

NÁSTROJE PRO MODELOVÁNÍ A SIMULACE VÝROBNÍCH PROCESŮ

Jan Jirsa

Katedra elektrotechnologie, FEL ČVUT Praha, Technická 2, 166 27 Praha 6, ČR
jirsaj@fel.cvut.cz

Abstrakt

Tento příspěvek si klade za cíl přiblížit problematiku modelování a simulace výrobních systémů a procesů. Zabývá se důvody nasazení simulačních nástrojů ve výrobních podnicích, jednotlivými druhy nástrojů a jejich možnostmi. Pro orientaci jsou zde rovněž zmíněny velmi stručně charakteristické rysy výrobních systémů. V příspěvku je také připomenuta možnost hardwarové simulace formou technických stavebnic.

1. Úvod

Simulační software je již řadu let nedílnou součástí nejen vědecké práce ale i běžné inženýrské praxe. S neustálým rozvojem výpočetní techniky dochází rovněž i ke zdokonalování tohoto druhu programového vybavení. Dnes již nejsou tyto aplikace zaměřeny pouze na řešení jednoho konkrétního problému, ale dovolují vyhodnocovat problematiku z několika různých pohledů.

Pokud bychom se podívali na spektrum oborů, ve kterých je simulační software používán, zjistíme, že dominují obory převážně technického charakteru od strojírenství přes elektrotechniku až po chemii. V těchto disciplínách sehrály svou roli nejprve návrhové systémy typu CAD, do kterých postupem času začaly pronikat prostředky, jež dovolovaly modelovat a simulovat chování navrhovaných prvků v nejrůznějších situacích.

Zde se zaměříme na kategorii softwarových nástrojů, určených pro modelování a simulace výrobních procesů a systémů.

2. Důvody proč simulovat

Důvodů proč zavádět simulaci a modelování do výrobního podniku je celá řada. Mezi hlavní z nich patří možnost modelovat ještě neexistující výrobu nebo u stávající výroby hledat příčiny vyskytujících se problémů. Takto lze celkem snadno získat přehled o úzkých místech ve výrobních procesech, vytížení jednotlivých strojů i personálu.

Mimo to simulační software může poskytovat i prostředky pro zaškolování osob, zprostředkovává tedy funkci trenažéru. Jistě lze najít i případy, kdy na základě správně navrženého modelu je možné vytvářet další součásti jakými může být např. řídicí systém. Modelovací nástroj zde pak funguje v roli emulátoru.

Dále je třeba zmínit časové hledisko. Je zřejmé, že modelování můžeme provést v relativně krátké době. Ta závisí především na zkušenostech uživatele a na komplexnosti modelovaného systému. Jednoduchou úvahou dojdeme k závěru, že čím přesnější model budeme chtít vytvořit tím více času musíme věnovat jeho návrhu.

Rovněž nesmíme opomenout ekonomickou stránku věci. Výrobním podnikům se dnes mnohem více vyplatí pořízení takového simulačního nástroje, který dokáže poměrně přesně navrhnout budoucí výrobu a případně odhalit nejrůznější úskalí, jež nejsou na první pohled zřejmá. Tato úskalí nemusí být vždy jen technického a provozního charakteru, ale také ekonomické povahy. Mnoho současných modelovacích nástrojů má v sobě zahrnutu podporu ekonomických výpočtů a metod pro sledování kvality výroby.

3. Charakteristické rysy výrobních systémů

K tomu, abychom byli schopni vytvářet odpovídající a kvalitní model výrobních systémů a procesů v nich probíhajících, je třeba nejprve pochopit strukturu výroby a seznámit se s jejími jednotlivými částmi. Jinými slovy se jedná o provedení důkladné analýzy a správné identifikace zkoumaných parametrů.

Výrobu můžeme rozčlenit podle několika různých hledisek. Protože není možné zde podrobně zmínit všechna, zaměříme se jen na následující:

Typ výroby

Rozlišujeme, zda se jedná o výrobu kusovou nebo kontinuální, zda budeme vyrábět na zakázku nebo na sklad. V úvahu také připadá otázka pružného výrobního systému.

Topologie a rozmístění

Tzn. jak budou umístěny stroje, pracoviště a úseky v rámci prostorových dispozic výrobní haly a návaznost na dopravní a manipulační subsystém.

Tok materiálu

Zajímá nás, jakými prostředky je zajištěn pohyb materiálu, zda pomocí dopravníků, systému AGV (indukčně naváděné vozíky) nebo např. jeřábů, případně jejich kombinací. K tomuto hledisku také patří otázka skladového subsystému.

Tok informací

Snažíme se charakterizovat strukturu informačních cest, datová propojení mezi stroji a pracovišti, spojení s nadřazenými řídicími systémy. Rovněž nás zajímá charakter přenášených dat a manipulace s nimi včetně jejich ukládání např. do databáze.

Strojový park a nástrojové vybavení

Zajímáme se o typy strojů, jejich kapacitu a výkon, poruchovost (např. střední doba mezi poruchami - MTBF), nároky na seřízení a obsluhu.

Personál a lidské zdroje

Zde vyhodnocujeme nároky kladené na pracovníky ve výrobě, počet těchto pracovníků a jejich kvalifikaci.

4. Nástroje pro modelování A Simulace

V současné době je k dispozici celá řada komerčních produktů pro platformy Windows i UNIX, které nabízejí nejrůznější možnosti. Tyto nástroje je možné rozdělit do třech hlavních tříd.

Do první z nich patří obecné simulační jazyky jako je Simula, GPSS/H, AweSim!, Simscript a další. Ve své podstatě se jedná o specifické programovací jazyky, jejichž vstup i výstup má

formu textově zadávaných údajů. Ukázka zdrojového textu jazyka Simscript je vidět na následujících řádcích:

Preamble

```
" A simple telephone system model - CACI Products Company  
" files: TELPHN1.SRC
```

```
Normally mode is integer
```

```
Processes include  
GENERATOR
```

```
Every INCOMING.CALL has  
a CALL.ID
```

```
Define NUMBER.BUSY and  
LOST.CALLS  
as integer variables
```

```
End "Preamble
```

Main

```
Activate a GENERATOR now  
Start simulation  
Print 1 line with LOST.CALLS thus  
15 phone calls were made and ** were lost due to busy lines
```

```
End "Main
```

Process GENERATOR

```
For I = 1 to 15 do  
Activate a INCOMING.CALL now  
Let CALL.ID(INCOMING.CALL) = I  
Wait uniform.f (2.0, 6.0, 1) minutes
```

```
Loop
```

```
End "GENERATOR
```

Process INCOMING.CALL

```
If NUMBER.BUSY < 2  
Add 1 to NUMBER.BUSY  
Wait uniform.f(6.0, 10.0, 2) minutes  
Subtract 1 from NUMBER.BUSY
```

```
Else
```

```
Add 1 to LOST.CALLS
```

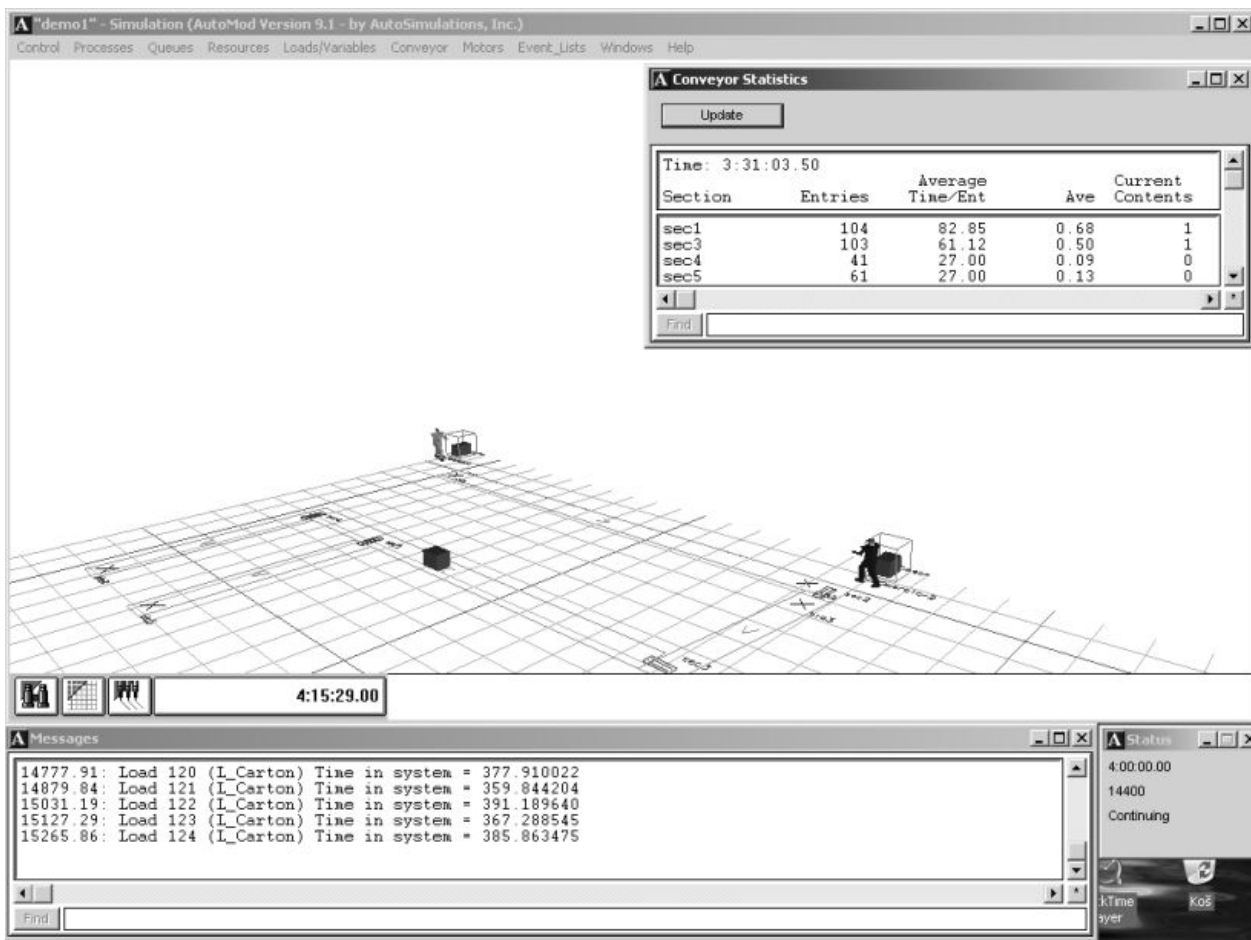
```
Endif
```

```
End "INCOMING.CALL
```

K tomu, aby uživatel mohl využít všech vlastností tohoto typu nástrojů, musí mít nejen zkušenosti s modelováním, ale musí být i poměrně zdatný programátor. Mezi hlavní výhody těchto simulačních jazyků patří především vysoká flexibilita pro řešení nejrůznějších úloh. Z hlediska časové náročnosti není nutno jistě zdůrazňovat poměrně dlouhou přípravu modelu strávenou psaním zdrojových kódů.

Druhá třída nástrojů se týká převážně softwaru, který využívá grafického rozhraní mezi používanými simulačními jazyky a uživatelem. Do této kategorie patří např. AutoMod, Quest, Arena. V tomto případě je možné vytvářet model jak v podobě grafické tak i pomocí zdrojových kódů. Tím je zajištěna i jistá úroveň flexibility. Rovněž výstup lze zobrazit graficky, dnes nejčastěji pomocí vizualizace modelovaného problému. Z časového hlediska

již můžeme hovořit o zkrácení doby potřebné pro tvorbu modelu, neboť lze s úspěchem použít oblíbenou metodu Drag & Drop. Ukázka prostředí programu AutoMod je na obrázku 1.



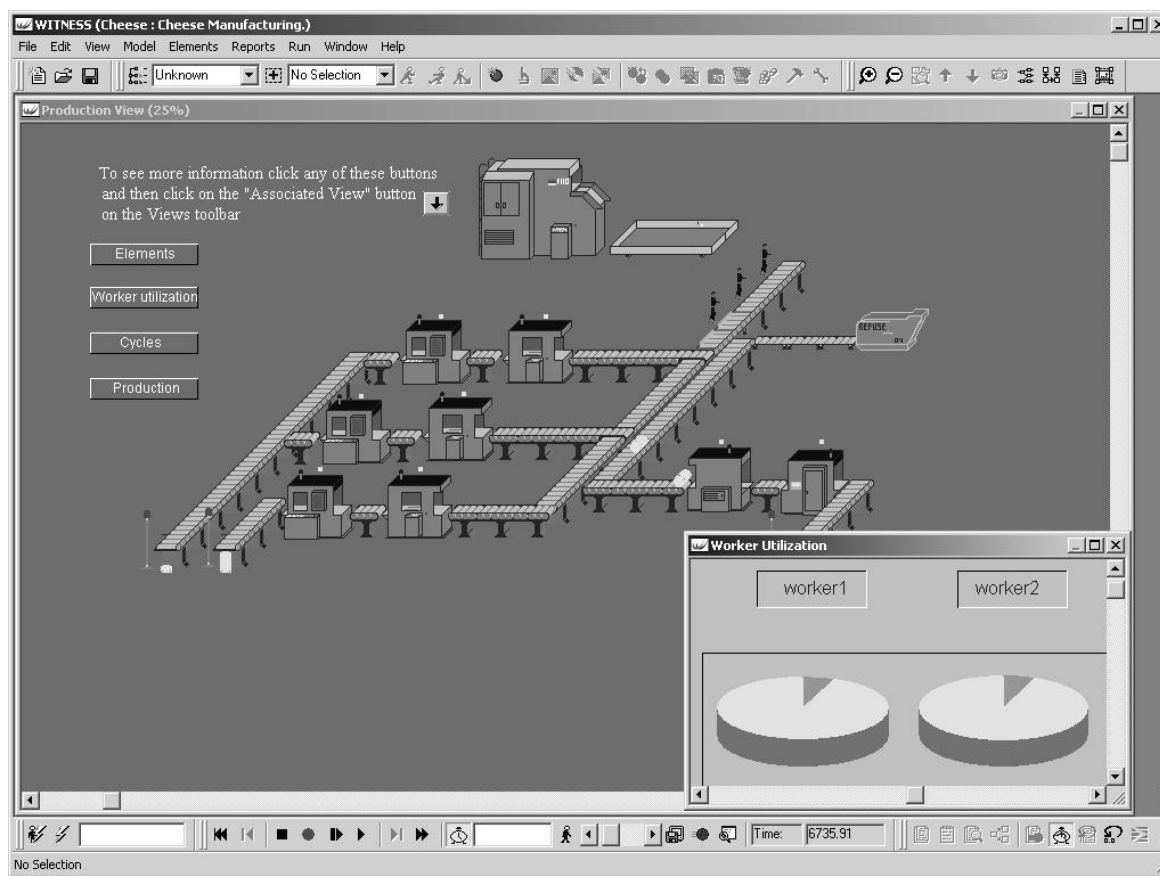
Obrázek 1: Vývojové prostředí modelovacího software AutoMod

Třetí třídou je generace simulátorů, která se objevila během posledních deseti let díky výraznému rozšíření a zdokonalení počítačové grafiky. U těchto typů nástrojů již prakticky není třeba nic programovat nebo jen ve výjimečných případech. K zástupcům této třídy patří např. ProModel, Tailor II, FACTOR/AIM a u nás často zmiňovaný WITNESS [1]. Charakteristickým znakem těchto nástrojů je plně grafické prostředí, takže tvorbu a ladění modelu zvládne i uživatel s průměrnými znalostmi modelování. K výhodám takto koncipovaných systémů patří i možnost vizualizace modelované výroby nejčastěji ve formě 3D animace nebo formátu virtuální reality VRML. Výjimkou dnes není ani možnost propojení s databázemi a tabulkovými kalkulátory.

Omezení u těchto nástrojů je jejich snížená flexibilita. Ukázka vývojového prostředí programu WITNESS je na obrázku 2.

Pokud bychom se podívali na vnitřní architekturu různých simulačních a modelovacích nástrojů zjistíme, že se jednotlivé produkty od sebe liší. Často používanou metodou je diskrétní simulace (Discrete Event Simulation - DES), která je založena na principu toku diskrétních jednotek (polotovary, výrobků). Tyto jednotky s časem putují mezi jednotlivými prvky (stroji) od výchozího bodu až po konečný stav, tedy hotový výrobek.

Jinou metodou je využití objektového přístupu se všemi jeho charakteristickými znaky jakými jsou: zapouzdření, polymorfismus a dědičnost.



Obrázek 2: Vývojové prostředí simulátoru WITNESS

5. Hardwarové nástroje

Mimo softwarových nástrojů se dnes v praxi uplatňují i nástroje hardwarové. Jedná se především o stavebnice technického charakteru, které dovolují postavit zmenšené funkční modely nejrůznějších strojů a zařízení. Znáмым výrobcem těchto stavebnic je např. německá společnost FischerTechnik [2] nebo firma Staudinger EST GmbH [3], která z těchto komponent staví modely. V mnoha případech jsou takovéto modely využity právě k výše zmíněnému návrhu řídicích systémů. Ukázkové aplikace těchto stavebnic jsou také často prezentovány na mnoha veletrzích a výstavách, což svědčí o jejich oblíbenosti i v řadě renomovaných firem.

6. Závěr

Cílem příspěvku bylo přiblížit čtenáři problematiku modelování a simulací hlavně výrobních systémů a procesů. Vzhledem k širší zmiňované oblasti zde nebylo možné pojednat o všech aspektech, které s touto tematikou souvisí. Rovněž seznam všech dostupných nástrojů včetně jejich vlastností je poměrně obsáhlý a zájemce jej může nalézt na internetu - viz např. [4].

Literatura:

1. <http://www.humusoft.cz/witness/indexcz.htm>
2. <http://www.fischertechnik.de/>
3. <http://www.staudinger-est.de/e/>
4. <http://www.idsia.ch/~andrea/simtools.html>
5. HEILALA Johani, Use of simulation in manufacturing and logistics system planning, 1999, www.automationit.hut.fi/old/julkaisut/documents/seminars/sem_a99/heilala.pdf