

# Multiagentové systémy

**RNDr. Andrej Lúčný**

**MicroStep-MIS**

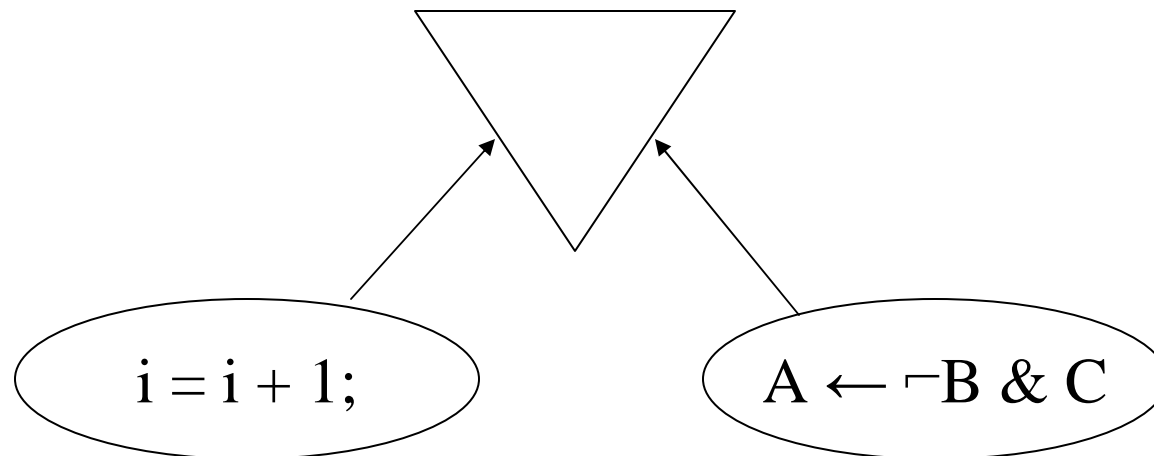
**andy@microstep-mis.com**

**<http://www.microstep-mis.com/~andy>**



# Zapojenie tradičnej UI

- MAS sú mimo iné prostriedkom ako poľahky zapojiť tradičné prostriedky UI do softwarového systému



# Zapojenie tradičnej UI

- Kde je možné prejsť od výpočtov ku symbolickým výpočtom, prípadne iným stratégiám ?
- Ktoré zo stratégií sú vhodnejšie a ktoré menej vhodné ?

# Kde možno prejsť

v kóde agentov: príznakový a akčný vektor budú vyjadrené v podobe vlastnej pre danú techniku UI a výpočet bude realizovať určitá knižnica, podľa špecifikovaných dát

# Agenti s inteligentnou súčiastkou

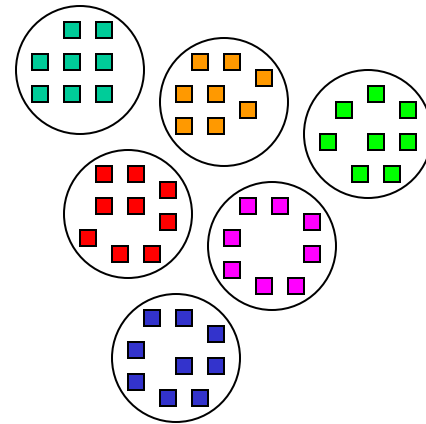
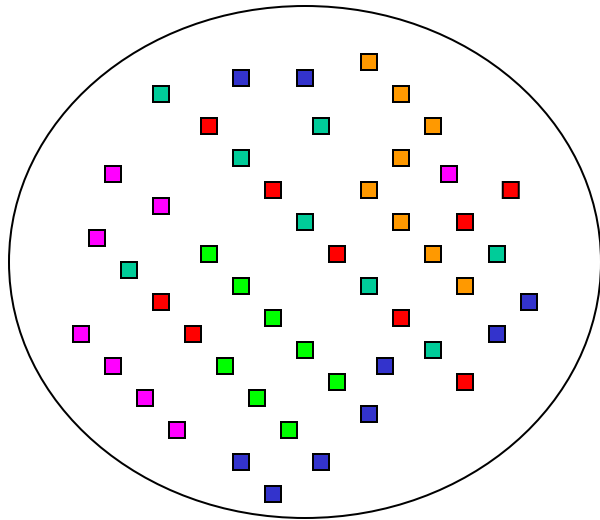
- tzv. Inteligentné agenty
- sú to tzv. silné agenty
- aké súčiastky sa dajú použiť ?
- pozor: distribuovaný systém - hoci zložený výlučne z inteligentných agentov nie je analogický tradičnému GOFAI systému, vie čeliť napríklad problému rámca

# Problém rámca

- Keď krmíme ľubovoľný inferenčný mechanizmus, zabúdame sémantiku a ďalej pracujeme s informáciami načisto syntakticky.
- Keď ich dáme na jednu hromadu, tak väčšinu času odvodzovania strávime tým, že sa pokúšame do súvisu uviesť veci, ktoré žiadny súvis nemajú („má zelená farba steny vplyv na výbuch bomby?“)
- Problém rámca: dajú sa vybrať krmené dáta tak, aby to už fungovalo a ešte sa to stíhalo ?

# Problém rámca

- Keď ale miesto jedného IM ktorý spracúva veľa dát urobíme viacero špecializovaných IM spracúvajúcich malý počet dát, bude to rýchlejšie

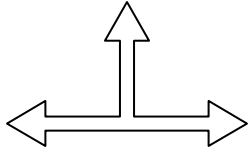


# „Inteligentné“ súčiastky

- učenie posilňovaním (reinforcement learning)
- neurónové siete
- ohodnocujúce funkcie
- plánovanie na báze všeobecného riešiteľa problémov (deriváty GPS ako STRIPS)
- plánovanie na báze pevne zvolenej štruktúry agenta zahrňujúcej cieľe, viery a zámery (napodobňovanie ľudského agenta)
- fuzzy logika

# Adaptácia

- jednou z hlavných motivácií zavádzanie inteligentných súčiastok do systému je jeho postupné zdokonaľovanie
- Dennetova hierarchia:
  - Darwinovský systém  $\infty$
  - Skinnerovský systém n
  - Popperovský systém 1
  - Gregoryovský systém 0



# Učenie posilňovaním

- Prekvapivo mnoho sa dá dosiahnuť touto primitívnou taktikou

(RL je podobný navigácii pri šoférovaní medzi dvomi pevne zvolenými miestami)

- v každom mieste v ktorom volím rôzne akcie si hádzeme mincou, pričom každá možnosť má určitú pravdepodobnosť
- na úvod tieto pravdepodobnosti zvolíme rovnaké, prípadne náhodné
- keď dosiahneme želaný stav, zvýšime pravdepodobnosť voľby tých akcií ktoré k tomu viedli, čím bezprostrednejšie, tým viac.

učenie posilňovaním skinerovsky aproximuje popperovské správanie

# Neurónové siete

- Príznakový vektor agenta premieňame na excitáciu neurónov vo vstupnej vrstve
- Volíme akciu zodpovedajúcu najexcitovanešiemu neurónu vo výstupnej vrstve alebo variácii ich excitácie
- váhy siete získame tak, že učíme systém – v každom kroku definujeme opravu voľby akcie až kým nie sme so správaním systému spokojní
- obyčajné vs. rekurentné (vnútorný stav)

# Ohodnocujúce funkcie

- Svet reprezentujeme vektorom parametrov
- Zvažujeme možnosti, ohodnocujeme ich a vyberáme najlepšiu
- Robot umývajúci okná sa snaží minimalizovať ohodnotenie  
 $\max(\text{čistota okien, čistota dlážky, čistota stien})$
- Vhodné pre jednoduché úlohy

# Plánovanie na báze GPS

- Svet reprezentujeme Hornovými klauzulami
- Máme operátory, ktoré manipulujú s reprezentáciou
- Počiatočný stav
- Cieľ
- Snažíme sa utkať plán medzi počiatočným stavom a cieľom

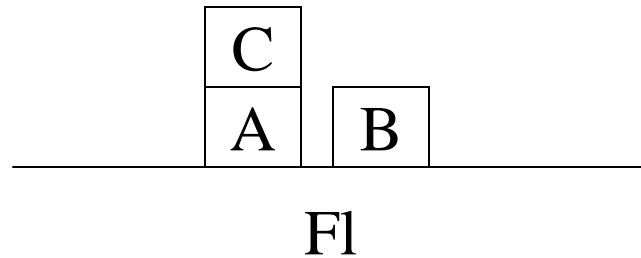
# reprezentácia

Konštanty

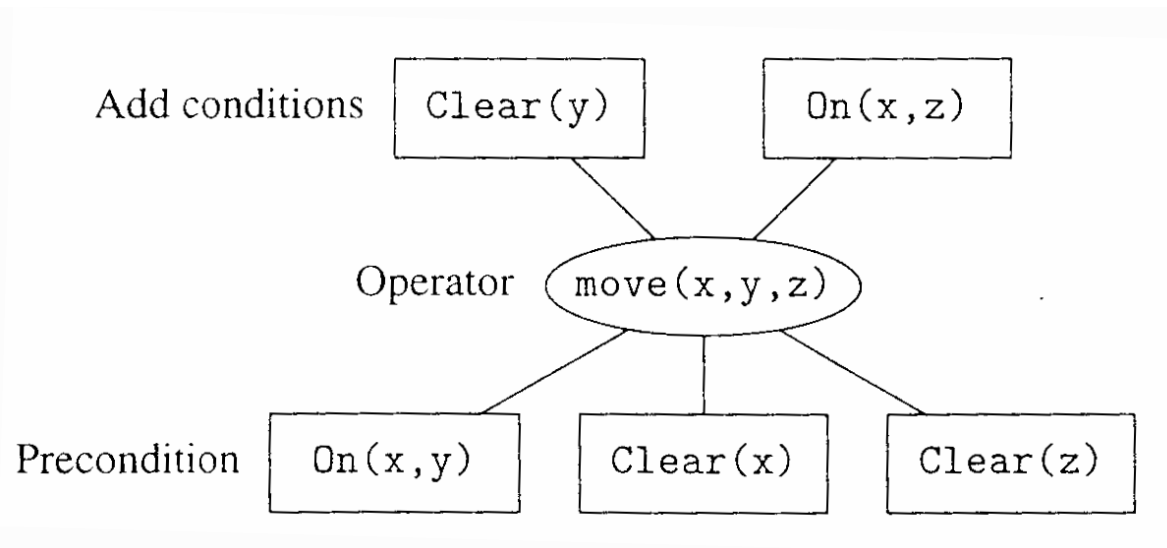
A,B,C, Fl

Predikáty

- Clear(A)
- On(A,B)

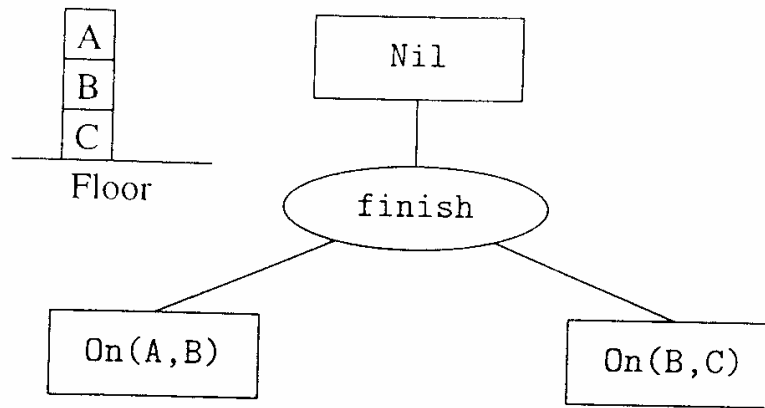


## Operátor – STRIPS pravidlo

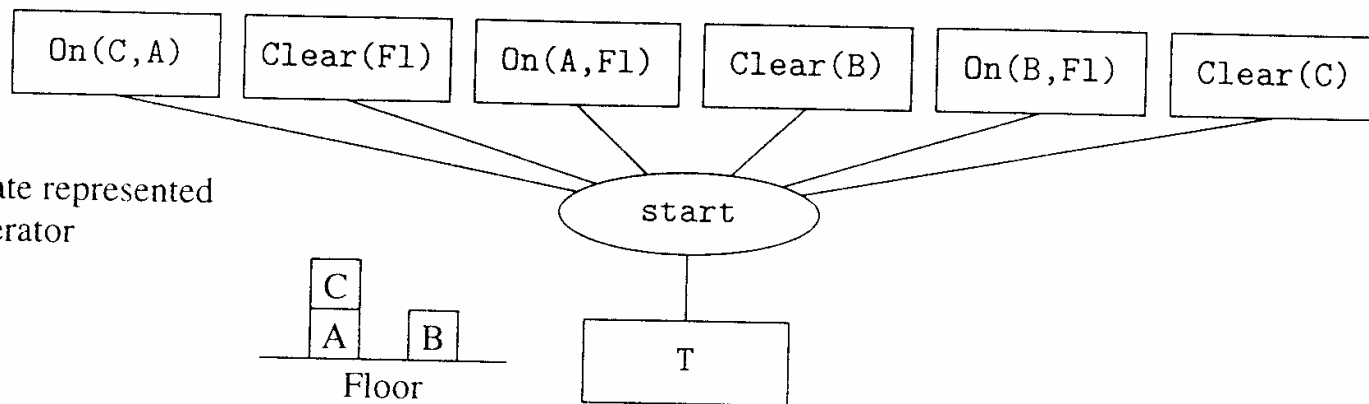


# Cieľ

Goal represented as an operator



Initial state represented as an operator

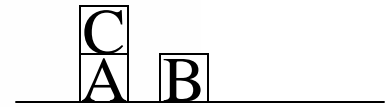
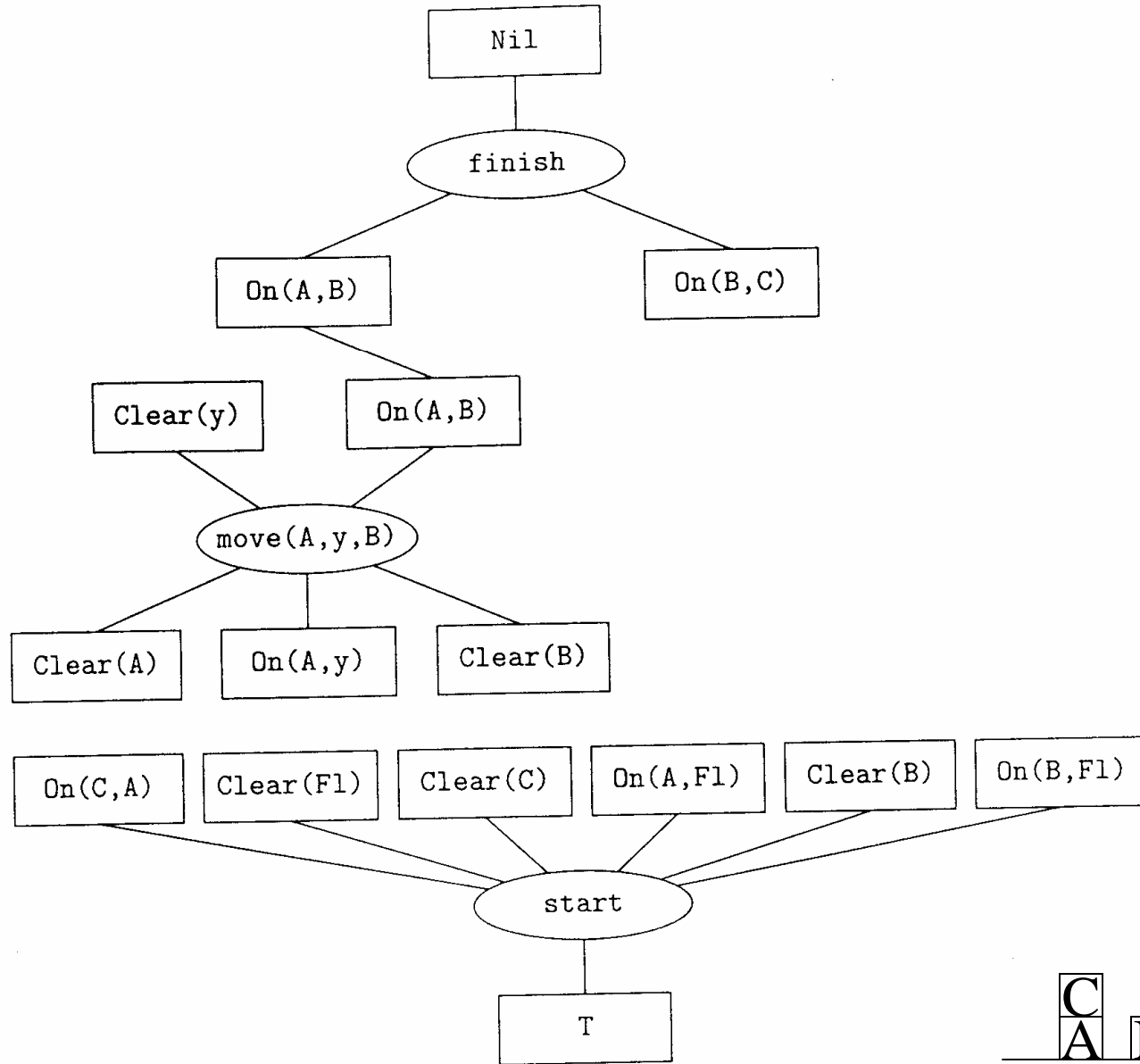


# Počiatkový stav

# Prehľadávanie

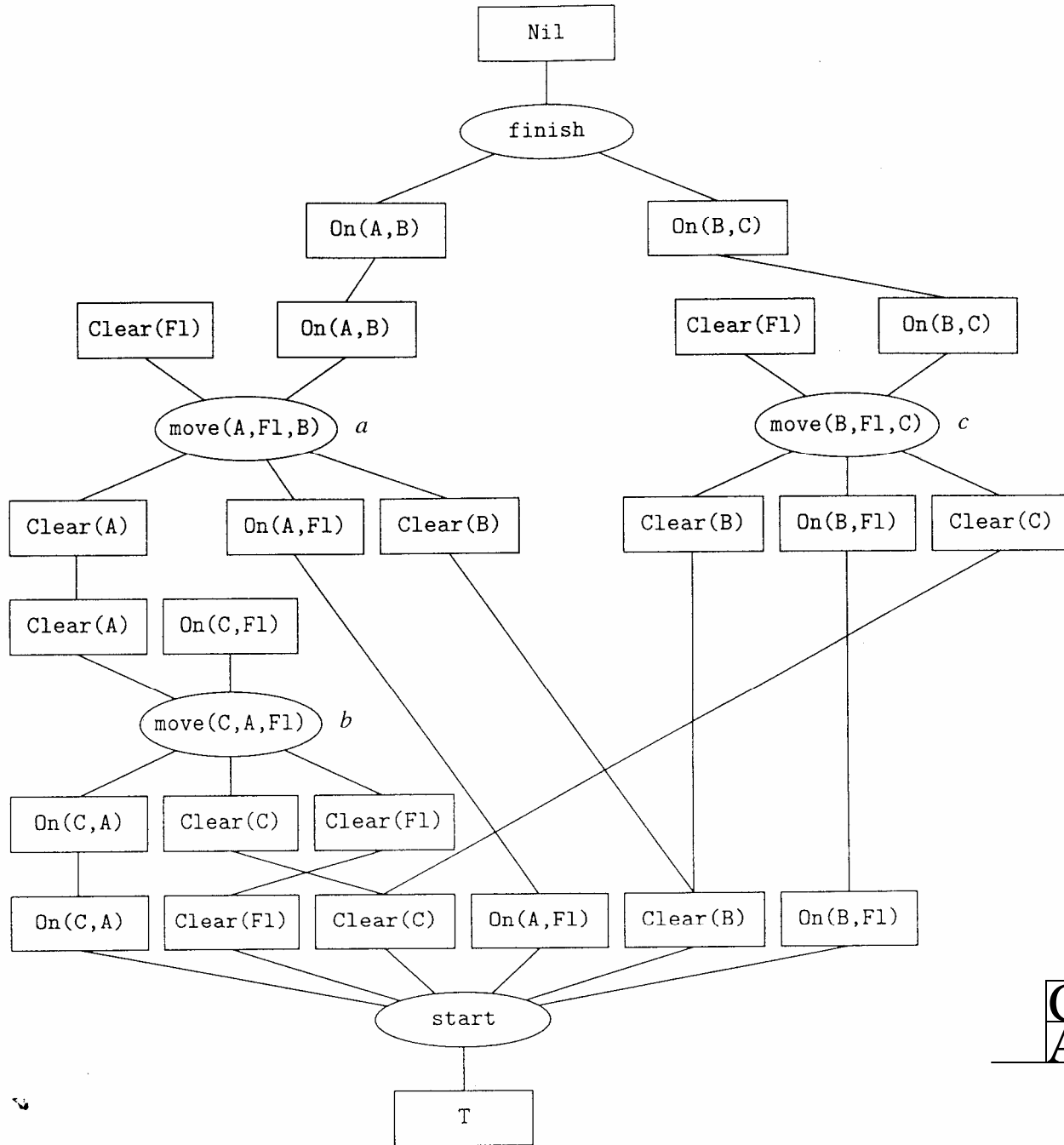
- Dopredné, spätné
- Do šírky, do hĺbky
- Informované, neinformované
- A\* (prípustnosť heuristiky)
- Rezolvencia (z negácie cieľa odvodzujeme prázdnu klauzulu)
- Expertný systém

A  
B  
C



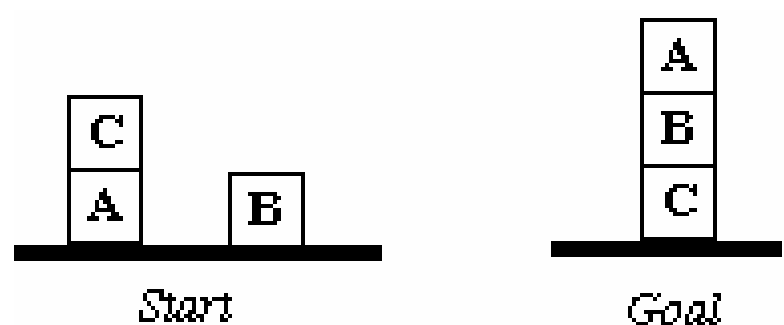
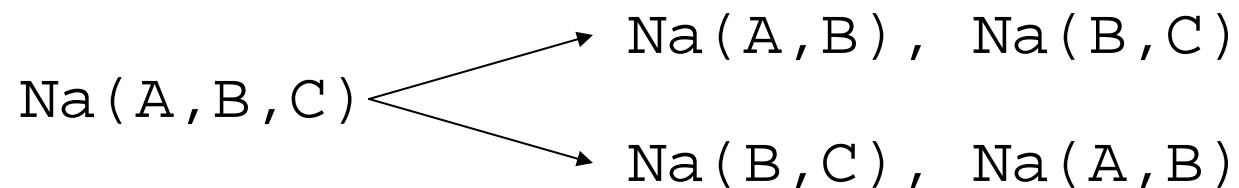


A  
B  
C

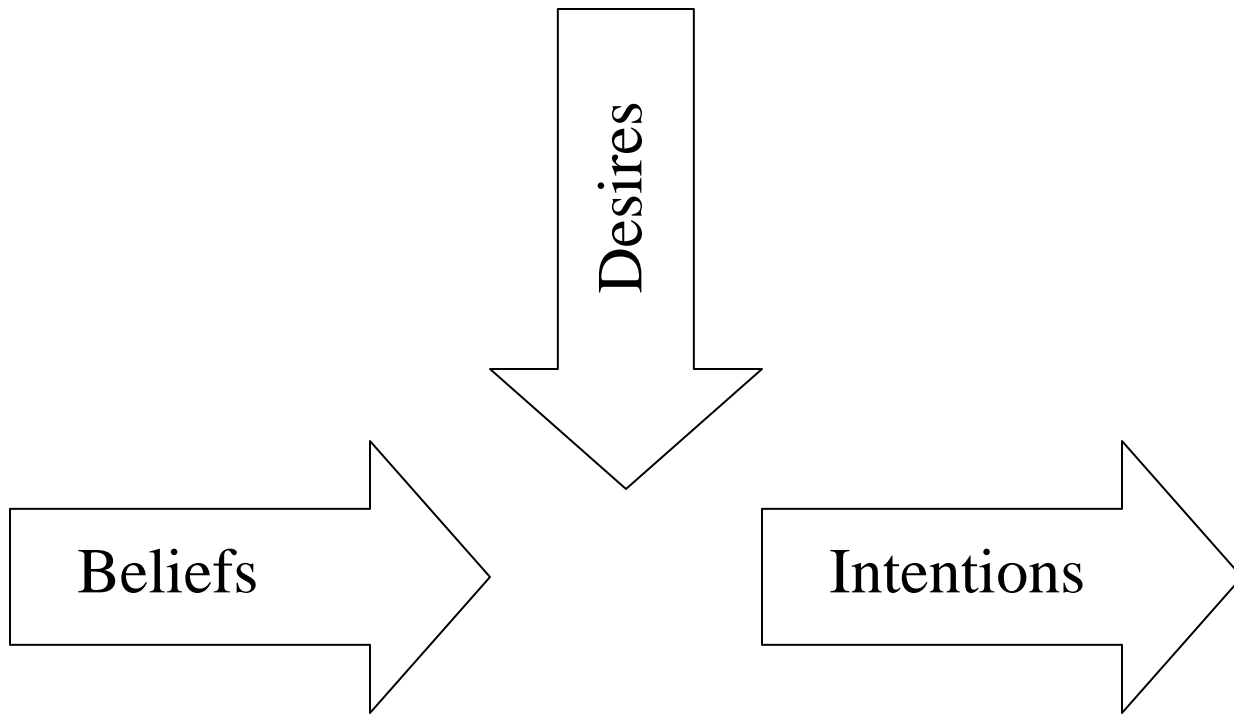


# Sussmanova anomália

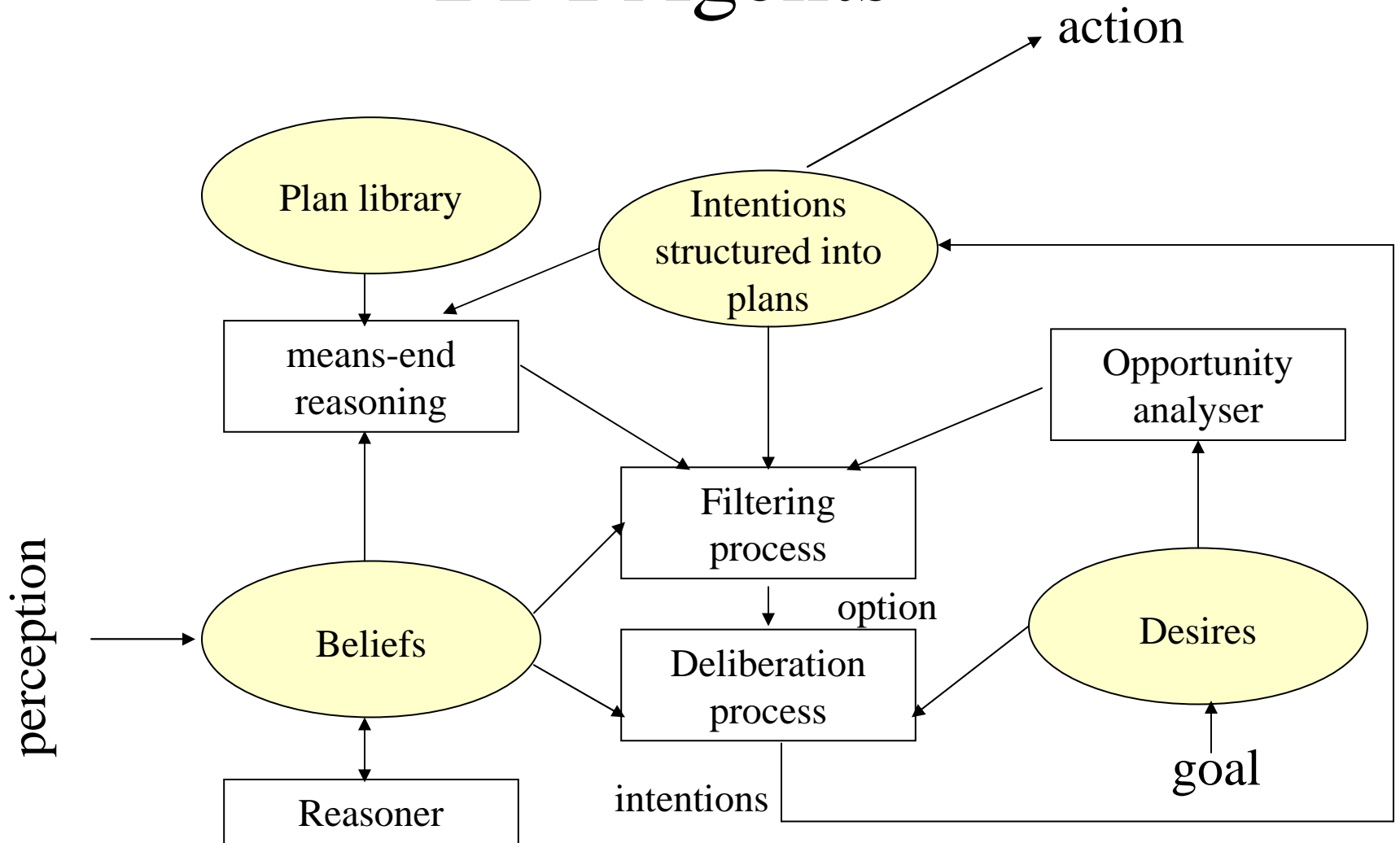
Ukazuje, že riešenie problémov rozkladom na podproblémy (neprekľadané plánovanie), nevedie k optimálnemu riešeniu



# BDI Agents



# BDI Agents



# BDI - agents

Initialize state();

do

options := option-generator(event-queue, B,G,I);

selected-option := deliberate(options,B,G,I);

I := update-intentions(selected-option,I);

execute(I);

event-queue := event-queue + get-new-external-events();

drop-successful-attitudes(B,G,I);

drop-impossible-attitudes(B,G,I);

until quit.

# Modálna logika

## Modal Logic

- $\Box$  ... veríme, že je pravda
- $\Diamond$  ... veríme, že je možné  $\Diamond A = \sim\Box\sim A$

$$\frac{A}{\Box A}$$

$$\Box(A \rightarrow B) \rightarrow (\Box A \rightarrow \Box B)$$

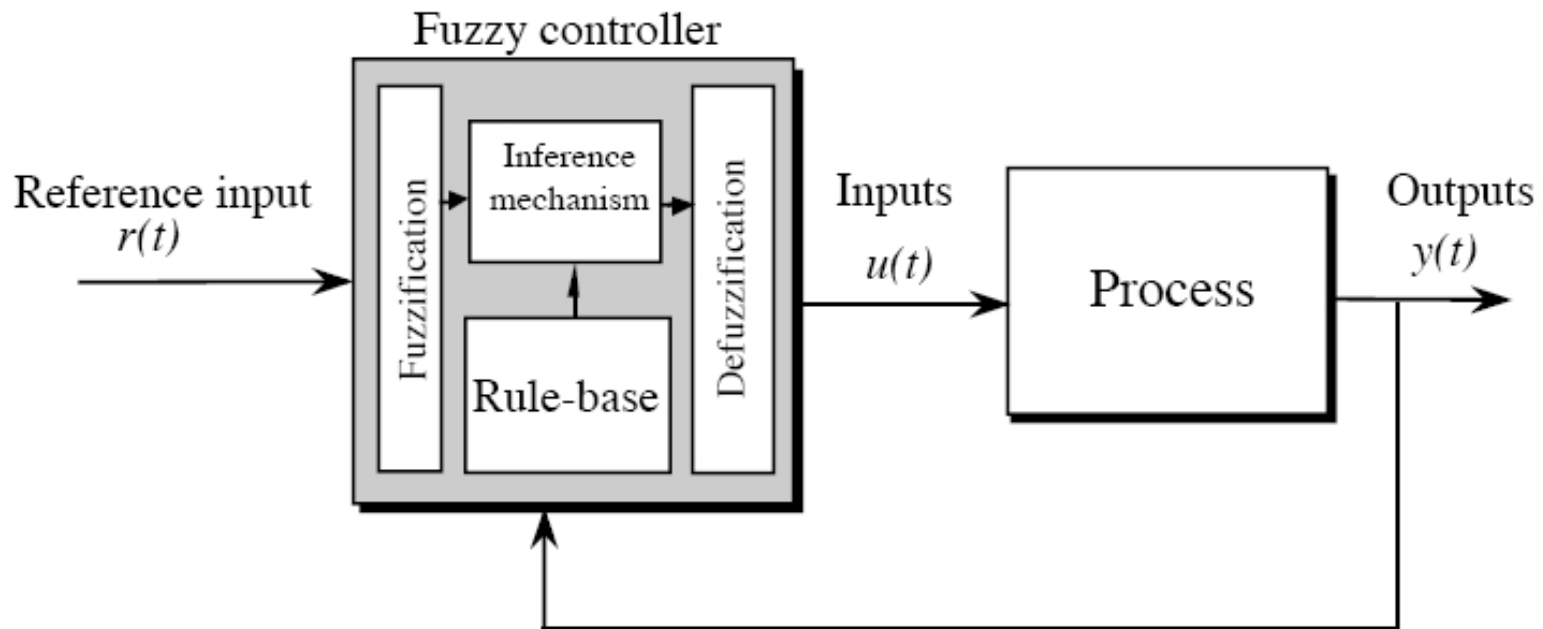
$$\Box A \rightarrow A$$

$$\Box A \rightarrow \Box \Box A$$

$$\Diamond A \rightarrow \Box \Diamond A$$

sémantika – Kripkeho štruktúra

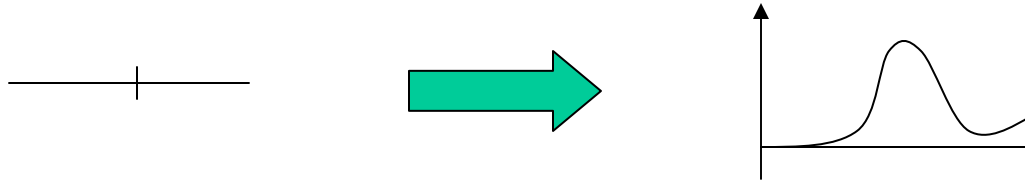
# Fuzzy logika



logické odvodzovanie nahradené výpočtom nad neurčitost'ami:  $A \& B \dots \min(A,B)$

# Pravdepodobnostná robotika

- Hodnotu nahradzame pravdepodobnostným rozdelením



- Skryté Markovove modely, Kalmanove filtre, Markovove rozhodovacie procesy, ...

Ďakujem za pozornosť !