



Modelování a simulace 1

5. lekce - Organizace simulačního modelu

Michal Janošek

Department of Informatics and Computers

Faculty of Science

University of Ostrava

Ostrava, Czech Republic

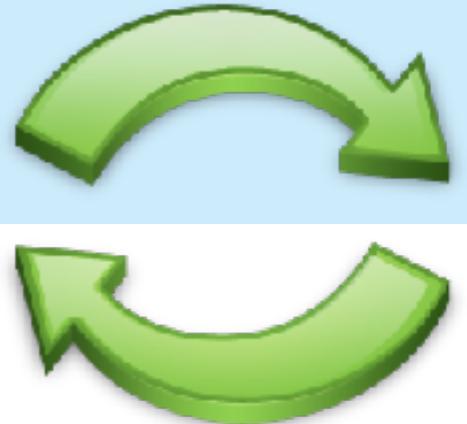
`michal.janosek@osu.cz`

October 24, 2017



http://res.heraldm.com/content/image/2011/06/02/20110602000733_0.jpg

Organizace simulačního modelu



- Univerzální metodika pro algoritmizaci simulačního modelu
 - Simulační jádro
 - Zobrazení stavů simulovaného systému
 - Zobrazení stavových změn a času
 - Synchronizace výpočtu
 - Vstupy a výstupy simulačních programů

Konstrukce simulačního jádra



- navrhnut **strukturu dat** pro reprezentaci stavů simulovaného systému;
- navrhnut **operátory** (zobrazení z f do g , působením operátoru na f dostaneme g) nad touto datovou strukturou, které realizují změny stavu systému;
- zobrazit **čas** modelu a jeho průběh;
- zajistit synchronizaci stavových změn systému tak, aby tyto změny probíhaly v určitém **pořadí** a při určitých **hodnotách** času nebo v okamžicích, kdy je splněna určitá **podmínka** týkající se stavu či konfigurace modelu.

Zobrazení stavů simulovaného systému

- reprezentace - datové struktury
 - dle typu prog. jazyka
 - jednoduché proměnné (skalární veličiny)
 - datová pole (vektory, spojové seznamy)
 - složitější struktury
 - např. mění-li se v průběhu času struktura systému

```
Begin
    OutText ("Hello World!");
    OutImage;
End;
```

Simula

Zobrazení stavů simulovaného systému

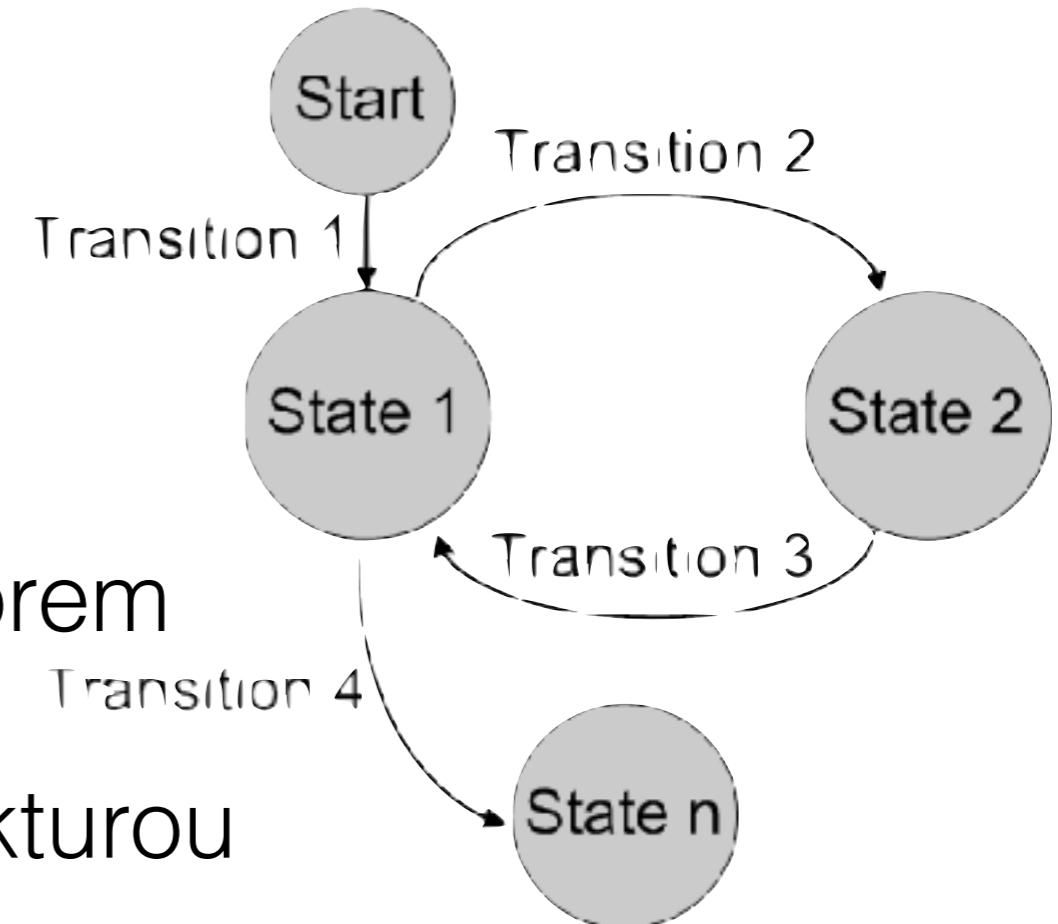
- složitější struktury
 - v průběhu času se mění
 - struktura systému
 - počet prvků (systémy hromadné obsluhy)
 - výhoda prog. jazyků umožňující přidělovat paměť exemplářům datových struktur dynamicky
 - objektově orientované jazyk
 - složité datové struktury
 - spojové seznamy (fronty požadavků)



http://i2.photobucket.com/albums/y32/FioreFamily14/389684_c.jpg

Zobrazení stavových změn

- změna stavu
 - realizována nějakým operátorem
 - nad příslušnou datovou strukturou
- operátor (posloupnost příkazů, dle prog. jaz.)
 - mohou být spojeny s odpovídajícími dat. strukturami



Zobrazení času



- simulární čas (čas simulovaného systému)
 - integer, real
 - nedoporučuje se používat označení simulovaný, modelový, systémový čas.
- podmínky
 - hodnota simulárního času nesmí v průběhu výpočtu klesat,
 - děje v simulačním modelu závisejí na simulárním čase stejným způsobem jako jejich vzory ve výchozím systému na toku přirozeného času.
 - hodnota času přístupná uživateli
 - čist, ne měnit (nezaměňovat se zrychlením nebo zpomalením času)

Synchronizace výpočtu

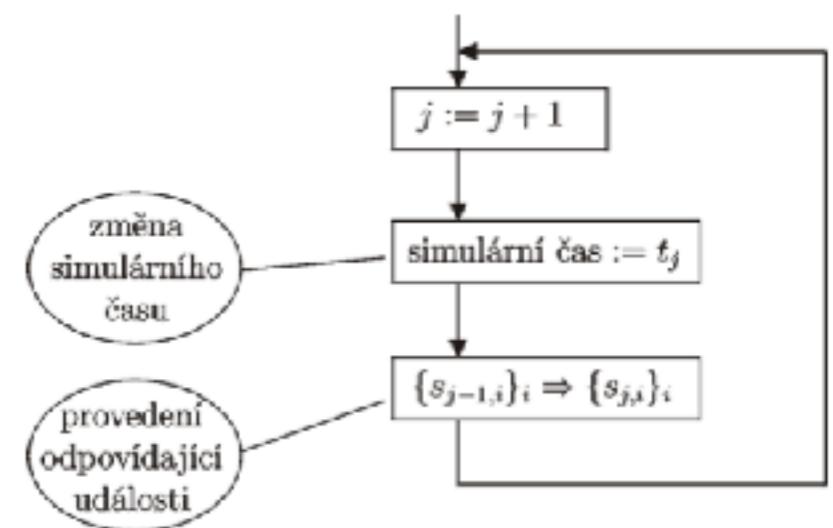
- stav dynamického systému je určen hodnotami stavových proměnných
 - místo v paměťovém prostoru
 - zajištění aktualizace hodnot proměnných
- diskrétní dynamický systém
 - stav systému se mění v konečně mnoha okamžicích
 - konečně mnoho časových okamžiků v nich nastávají tzv. události (events)
 - Událostí přitom rozumíme změnu, jež je elementární a okamžitá (s nulovou dobou trvání).

Synchronizace výpočtu

- spojitý dynamický systém
 - diferenciální rovnice
 - hodnoty stavových proměnných se mění spojité
 - hodnoty se počítají v diskrétním časových okamžicích
 - velikost kroku zvolené metody
 - stejný význam okamžiků jako v diskrétní simulaci

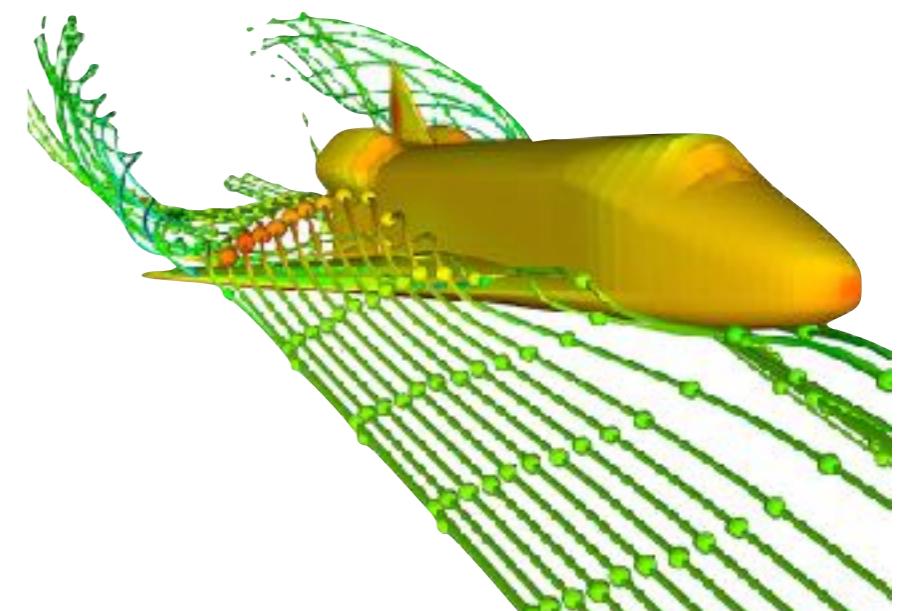
Synchronizace výpočtu - zákl. cyklus simulačního programu

- Uvažujme simulační model, v němž nastávají události při určitých hodnotách simulárního času.
 $\{\{s_{j,i}\}_{i=1}^n, t_j\}_{j=1}^m$
- změna stavu modelu
 - posloupnost příkazů, procedur, podprogramů
 - synchronizace mezi prováděním programové událostí a simulárním časem
 - vždy po aktualizaci hodnoty simulárního času
 - provedeme odpovídající programovou událost



Vstupy a výstupy simulačních programů

- je-li zkontruován model a provedena úspěšně validace a verifikace
- organizace simulačních experimentů
 - Není-li chování výchozího systému deterministické, musí konstruovaný model tuto skutečnost respektovat.
 - navrhovatel modelu musí specifikovat základní parametry stochastických procesů probíhajících ve výchozím systému
- stochastické chování modelovaných systémů
 - specifikace parametrů rozdelení náhodných veličin,
 - modelování procesů s náhodnými parametry,
 - statistické hodnocení simulačních experimentů
- parametry programu vs. parametry modelu



http://www.lifecycleinsights.com/wp-content/uploads/2013/07/6_plane.jpg

Vstupy a výstupy simulačních programů

- Pokud navrhujeme simulační model dosud **neexistujícího** reálného systému, nezbývá nic jiného než odhadnout tyto parametry na základě zkušeností s chováním obdobných reálně existujících systémů.
- V případě, kdy reálný systém, který modelujeme, již **existuje**, můžeme jeho chování sledovat po jistou dobu a potřebné parametry odhadnout na základě získaných experimentálních údajů.
 - konstrukce teoretické distribuční funkce
 - konstrukce empirické distribuční funkce (frekvenční analýza)
 - přímo, pokud jsou získaná data dostatečně reprezentativní

Statistické zpracování experimentů

- výsledky experimentů podléhají statistickému zpracování
 - požadavek nezávislosti jednotlivých experimentů
 - odlišná inicializace generátorů pseudonáhodných čísel (různé násady gen. pseudonáh. čísel)
 - Přístupy k zajištění nezávislosti výsledků experimentů
 - série nezávislých experimentů
 - více kopií systému pracující nezávisle
 - jeden experiment, vybrat data, která jsou dostatečně časově vzdálena
 - regenerativní systémy (regenerativní okamžiky)
 - chování mezi mezi regenerativními okamžiky je nezávislé na historii

Úkol na přednášce



http://s5.picofile.com/file/8136940392/classroom_clipart.jpeg

- Rámcově:
- Vytvořte **simulační model** využití počítačů ve studovně/učebně/internetové kavárně v režimu volného přístupu (ne např. během výuky) v závislosti na počtu studentů v rámci dne (zkoumat např. dobu práce na pc, dobu čekání na volný počítač, délku čekání ve frontě apod.) a
- koncept **simulačního jádra** v běžném programovacím jazyku (C#, Java),
- pohled zdola-nahoru - multiagentový model,
- model dle metodiky základní fáze simulace (vymezení objektu poznání, vymezení zkoumaného systému, vytvoření aktuální představy o systému, vytvoření modelu, ověření správnosti modelu, ověření pravdivosti modelu, další použití modelu),
- jádro (zobrazení stavů simulovaného systému, stavových změn a času, zobrazení průběhu chování modelu, synchronizace výpočtu).

Použité obrázky

- <http://robtiffany.com/wp-content/uploads/2011/09/sync.png>
- https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSFCsEAD2h6rhV_yRfINvQQJzO1DQnDryOUs8I-20V5Mw0aGvtOrA
- <http://www.oracle.com/ocom/groups/public/@otn/documents/digitalasset/144986.gif>
- <http://thorntoncenter.net/wp-content/uploads/2012/02/time1.jpg>