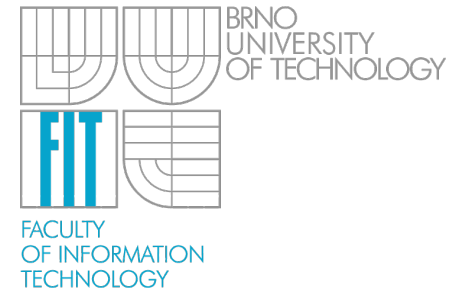


# Simulace a návrh vyvíjejících se systémů

Vladimír Janoušek

Brno University of Technology, Faculty of Information Technology  
Božetěchova 2, 612 66 Brno  
janousek@fit.vutbr.cz@fit.vutbr.cz

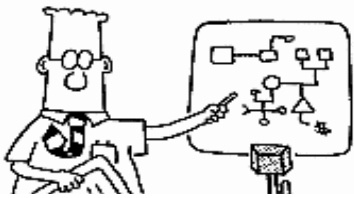


3/25/09

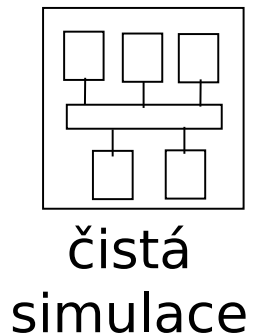
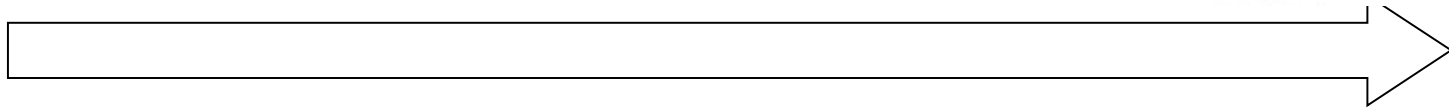
- Předmětem zájmu jsou
  - Systémy s nejasnou specifikací
  - Vytvírající se a adaptivní systémy
- Vyžadují specifické metody pro
  - návrh,
  - vývoj,
  - údržbu.
- S čím je třeba se vyrovnat:
  - Vývoj vytvírajících se systémů
  - Nepřetržitý vývoj i v cílovém nasazení
  - Vývoj v simulovaném prostředí

- Příklady aplikací, vyžadující specifický přístup
  - Inkrementální vývoj systémů, založený na modelech
  - Řízení a monitorování procesů (technických i jiných)
  - Optimalizace, učení, adaptace na měnící se podmínky
  
- K vývoji systému dochází
  - Interaktivně
  - automaticky

- Inkrementální vývoj systému v simulovaném prostředí
  - Simulation-Based Design & Development
- Nejasná specifikace se postupně upřesňuje na základě výsledků testů
  - Proveditelná, simulovatelná specifikace (ověř. funkčnosti)
  - Rychlé prototypování (testy v reálném prostředí)
  - Simulace vs. realita (hranice možností vs. věrnost)
- Příklad: Řídicí systém autonomního robota
  - Vývoj v simulovaném prostředí
  - Testování v reálném prostředí
- Problémy
  - Zachování modelu, HIL, RT, vyvíjející se požadavky, ...

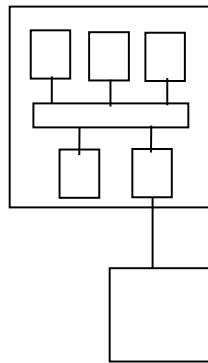


M & S ve **všech**  
fázích vývoje

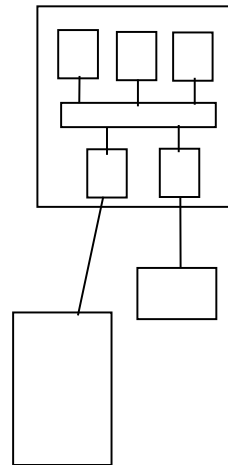


čistá  
simulace

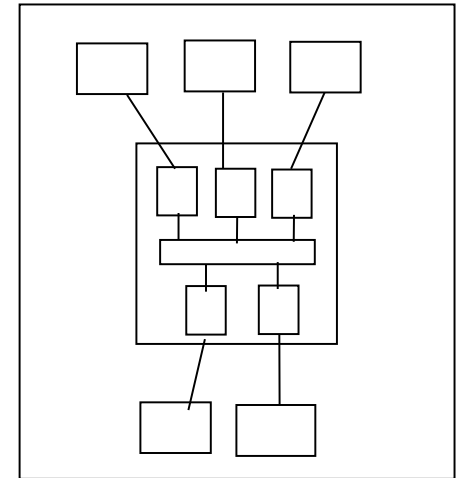
» » »



» » »



» » »

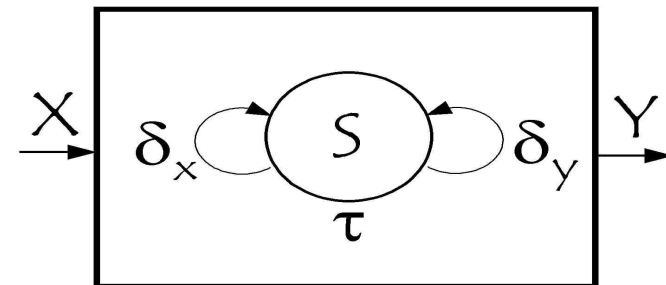
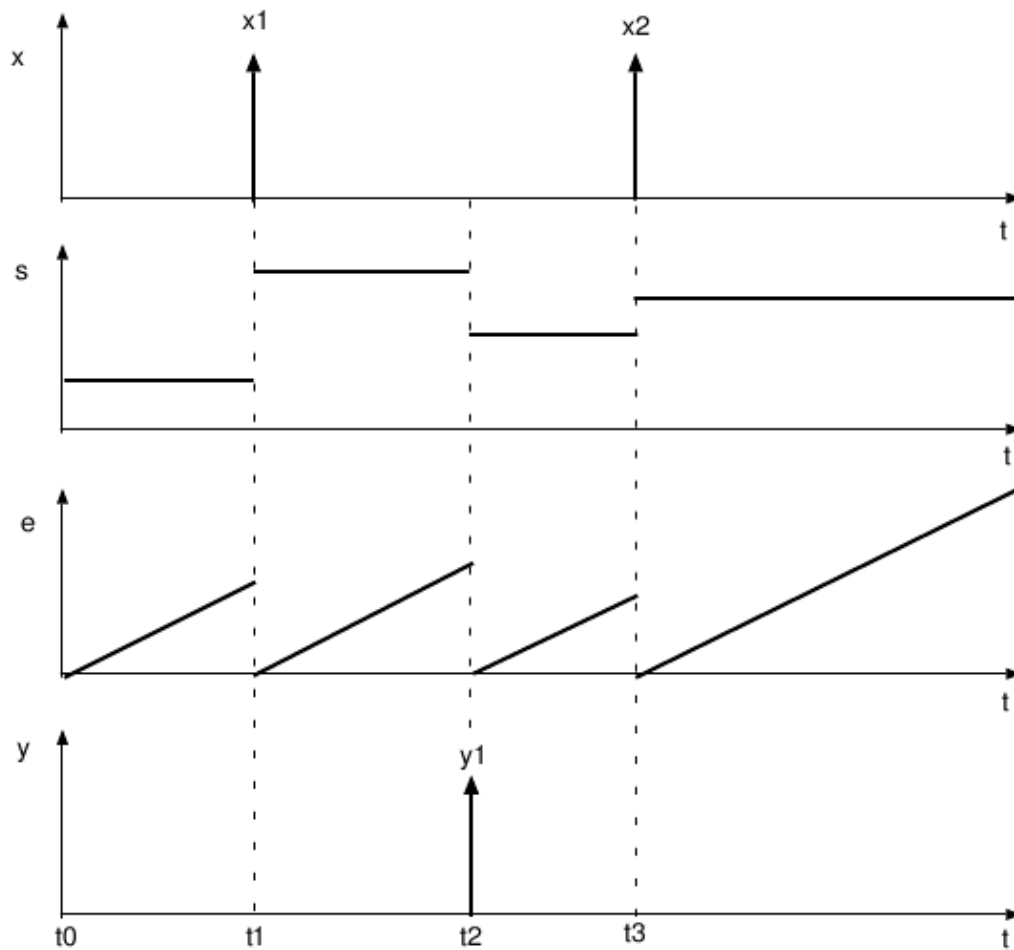


inkrementální  
připojování reálných  
komponent produktu

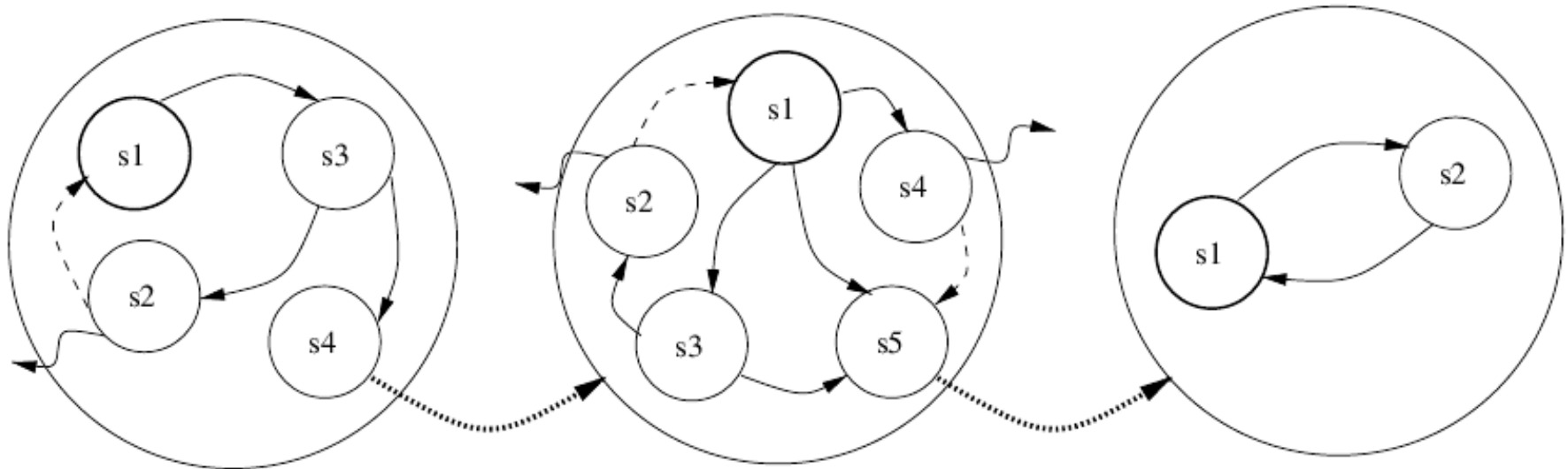
(Reality in-the-loop)

produkt obsahuje  
model řízení v  
originální podobě

- Příklady
  - Výrobní systém (FMS)
  - Byznys procesy, Workflow, Řízení projektů a procesů
- Plánování a rozvrhování
  - Přidělování zdrojů aktivitám
  - Optimalizace (např. GA) využívá simulaci
- Monitorování
  - Simulace se porovnává a synchronizuje s realitou
  - Odchyly se řeší on-line úpravou modelu
    - parametry
    - struktura
    - omezující podmínky
  - Opakovaná optimalizace (plánování a rozvrhování)

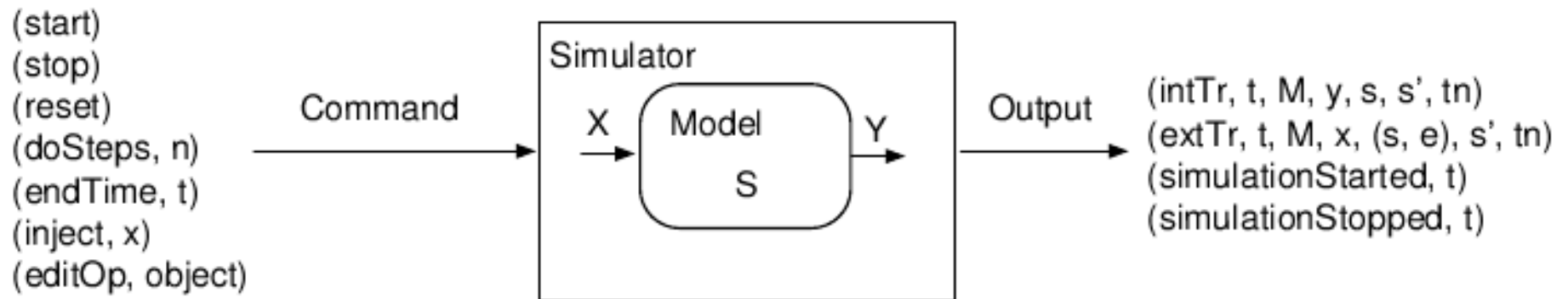


- Princip:
  - Strukturní a nestructurní přechody



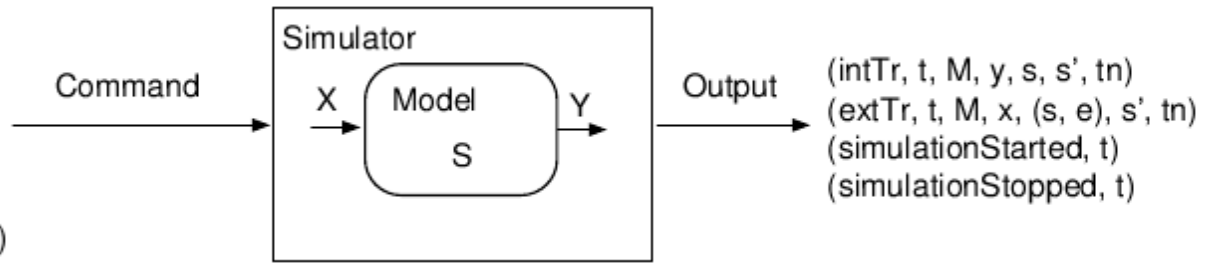


- Metaúrovňová architektura
  - Základní úroveň - úroveň aplikace, základní systém (model)
  - Metaúroveň - systém popisující vývoj systémů
- Každá úroveň je systém, který má
  - Strukturu (vstupy, výstupy, stavy a jejich souvislosti)
  - Chování (vstupní, výstupní a stavové trajektorie)
- Reflektivní systém
  - Komunikuje s vlastním metasystémem
- Příklady metasystémů
  - Goedel, Turing, Klir
  - OS
  - dynamické programovací jazyky (exploratory programming)

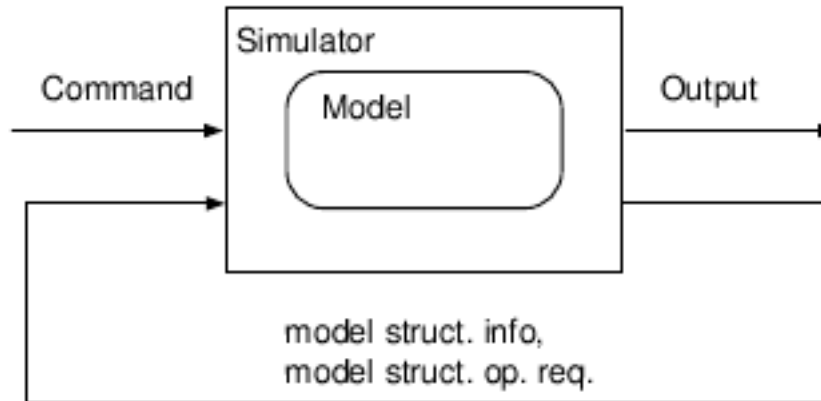


- Interaktivní simulace

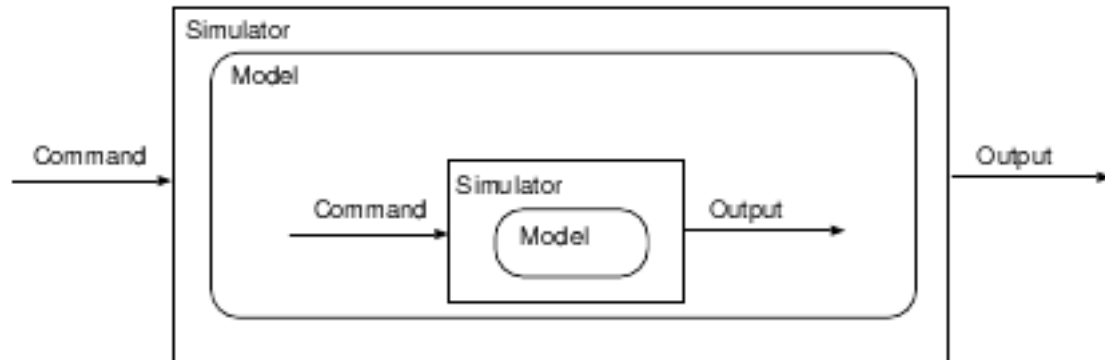
(start)  
(stop)  
(reset)  
(doSteps, n)  
(endTime, t)  
(inject, x)  
(editOp, object)



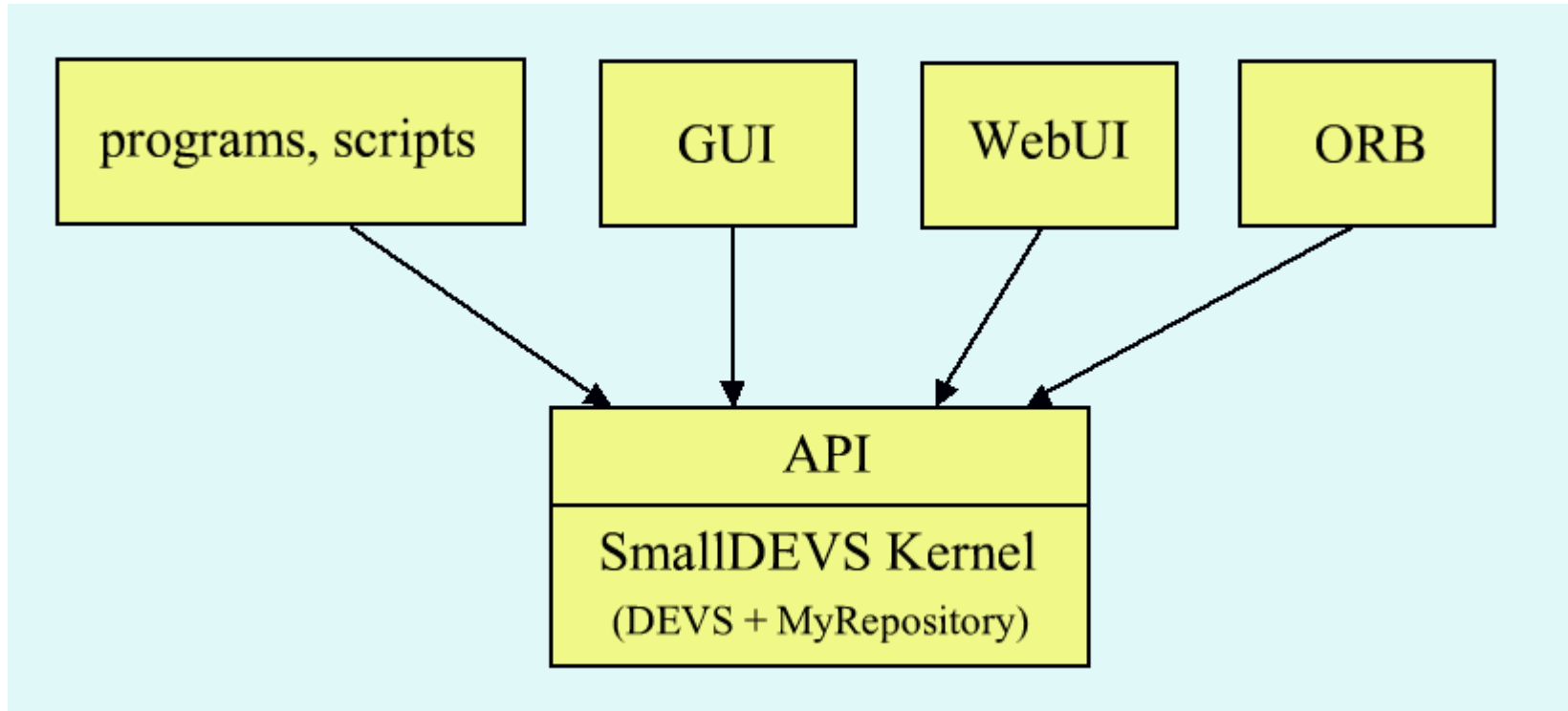
- Simulace reflektivních systémů



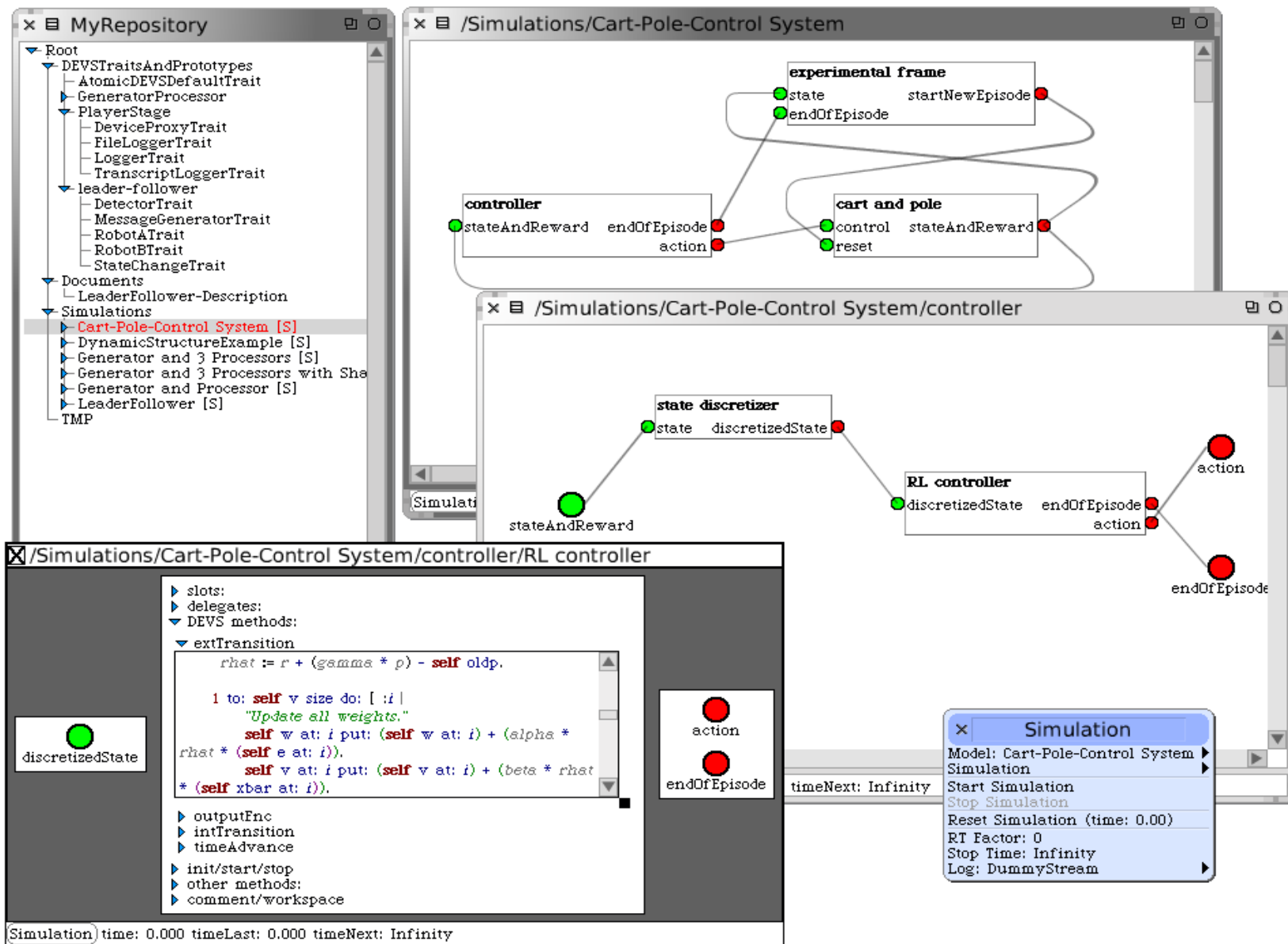
- Vnořená simulace



- Experimentální programování (exploratory programming)
  - bezprostřední interaktivní testování v průběhu programování
  - postup zdola nahoru, staví se na otestovaných komponentách
  - velmi rychle a s odpovídajícími nástroji i přirozeně
- Beztrždní (na prototypch založená) OO (jako Self)
  - objekty jsou popsány samy sebou (nepotřebují třídy)
  - jsou klonovatelné, editovatelné, migrovatelné
  - důraz na konkrétnost - je možná přímá manipulace kopírováním a vkládáním
- Zachování modelu v cílové realizaci
  - vzdálený přístup k simulacím
  - monitorování a dovyvíjení za běhu



- **SmallIDEVS** je konkrétní implementací abstraktní architektury
- slouží k demonstraci konceptu
- je použitelný v aplikacích



zpřístupňuje část funkčnosti vývojových nástrojů pro vzdálenou manipulaci s modely a simulacemi

```

- Root
- Simulations
  + Generator and Processor [S]
  + Generator and 3 Processors [S]
  + Cart-Pole-Control System [S]
  + DynamicStructureExample [S]
Documents
+ DEVSTraitsAndPrototypes
+ TMP
    
```

open

cut copy

Generator and 3 Processors with S paste as

rename Generator and Processor

Create:

atomic coupled

Download source | Download as xml

Upload file:  Browse...

Upload

### Cart-Pole-Control System

Time: 0.0 | start/continue | reset | RTFactor: 0 | set value | Stoptime: Infinity | set value

```

graph TD
    subgraph experimental_frame [experimental frame]
        state((state))
        startNewEpisode((startNewEpisode))
        endOfEpisode((endOfEpisode))
    end
    subgraph controller [controller]
        stateAndReward((stateAndReward))
        endOfEpisode2((endOfEpisode))
        action((action))
    end
    subgraph cart_and_pole [cart and pole]
        control((control))
        stateAndReward2((stateAndReward))
        reset((reset))
    end
    state --> stateAndReward
    startNewEpisode --> reset
    endOfEpisode --> endOfEpisode2
    stateAndReward --> control
    endOfEpisode2 --> action
    control --> reset
    stateAndReward2 --> state
    action --> control
    
```

refresh

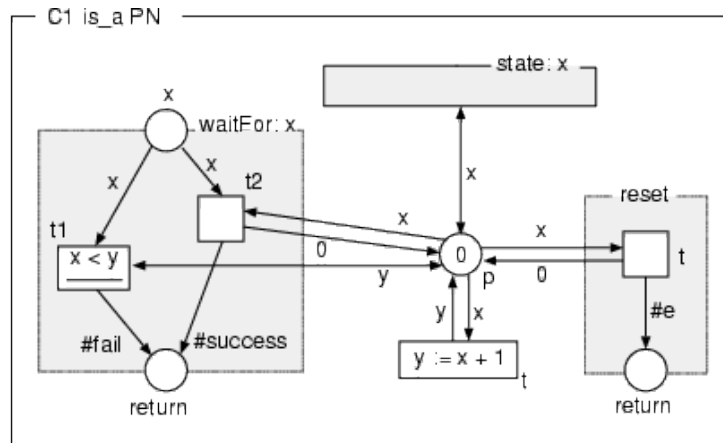
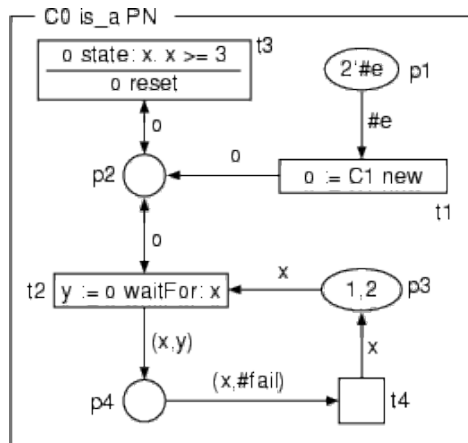
#### Ports

#### Couplings

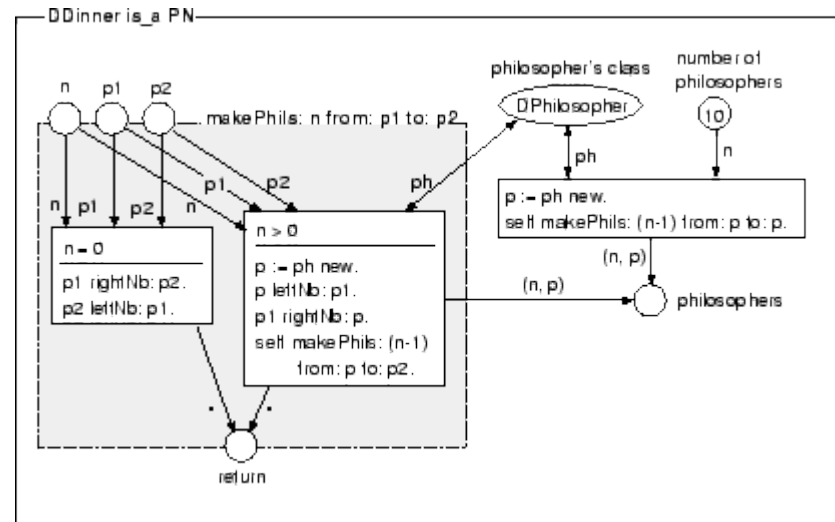
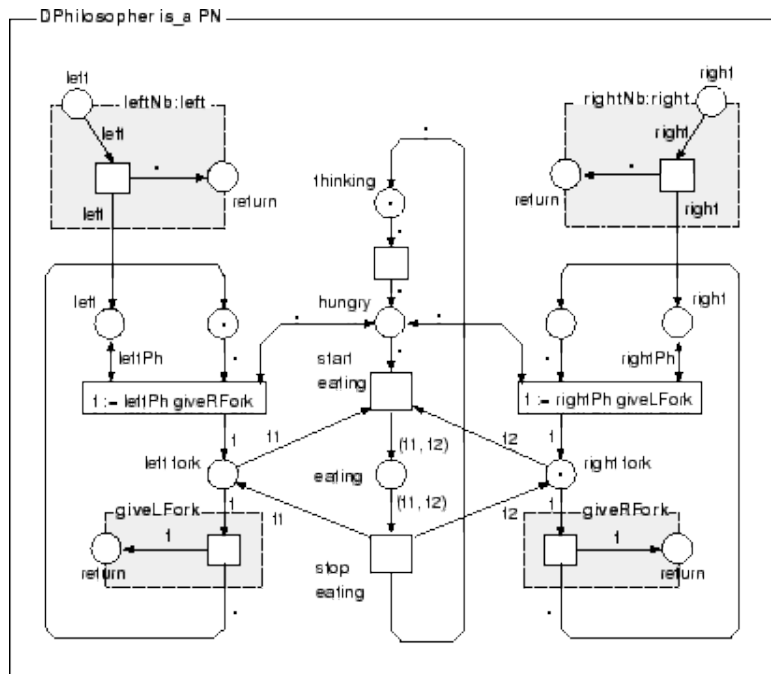
cart and pole : stateAndReward	experimental frame : state	remove
controller : endOfEpisode	experimental frame : endOfEpisode	remove
cart and pole : stateAndReward	controller : stateAndReward	remove
experimental frame : startNewEpisode	cart and pole : reset	remove
controller : action	cart and pole : control	remove

experimental frame  experimental frame  choose models

Součástí simulačního jádra je http server a příslušná web aplikace

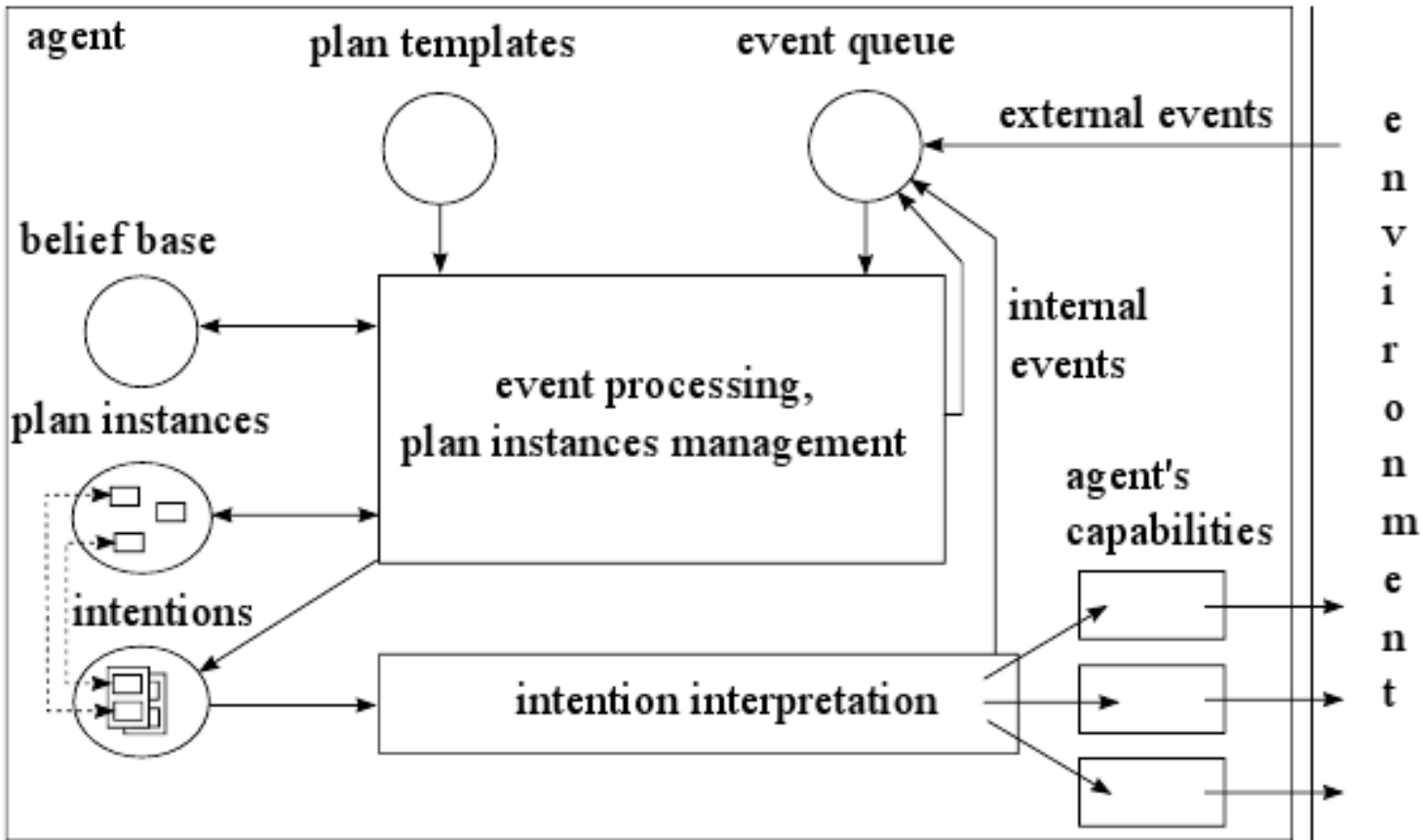


Paralelní OO jazyk založený na HLPN





- Jde o BDI agenta.
- Architektura vychází z existujících architektur BDI agentů.
- Jak aplikace, tj. reprezentace světa, plány atd., tak i obecná architektura agenta jsou popsány pomocí OOPN v jazyce PNTalk a interpretovány v rámci prostředí SmallDEVS.
- Je tedy možný vývoj jak agentní aplikace, tak i agentní architektury, a to za použití stejných prostředků.
- Možnost snadné adaptace agentní architektury pro usnadnění vývoje aplikace může urychlit a zkvalitnit vývoj.
  
- Aplikace v oblasti mobilní robotiky
- Pro srovnání je tatáž úloha alternativně řešena také reaktivním agentem (subsumpt. arch.)



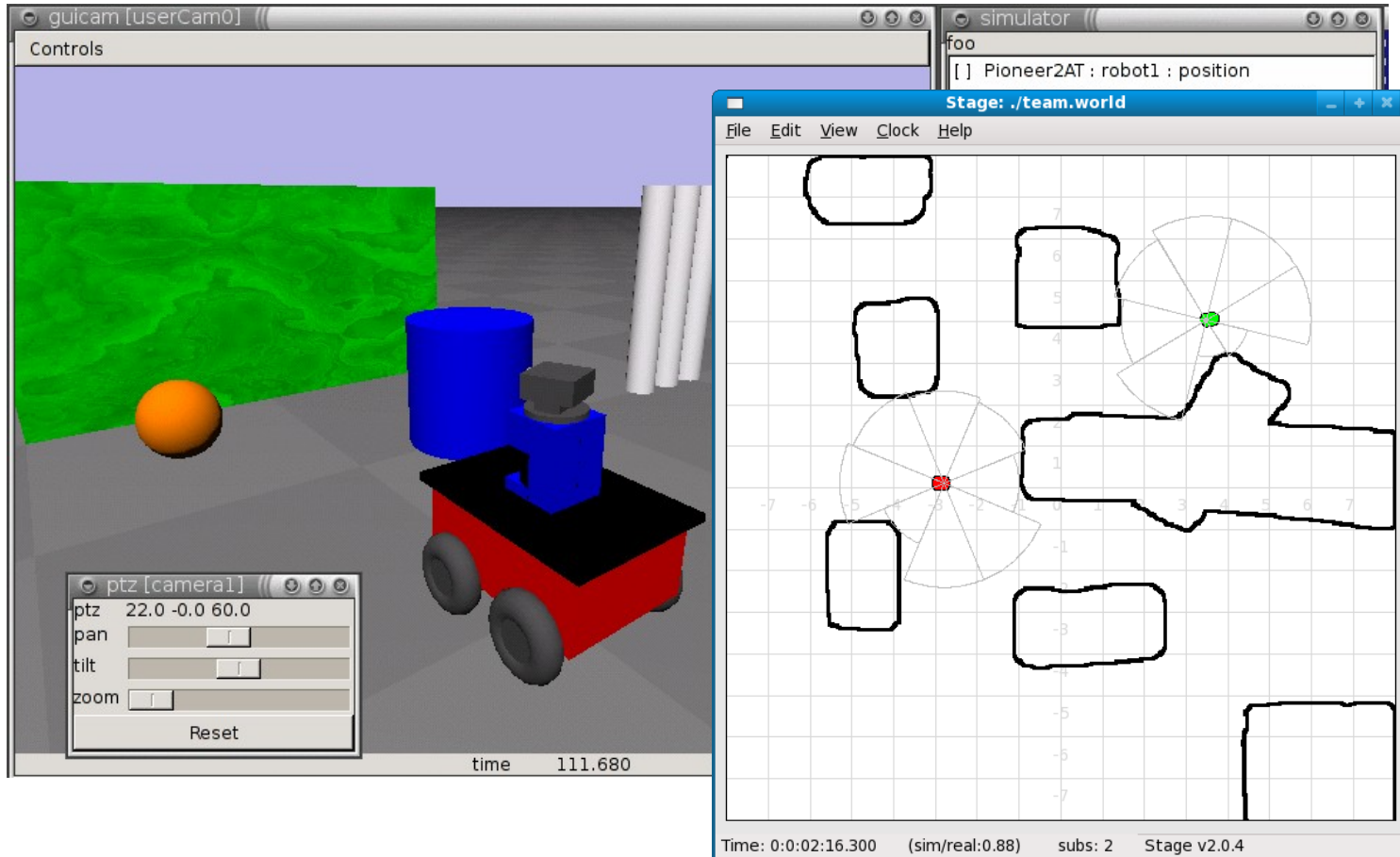
- SmallIDEVS obsahuje rozhraní na Player (middleware pro robotiku – jednotné rozhraní na senzory a aktuátory fyzických i simulovaných robotů)
- Vývoj řídicího softwaru probíhá v prostředí PNTalk/SmallIDEVS



ActiveMedia Pioneer P3-DX

Stage a Gazebo

2D a 3D simulátory robotů ve fyzickém prostředí



## +Vnořený PNML

```

...
</If>
<Test>
  <BinOp operator=">">
    <Left>
      <GetVar name="A"/>
    </Left>
    <Right>
      <Literal value="10"/>
    </Right>
  </BinOp>
</Test>
<Code>
...
</Code>
</If>
...

```

### Template for DEVSJava

```

...
<xsl:template match="If">
  if (<xsl:apply-templates select="Test"/>) {
    <xsl:apply-templates select="Code"/>
  } <xsl:apply-templates select="Else"/>
</xsl:template>
...

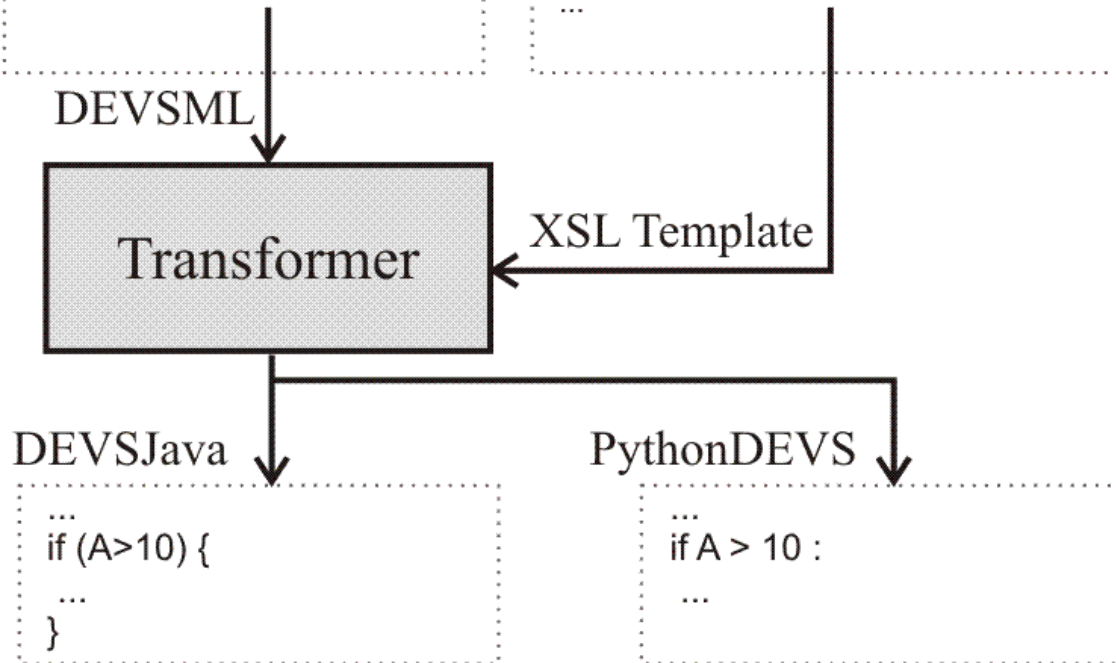
```

### Template for PythonDEVS

```

...
<xsl:template match="If">
  if <xsl:apply-templates select="Test"/> :
    <xsl:apply-templates select="Code"/>
  <xsl:apply-templates select="Else"/>
</xsl:template>
...

```



- McGill University, Montreal, Quebec, Canada – H. Vangheluwe
- University of Arizona – B. Zeigler, Saurabh Mittal
- Universidad Complutense, Madrid – J.L.R. Martín
- Carleton University, G.A. Wainer
- DEVS Standardization Group
- NASA, USA DoD
- Hamburg Univ. - D. Moldt
  
- Porovnání:
  - Tradiční přístup: DEVS, PN + běžné techniky SE
  - Náš přístup: DEVS, PN + exploratory programming
    - V každém okamžiku máme k dispozici formální model, i když vznikl evolucí (interaktivní i automatickou)

- Standardizace
- XML reprezentace, transformace modelů
- Webové služby pro distribuovanou simulaci
- Provázání M&S a MDA, vazba na UML

- OOPN v softwarovém inženýrství
- Modelování racionálních agentů pomocí OOPN
- Modelování procesů a přidělování zdrojů pomocí OOPN
- Přímá manipulace s modely a simulacemi
- Web-based Simulation, SOA, DEVSML, PNML,...
- Simulace a návrh inteligentních systémů, aplikace v mobilní robotice
- Verifikace na úrovni vysokoúrovňových vizuálních jazyků



Děkuji za pozornost!