMOPQRST7734567
  ↓
  NMOPARST7734567
  
```

- A population
 - genotype vs. phenotype
- Generations
 - parents vs. offspring
- Operators
 - crossover, mutation, selection
 - fitness
 - "take the genomes encoding solutions with the better fitness."
- Holland's GA (1975)
 - abstraction at the level of individuals
 - strings = "genome"
 - fix-length, linear (typically)

GA

```

PSEUDO CODE
Algorithm GA is
  // start with an initial time
  t := 0;

  // initialize a usually random population of individuals
  initpopulation P (t);

  // evaluate fitness of all initial individuals of population
  evaluate P (t);

  // test for termination criterion (time, fitness, etc.)
  while not done do
    // increase the time counter
    t := t + 1;


    // select a sub-population for offspring production
    P' := selectparents P (t);

    // recombine the "genes" of selected parents
    recombine P' (t);

    // perturb the mated population stochastically
    mutate P' (t);

    // evaluate its new fitness
    evaluate P' (t);

    // select the survivors from actual fitness
    P := survive P,P' (t);
  od
end GA.
  
```



Evolutionary algorithms

- An umbrella term used to describe computer-based problem solving systems which use computational models of some of the known mechanisms of evolution
- Many variants, e.g. genetic programming
 - the extension of the genetic model of learning into the space of programs
 - objects that constitute the population are not fixed-length character strings that encode possible solutions to the problem at hand, they are programs that, when executed, "are" the candidate solutions to the problem
 - usually does not use any mutation
 - parse trees, rather than as lines of code (Lisp)

36

Simulace výběru habitatu → ukázka

- Která strategie je nevyhodnější?
- Proč jednou žije druh A na místě X a jinde na místě Y?
- Prostředí = hierarchie znaků
- Strategie:
 - geneticky, imprinting, genetický imprinting, místo

37

Mnozí efektové

- Kombinace okraj & zaplněný střed
 - fakticky stejné preference
 - ale zdánlivě jiný habitat (neexistující "okraj" a "střed")
- Hatchery nepřeskočí do 2. lesa
 - vliv terénu zjistíme jen simulací

38

Mnozí efektové

- Překonání "propasti"
 - hatchery mladí: 1.7 -> 2

39

Evoluční model

- Preference lze získat náhodnou mutací, jinak ne
- Lze získávat složitější a složitější preference: les -> vysoký les
- Mladých 1.5 -> 1.35: vymizí horší znak (další slajd)
 - beech horší, forest beech lepší

Symbol	Count
□	Forest (10)
□	Forest (4381)
□	Beech (3267)
□	Forest Beech (68)
□	Lowland Beech (47)
□	Lowland Forest (44)
□	Lowland (0)
□	Water (0)

40

Evoluční model

Symbol	Count
□	Forest (1121)
□	Beech (1215)
□	Lowland Forest (562)
□	Forest Beech (45)
□	Water (0)
□	Lowland Beech (2)
□	Lowland Forest Beech (19)
□	Lowland (1)
□	Water (0)

41

Shrnutí

- Plausibilita vs. uvěřitelnost
- Analytický vs. simulační model
 - Occamova břitva
- DCV 2
 - Stáhnout si simulaci hnízdění ptáků
 - Projít úlohy ("Sprievodca uloh")

42