

Postkognitivistický prístup k percepcii a akcii v mobilnej robotike

Andrej Lúčny

Katedra aplikovanej informatiky

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Univerzita Komenského v Bratislave

lucny@fmph.uniba.sk

http://www.dai.fmph.uniba.sk/w/Andrej_Lucny

Kognícia

- Čo je to kognícia ?

Kognícia

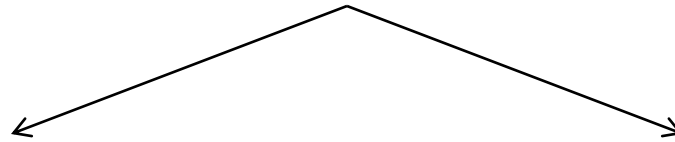
- Čo je to kognícia ?
- Kognícia je schopnosť spracúvať informácie spôsobom podobným človeku

Kognícia

- Čo je to kognícia ?
- Kognícia je schopnosť spracúvať informácie spôsobom podobným človeku
- Ako túto definíciu objektívizovať?

Kognícia

- Čo je to kognícia ?
- Kognícia je schopnosť spracúvať informácie spôsobom podobným človeku
- Ako túto definíciu objektívizovať?



akékoľvek spracovanie vedúce z vonkajšieho pohľadu k rozumnému správaniu

spracovanie sprevádzané štrukturálnymi zmenami zodpovedajúcimi sofistikovanej adaptácii

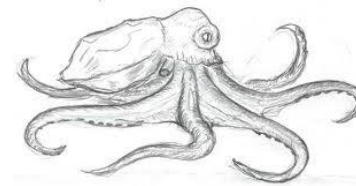
Adaptácia

Typy myslenia (Dennet):

- darwinovský ∞



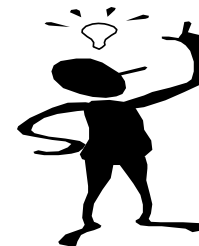
- skinnerovský n



- popperovský 1

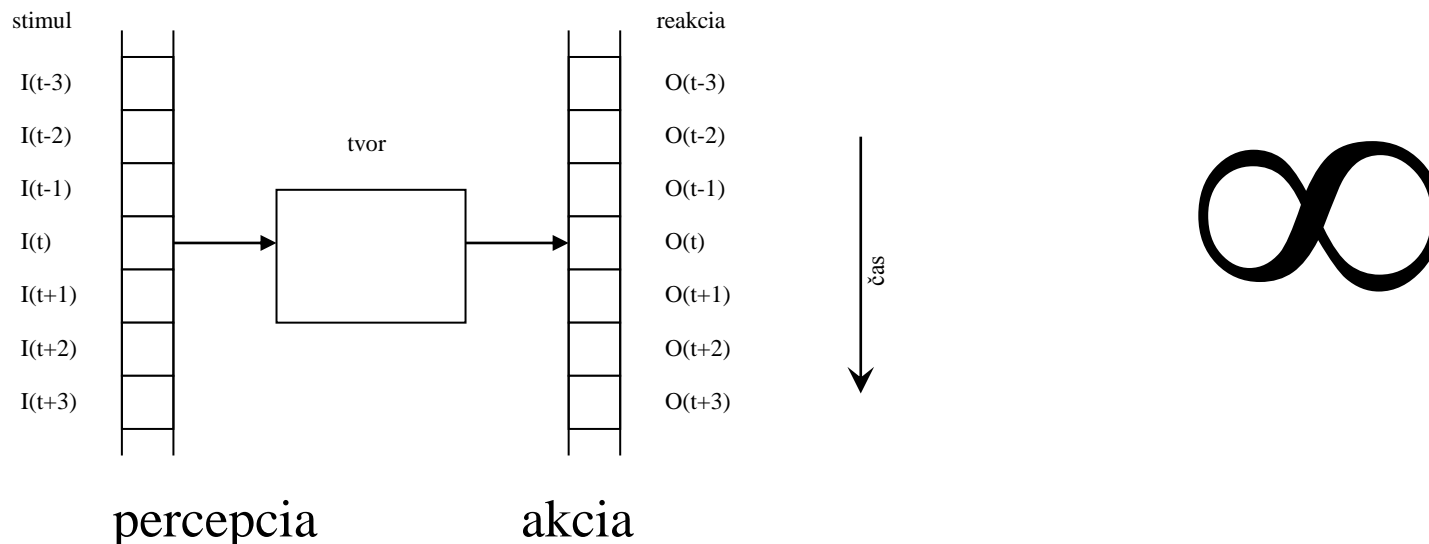


- gregoryovský 0



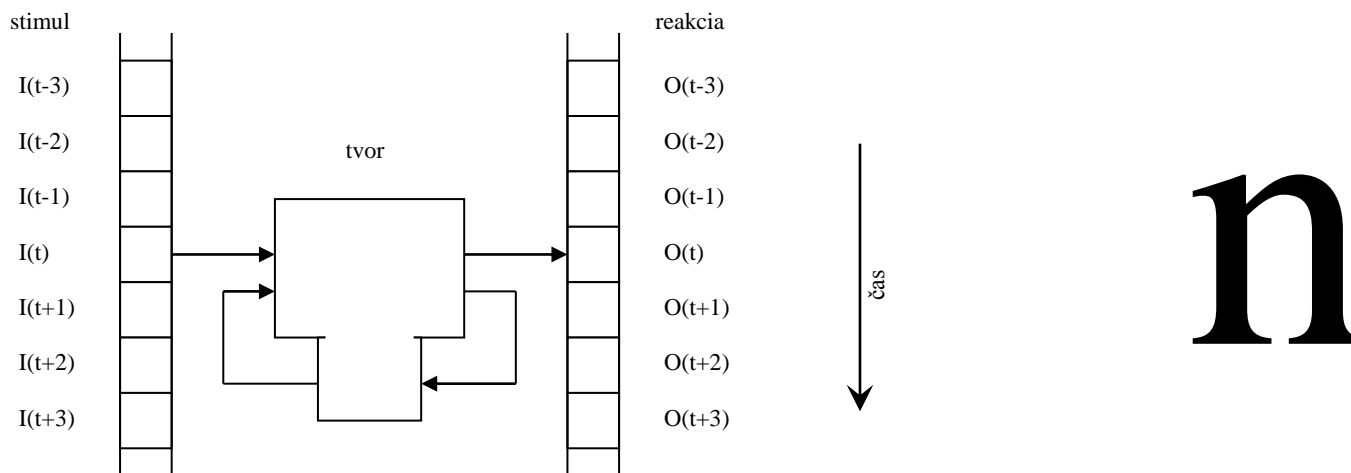
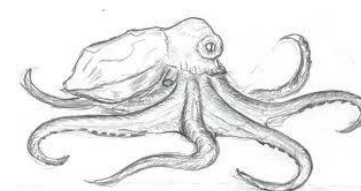
Darwinovský typ myslenia

- stimul – reakcia
- bez schopnosti meniť reakciu na určitý stimul



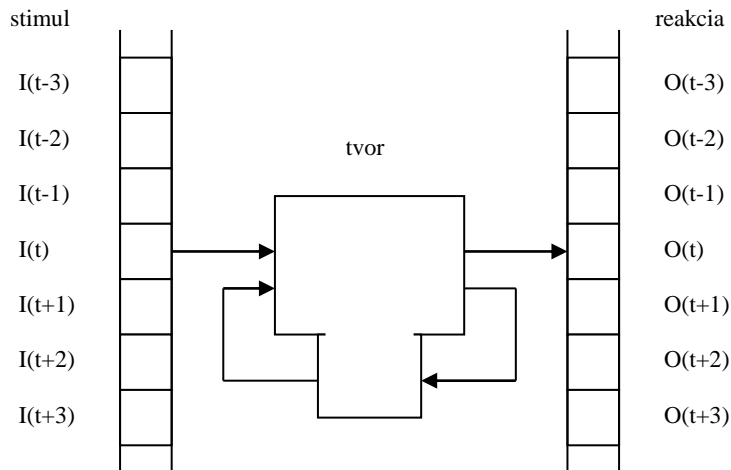
Skinnerovský typ myslenia

- podmieňovanie
- postupná zmena reakcie na určitý stimul



Popperovský typ myslenia

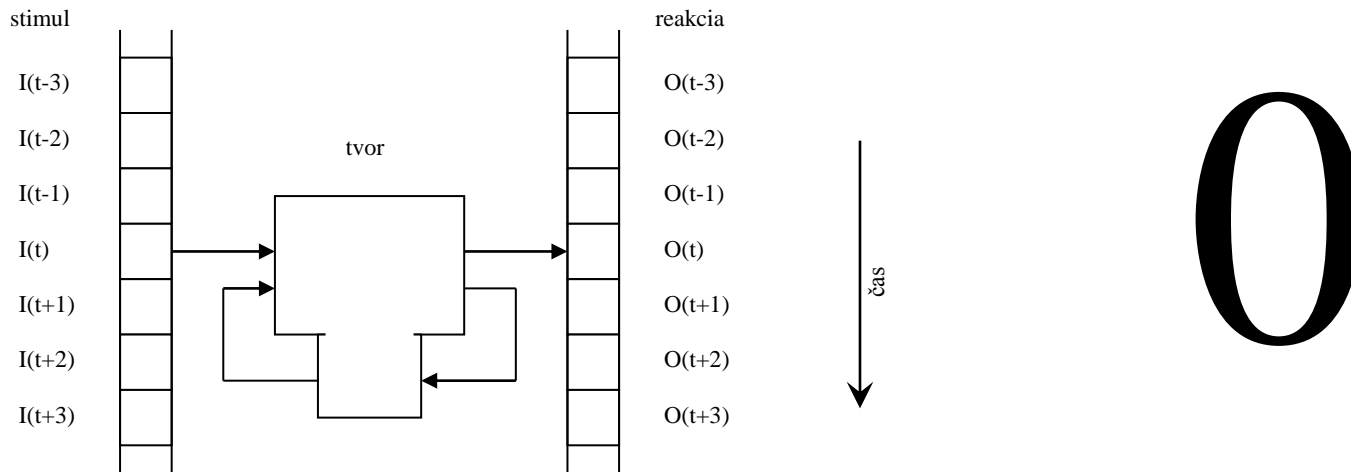
- modelovanie sveta v mysli
- náhla zmena reakcie na určitý stimul



1

Gregoryovský typ myslenia

- Schopnosť jazykovej komunikácie
- preventívna zmena reakcie na určitý stimul



Symbolové versus subsymbolové

- Symbolová reprezentácia: (π , e)
- Subsymbolová reprezentácia: (3.14159, 2.71828)
- Symbol je abstraktný (πr^2 je plocha kruhu s polomerom r a $\pi=3.14159$ ale aj plocha rovnostranného pravoúhleho trojuholníka s odvesnou r a $\pi=0.5$)
- Použitie symbolov je doložené pri jazykovej komunikácii, tj. pri Gregoryovských tvoroch

Kognitizvismus

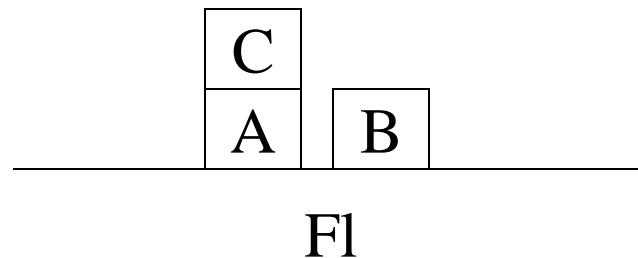
- Kognitivizmus predpokladá použitie symbolov nielen pri jazykovej komunikácii, ale pri celom myslení
- Myslenie je manipuláciou so symbolmi
- Model mysle je nezávislý od spôsobu života, tela i prostredia mysliaceho tvora
- Hľadá sa univerzálny algoritmus myslenia
- V modeli tvora nájdeme modul predstavujúci kogníciu (kognitívny podsystem)

Kognitivismus: Kognícia

- Kognitívny podsystem dokáže zo symbolovej reprezentácie sveta vytvorenej percepciou odvodiť symbolovú reprezentáciu akcií

Konštanty

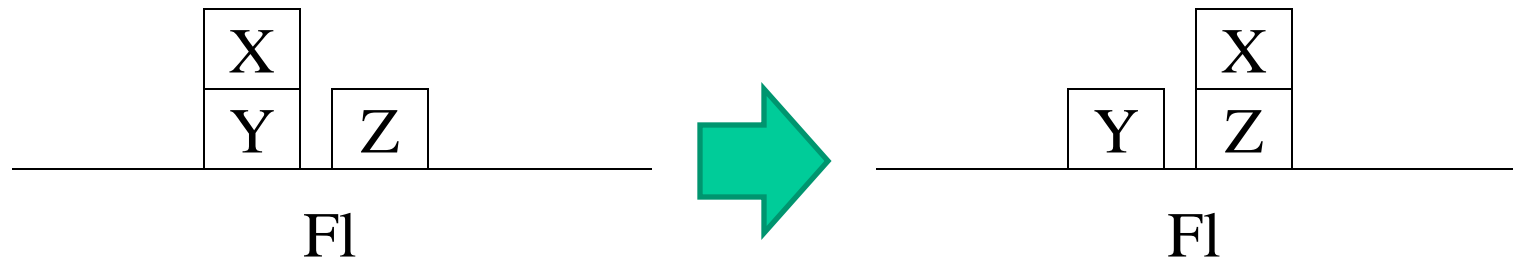
A,B,C, Fl



Predikáty

- Volne(X)
 - Na(X,Y)
- Na(C,A), Na(A,Fl), Na(B,Fl),
Volne(C), Volne(B), Volne(F)

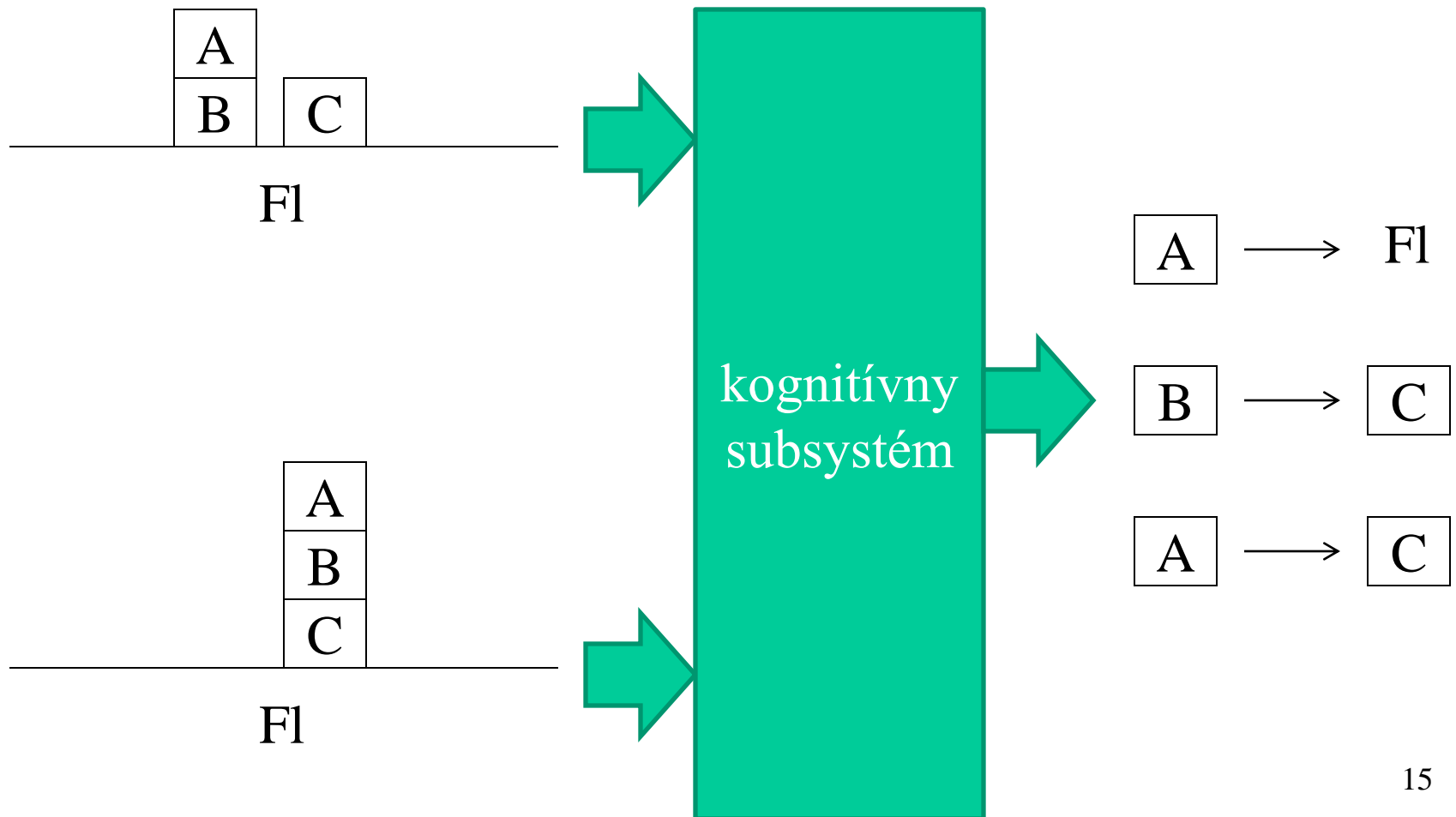
Kognitivismus: Kognícia



Operátory

- operátor: **Preloz(X,Y,Z)** - prelož X z Y na Z
- podmienka aplikovateľnosti: $\text{Volne}(X)$, $\text{Na}(X,Y)$, $\text{Volne}(Z)$
- odoberané klauzuly: $\text{Na}(X,Y)$, $\text{Volne}(Z)$
- pridané klauzuly: $\text{Na}(X,Z)$, $\text{Volne}(Y)$, $\text{Volne}(Fl)$

Kognitivismus: Kognícia



Kognitivismus: Kognícia

Na(C,A), Na(A,Fl),
Na(B,Fl), Volne(C),
Volne(B), Volne(F)

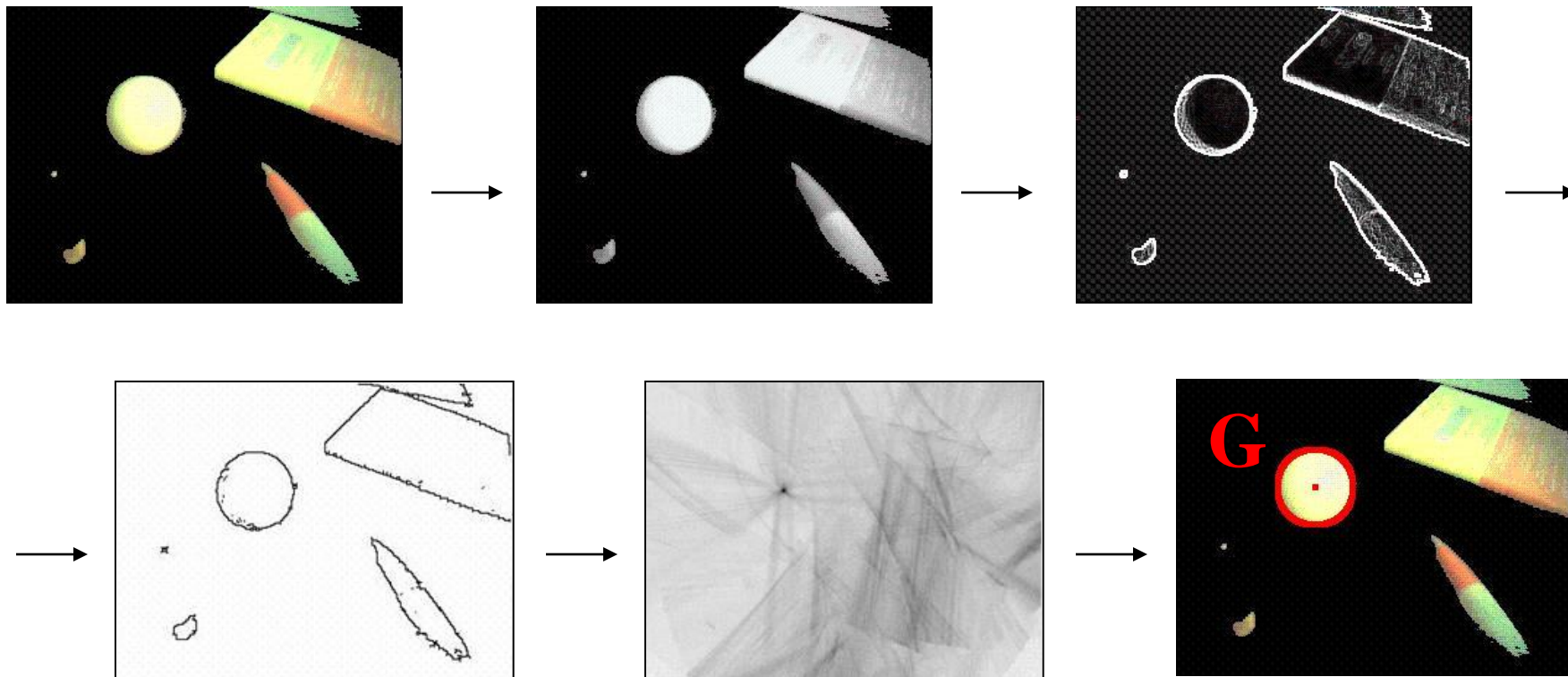


Preloz(A,B,Fl),
Preloz(B,Fl,C),
Preloz(A,Fl,C)

Na(C,B), Na(B,A)



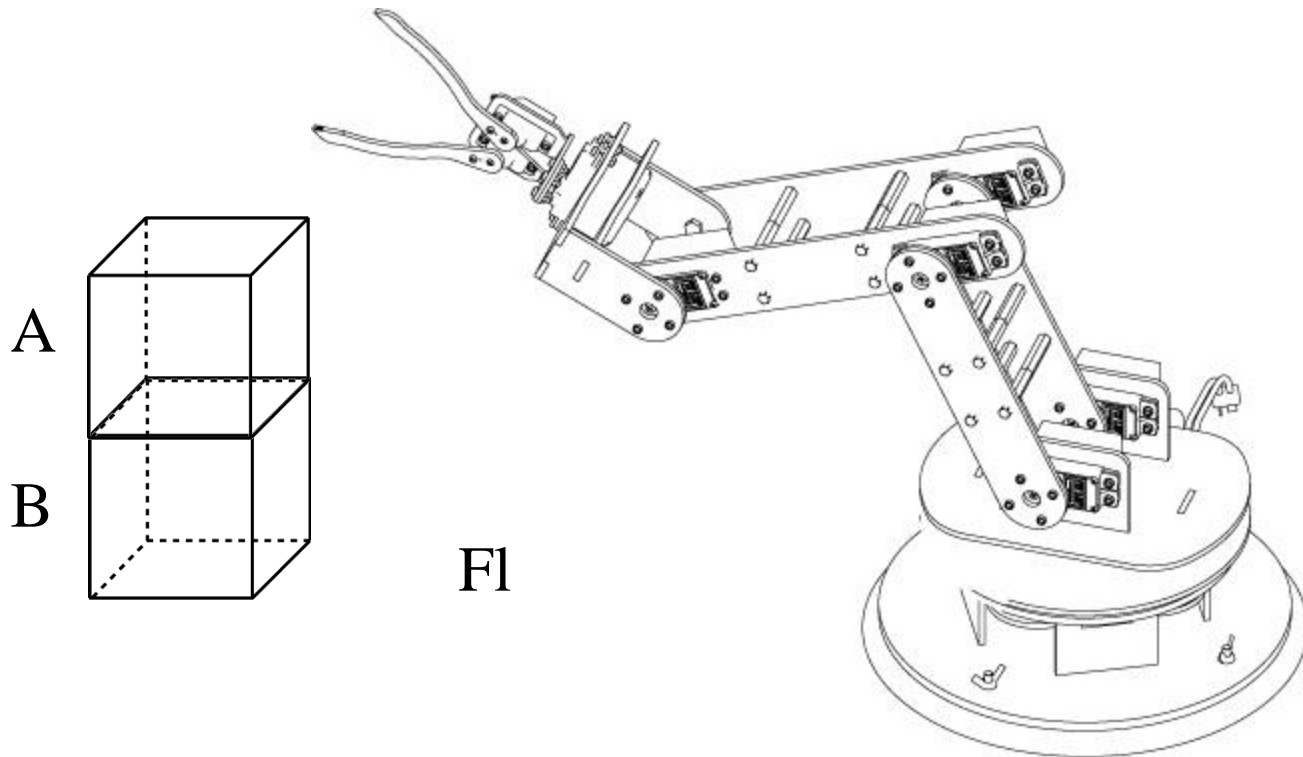
Kognitivizmus: Percepcia



→ **Gula(G), Na(G,Fl)**

Kognitivizmus: Akcia

Preloz(A,B,F1) →



Kognitivismus: Percepcia a akcia

Percepcia	Kognícia	Akcia
-----------	----------	-------

- Percepcia a akcia sú oddelené a to práve kognitívnym podsystemom

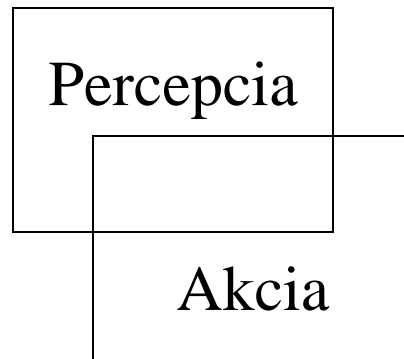
Kognitivizmus: Nevýhody

- Je často ťažšie získať reprezentáciu sveta a vykonať v ňom akcie aby sme mohli kognitívny podsystém použiť, než realizovať jeho činnosť na subsymbolovej úrovni
- Vykonanie akcií sa nemusí podariť
- Získaná reprezentácia nemusí byť dost' výstižná a jej uniformnosť môže byť prekážkou pre vyjadrenie dát rôzneho typu
- Kognitívny podsystém je pomalý

Postkognitivismus

- Neveríme, že existuje univerzálny algoritmus myslenia, detaily wetwaru považujeme za kľúčové
- Neveríme, že existuje uniformná reprezentácia sveta – časti sveta reprezentujeme rôznymi i viacerými reprezentáciami podľa potreby, preferujeme subsymbolové
- Myslenie považujeme za závislé na tele (stelesnenosť) a na prostredí (situovanosť)

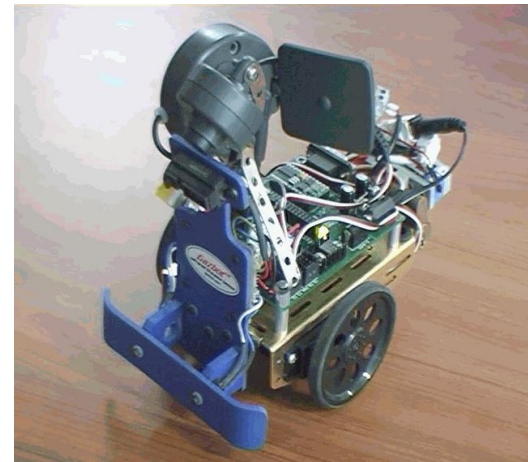
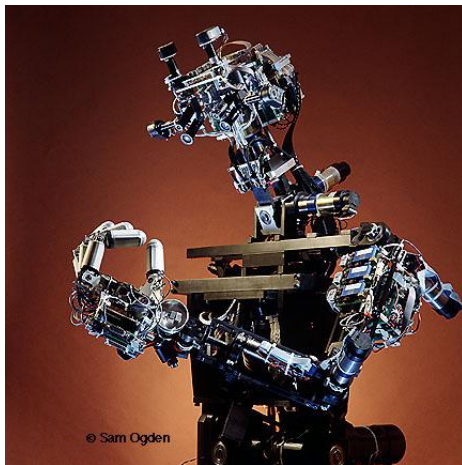
Postkognitivismus



- Percepcia sa prelína s akciou
- Nič také ako kognitívny pod systém neexistuje
- Kognícia nie je súčiastkou ale vedľajším efektom

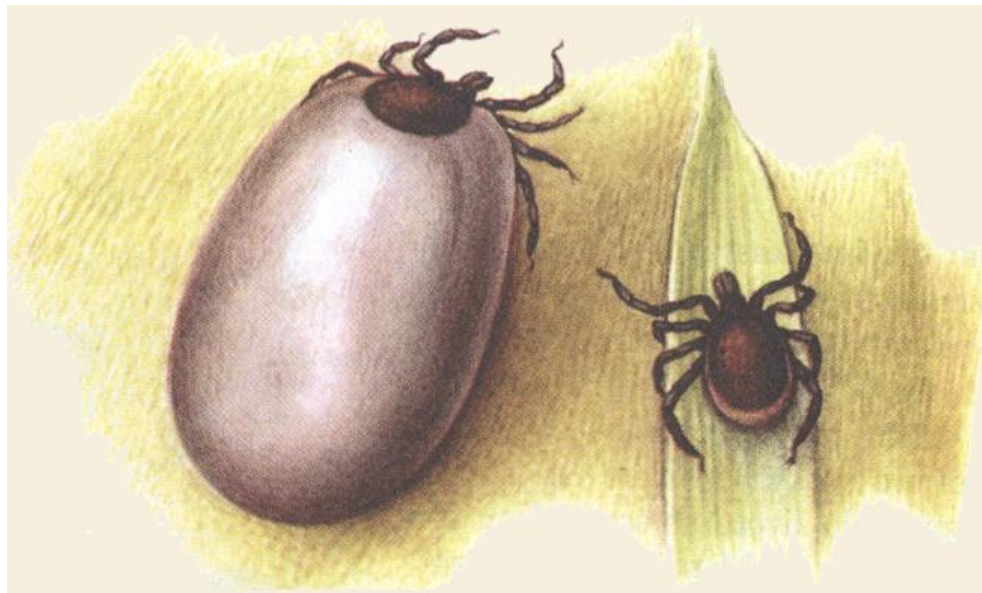
Stelesnenosť (embodiment)

- Myslenie sa považuje za determinované telom, pri rôznom tele očakávame rôzne reprezentácie i algoritmy
- Telo používame ako výpočtové zariadenie



Situovanosť (situatedness)

- Myslenie sa považuje za determinované prostredím, v ktorom myslíme



Interakcia

- Myslenie sa môže opierať o dynamiku prostredia



Postkognitivismus: využitie

- Ako tieto predpoklady využiť pre tvorbu umelých systémov?
- Jednou z možností je sumbsumpčná architektúra (R. Brooks)
- Umelý systém buduje inkrementálne po vrstvách ako sériu verzií napodobňujúcich evolučné fázy

Motivácia

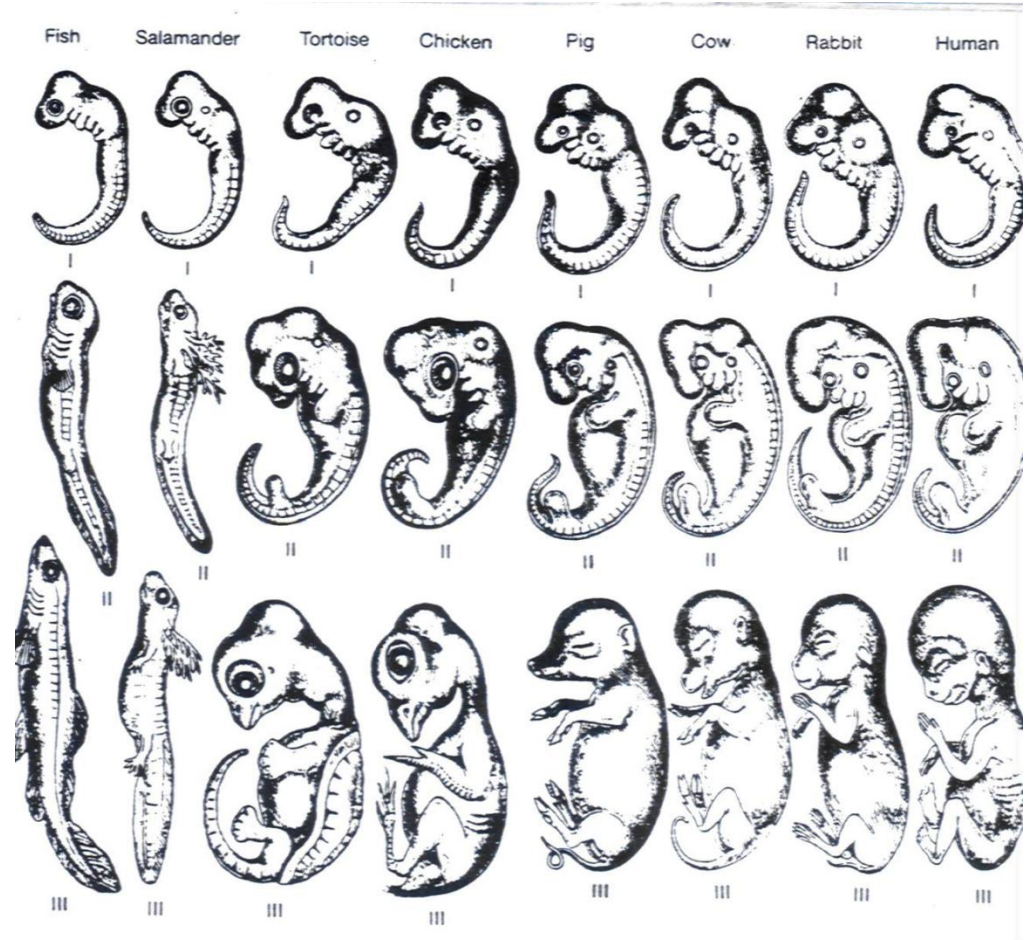
- Typickými vlastnosťami živých organizmov sú paralelizmus a hierarchia
- Táto hierarchia je založená skôr na regulácii než aktivácii

Ak chirurgicky prerušíme miechu úhora pri mozgu, neprestane plávať svojimi typickými sínusoidnými pohybmi, ale naopak pláva stále a úplne pravidelne.



Motivácia

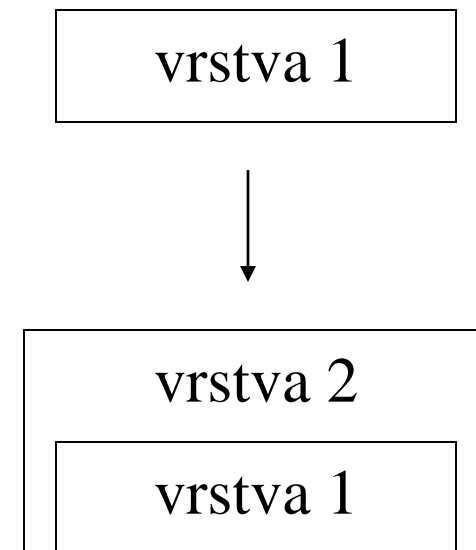
- Štruktúra živých organizmov je výsledkom fylogenetickej evolúcie
- Ich ontogenéza prebieha v podobných fázach ako fylogenéza



Subsumpcia

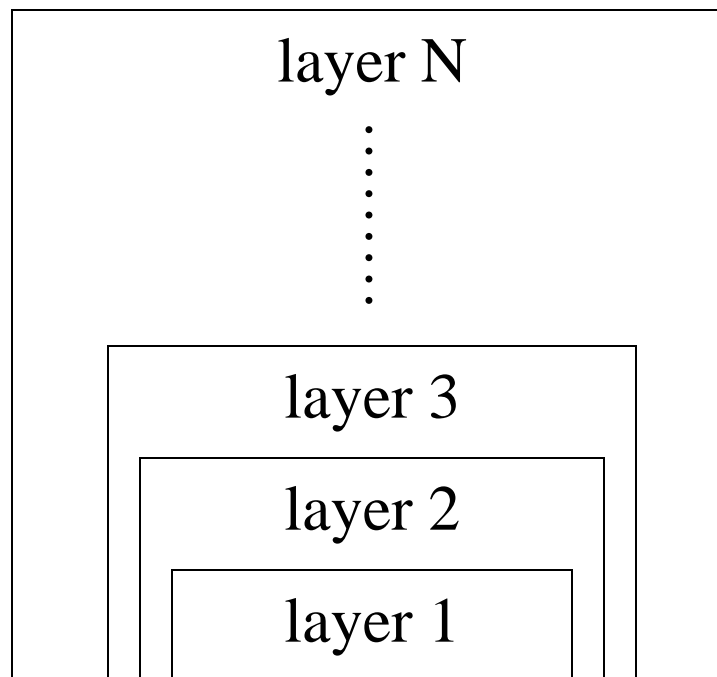
Je založená na evolučnom fakte, že komplexné riadenie pozorované v súčasnosti, má vždy pôvod v jednoduchších predkoch

Vzt'ah medzi predkom a potomkom je tu však zjednodušený a to tak, že sa predpokladá, že potomok obsahuje presne ten istý riadiaci mechanizmus ako jeho predok, iba k nemu ešte niečo navyše pridáva



Zjednodušenie evolúcie

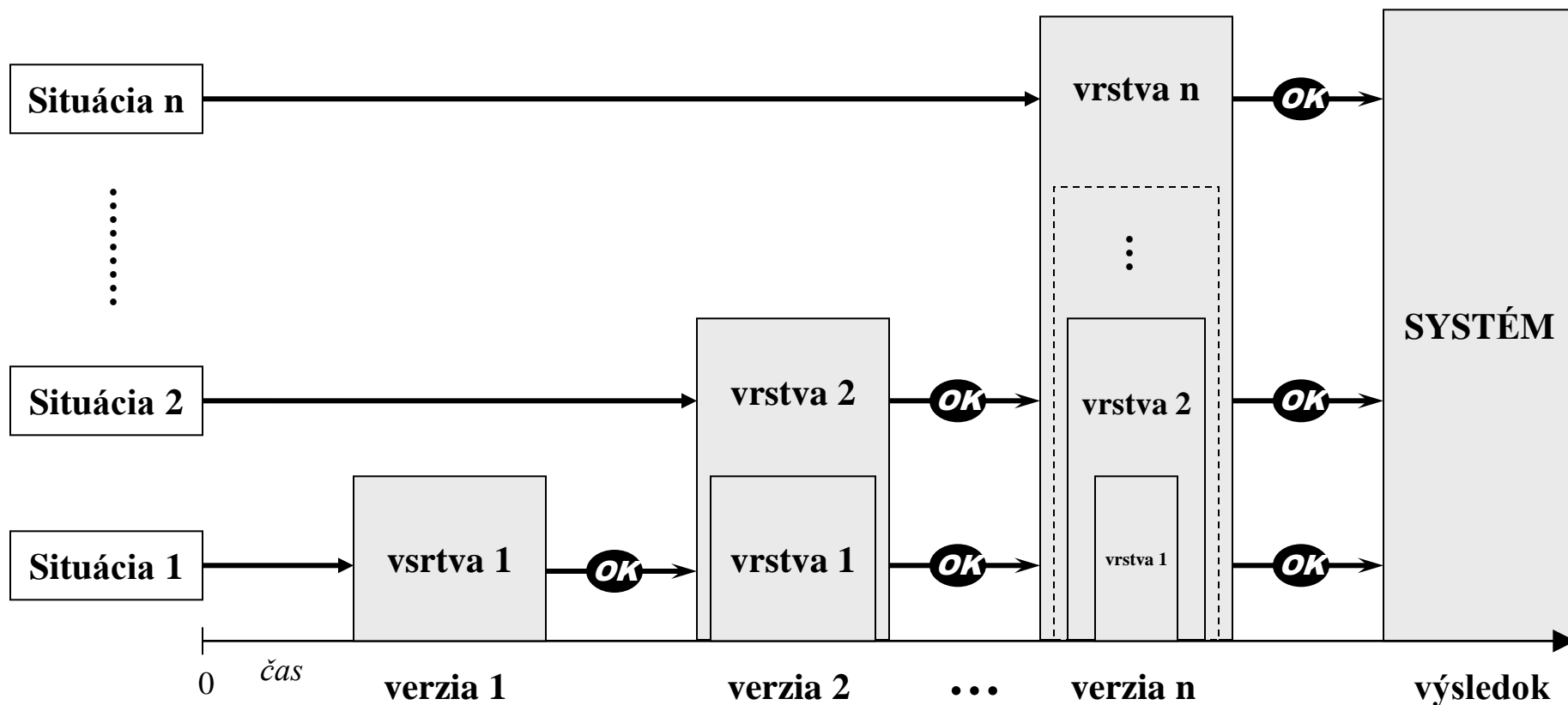
- T.j. mechanizmus potomka zahrňuje (angl. *subsume*) kompletný mechanizmus jeho predkov
- Na základe toho sa tento princíp volá *subsumption*.



Vývoj pomocou subsumpcie

- Najprv navrhujeme vhodné a hlavne dostatočné senzory a aktuátory
- Potom si predstavíme postupnosť evolučných krokov, ktoré by mohli viesť k želanému riadeniu a ktoré začínajú z jednoduchého základu
- Potom postupne vyvineme štruktúry riadenia zodpovedajúce týmto krokom, pričom jednoduchšiu predchádzajúcu verziu obohacujeme pridaním novej vrstvy
- Od pridaných vrstiev očakávame, že poskytnú novú funkcionálnosť, ale nepoškodia tú ktorá už je implementovaná

Vývoj pomocou subsumpcie



Situovanosť

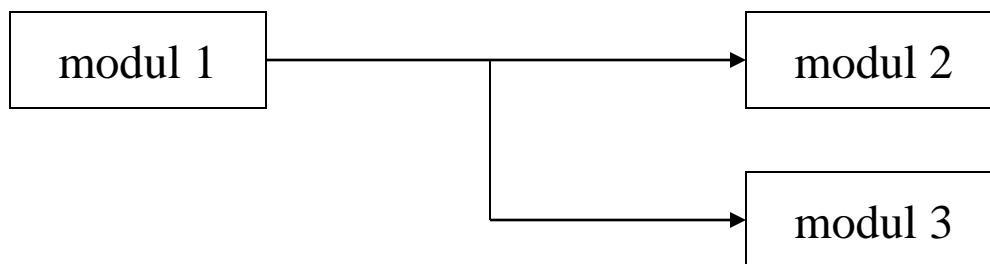
- Postupnosť evolučných krokov môže byť navrhnutá tak, aby riadenie dosiahnuté v určitom kroku korešpondovalo so želaným výsledným riadením za zjednodušených podmienok.
- Jednoduchšia situácia je potom zvládaná evolučne staršími vrstvami.
- Naopak čím zložitejšiu situáciu máme, tým novšie a novšie vrstvy sa do riadenia zapájajú

Potreba vhodnej modularity

- Avšak, ako môžu evolučne novšie vrstvy vplývať na vrstvy evolučne staršie ?
- Evolučne staršie vrstvy boli predsa navrhnuté špecifický účel a nemajú žiadne rozhrania pre neskorší vývoj !
- Riešenie: vrstvy musia mať vhodnú modulárnu štruktúru, ktorá novším vrstvám ich ovplyvňovanie umožní

Subsumpčná architektúra

- Vrstva je zložená s jednoduchých modulov
- Tieto moduly vzájomne komunikujú posielaním správ po tzv. vedeniach



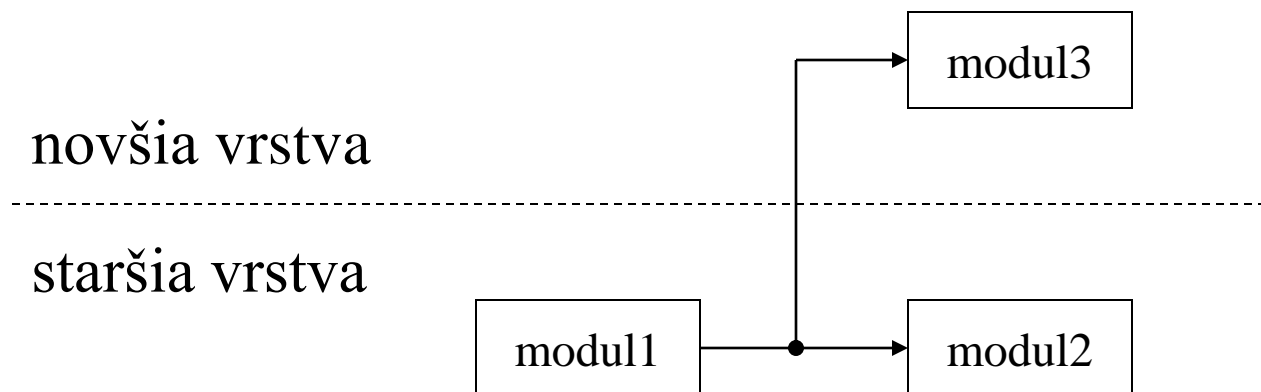
Mechanizmy ovplyvňovania

Subsumpčná architektúra predpokladá tri mechanizmy, ktorými môžu evolučne novšie vrstvy ovplyvňovať vrstvy evolučne staršie:

- odpočúvanie
- inhibícia
- supresia

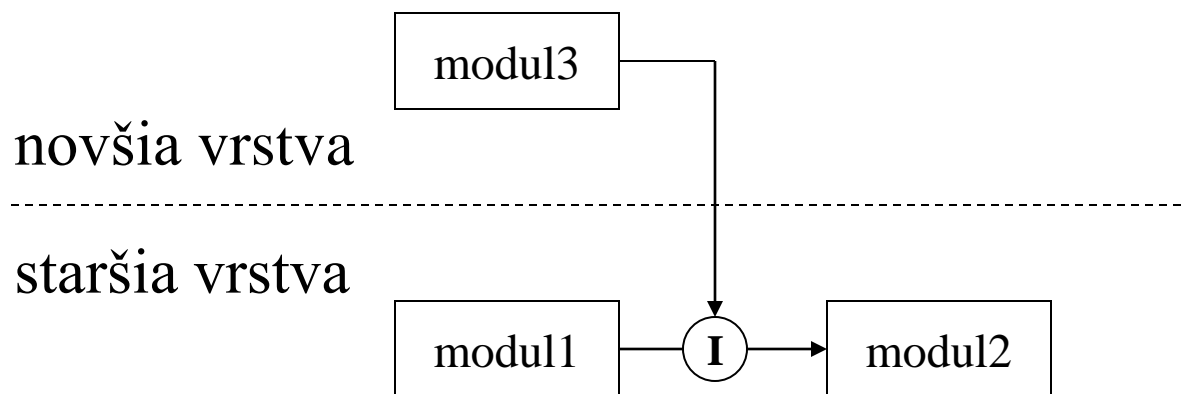
Odpočúvanie

- Novšia vrstva môže odpočúvať vedenie, ktorým si moduly v staršej vrstve posielajú správy



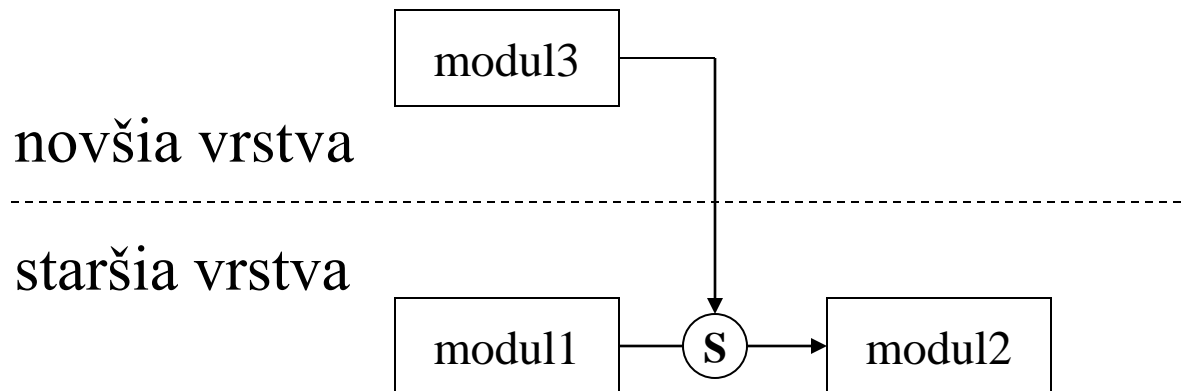
Inhibícia

- Novšia vrstva môže prerušiť komunikáciu na vedení medzi modulmi v staršej vrstve



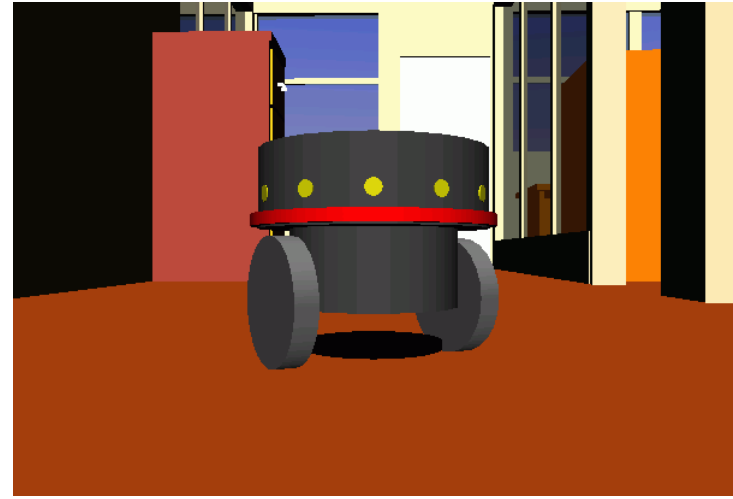
Supresia

- Novšia vrstva môže na vedenie medzi modulmi staršej vrstvy vyslať náhradnú správu

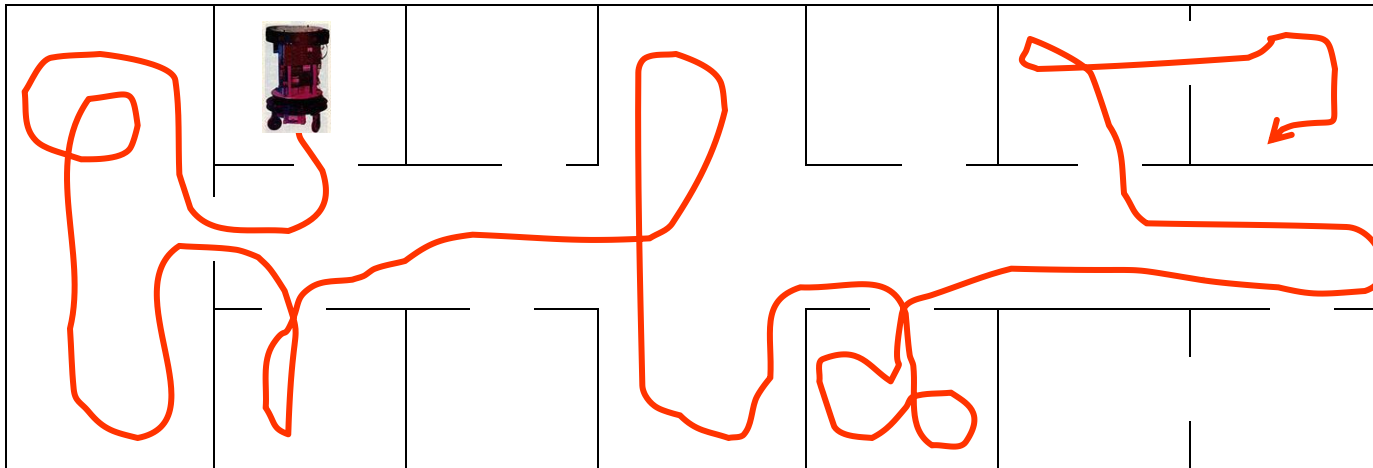




Príklad

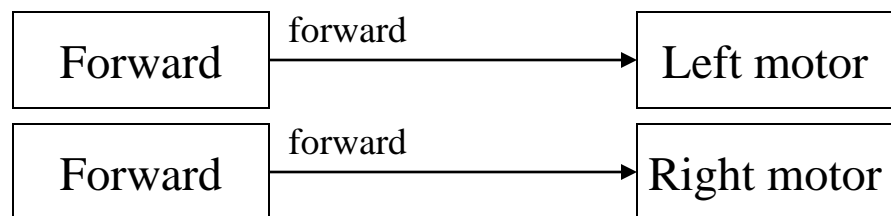


Mobilný robot pohybujúci sa v kancelárskych priestoroch
(mod. reimplementácia robota ALLEN, Brooks 1986)



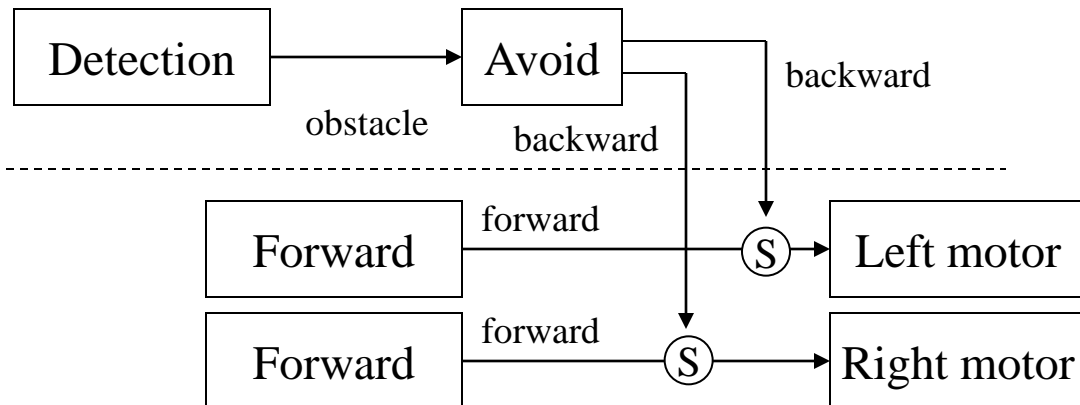
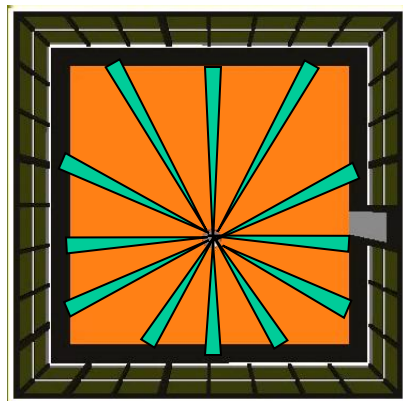
Príklad – krok 1

- *Začneme s robotom ktorý iba ide dopredu*



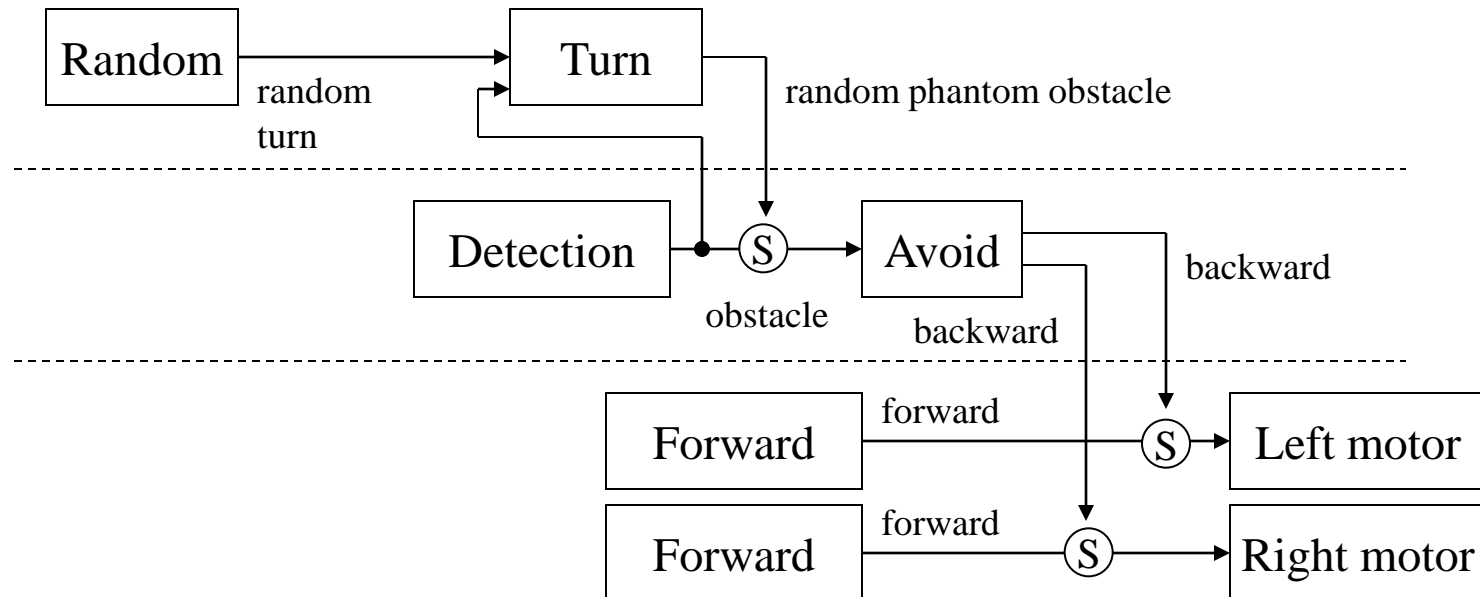
Príklad – krok 2

- Pridáme vrstvu, ktorá rozpoznáva prekážky a pokiaľ sú prítomné v smere pohybu, signál vpred je na vhodnejšom kolese nahradený signálom vzad. Následkom toho robot nenaráža na prekážky.*



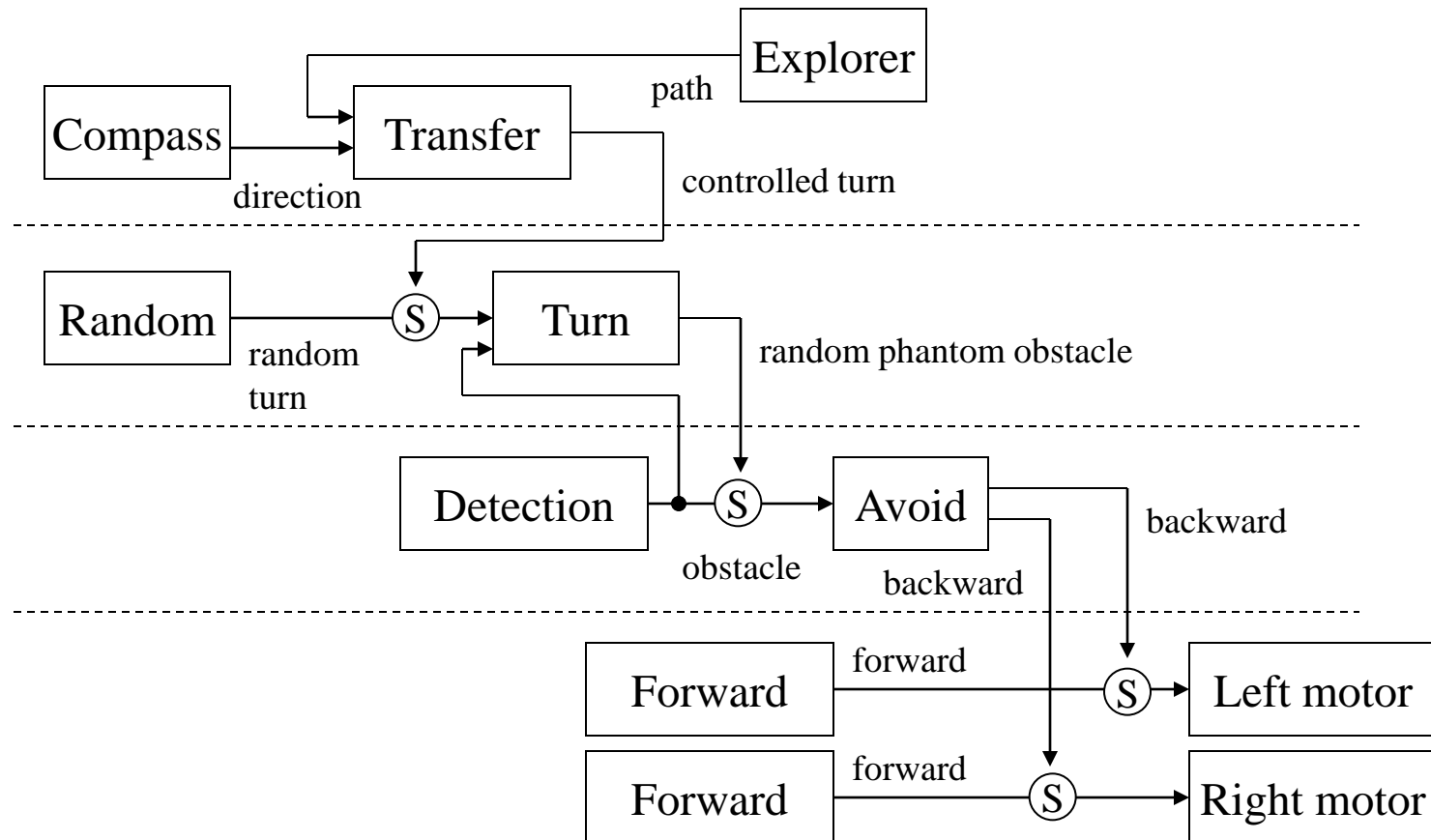
Príklad – krok 3

- Pohyb takéhoto robota sa ľahko dostane do cyklu. Preto pridáme vrstvu ktorá sem-tam náhodne zmení smer robota. Túto zmenu smeru implementujeme dosť netradične: ako reakciu na fantomickú prekážku.*



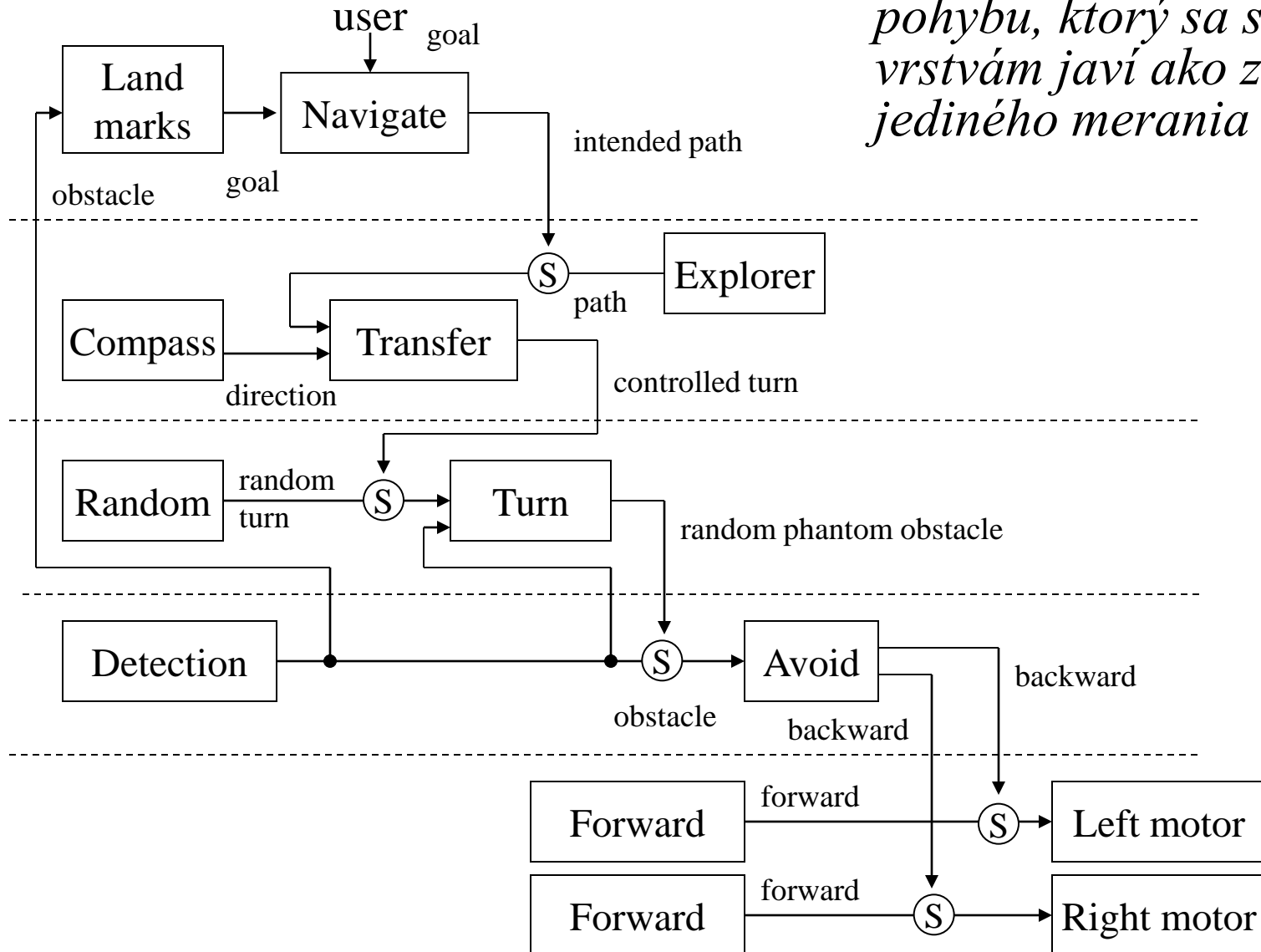
Príklad – krok 4

- *Ďalšia vrstva poskytuje globálnejší pohyb v absolútnom smere – z jednej časti priestoru do inej. Po zvolení vhodného smeru, implementujeme vhodnú korekciu pohybu presnými otočeniami, ktoré sa starším vrstvám javia ako čisto náhodné*



Príklad – krok 5

- *Ďalšia vrstva monitoruje prostredie a môže cielene voliť vhodnejší smer pohybu, ktorý sa starším vrstvám javí ako zistený z jediného merania*



Deriváty subsumpčnej architektúry

- *behaviorálne architektúry*: iba supresia na výstupoch z vrstiev (vrstva implementovaná jediným modulom)



- *jemnozrnná architektúra*: jednotný typ dát, dátová fúzia, rozbitie vrstvy na moduly podobné neurónom
- mnoho ďalších

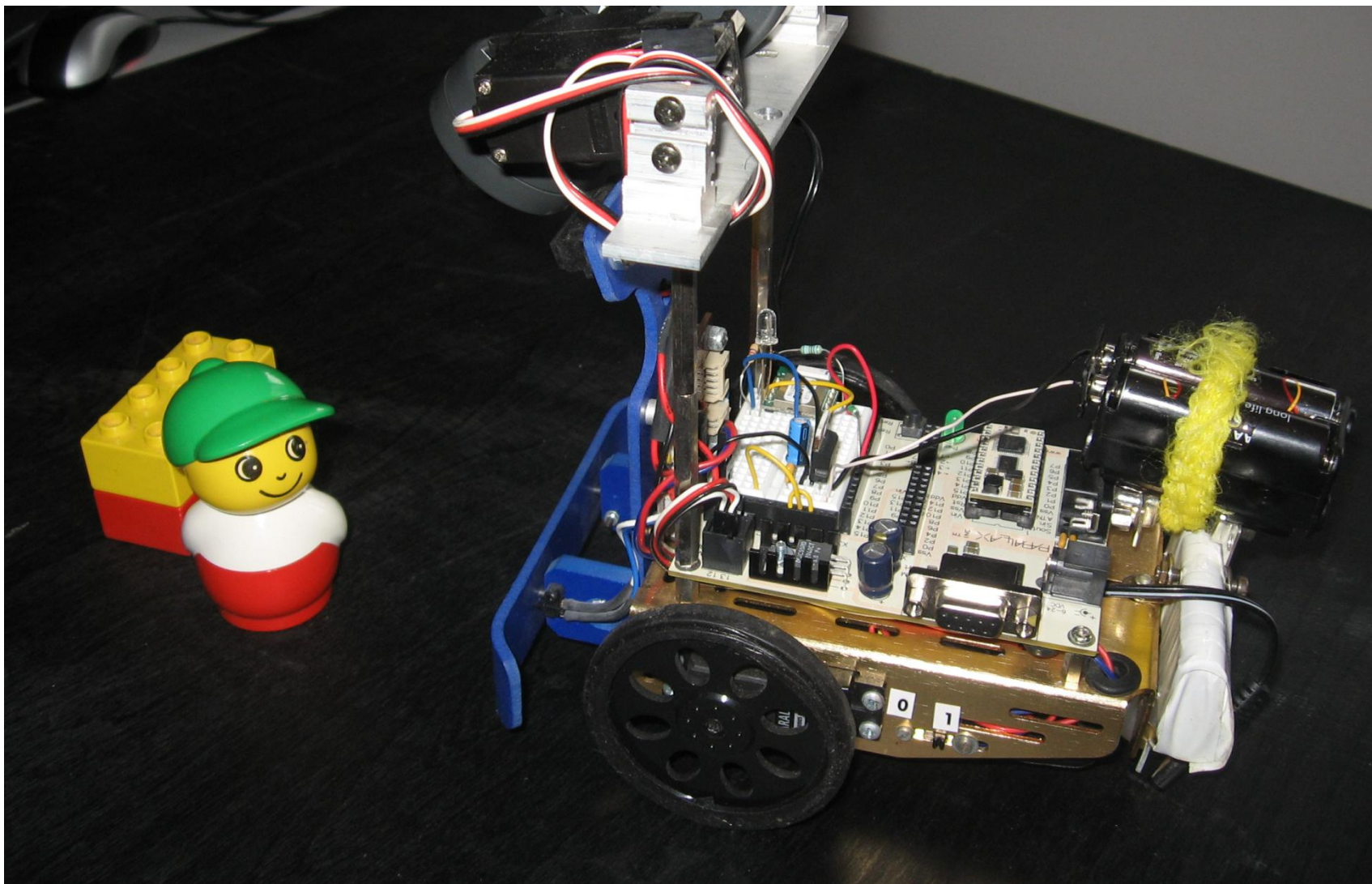
Senzomotorický prístup

- Jedným z výrazných prínosov postkognitivismu je zavedenie senzomotorického prístupu do mobilnej robotiky
- Tento prístup je motivovaný vývinovou psychológiou a vychádza s pozorovania vývinu dušených schopností detí

Senzomotorický prístup

- Piaget: „Myslenie nevzniká len z vnímania, ale aj zo senzomotorickej činnosti“
- Špeciálne pre percepciu z toho vyplýva, že
 - sa opiera o akciu
 - neprebíha nezávisle na akciách
 - časť akcií konštruuje
 - nie je to pasívny ale aktívny proces

Príklad: Rozpoznávanie scény



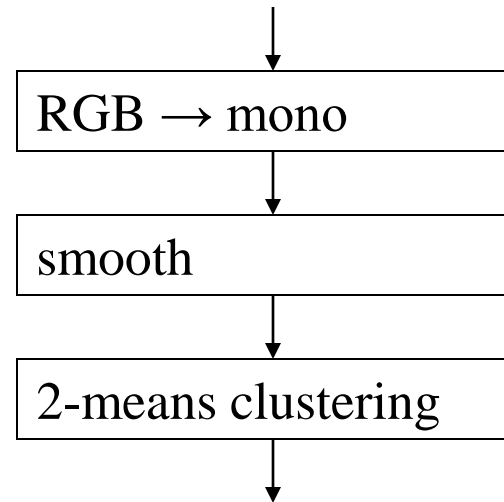
Ciel': zostrojit' kognitívny model videného



- Tvar
- Vel'kost'
- Umiestnenie
- ...
- Vidíme jeden objekt alebo dva ?

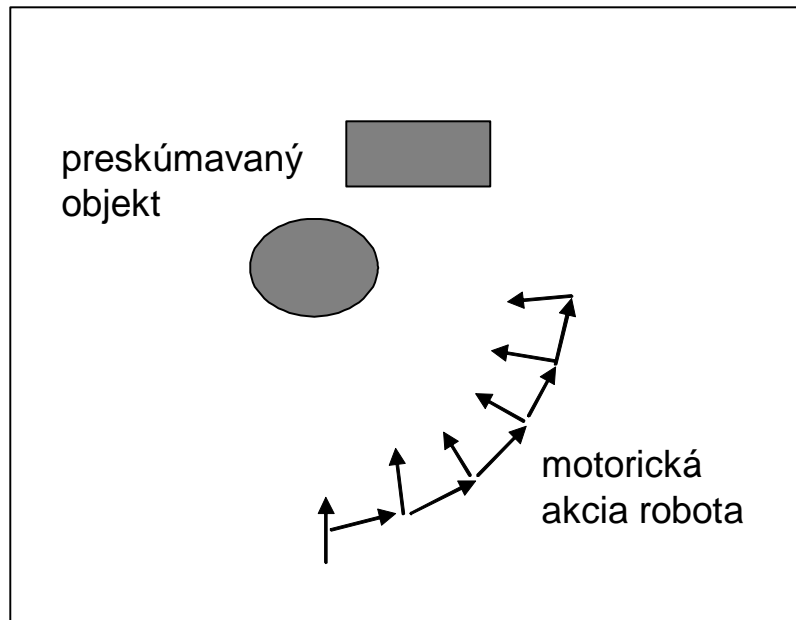
Senzomotorický prístup: príklad

- Robot zaujme pozíciu kedy má objekt (zatiaľ vnímaný ako machuľa) v strede obrazu



Senzomotorický prístup: príklad

- Spustí generovanie akcie pri ktorej objekt obchádza sprava, pričom sa pod chvíľou natáča k predmetu



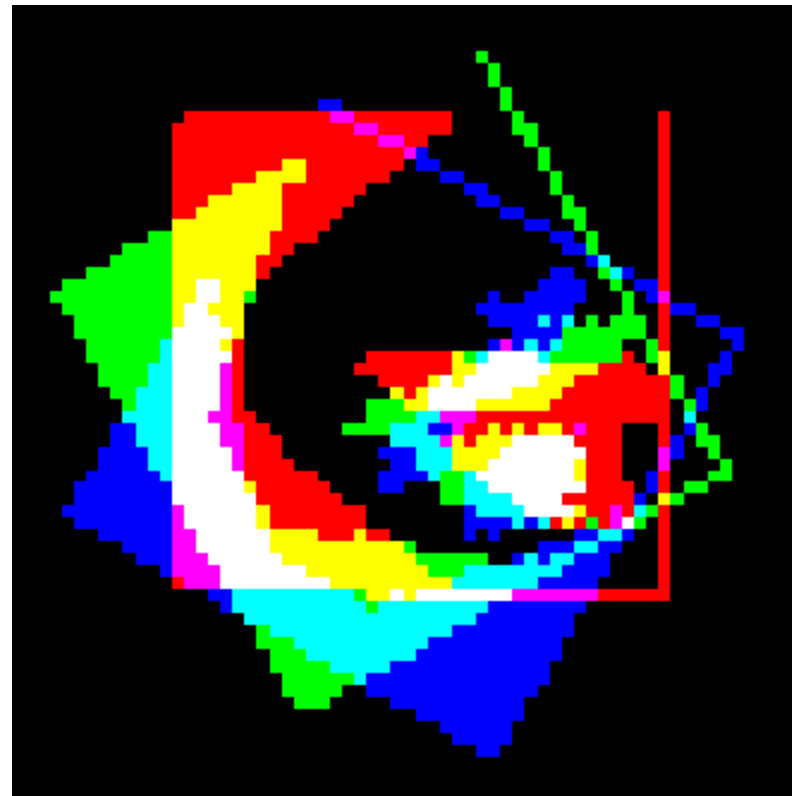
Senzomotorický prístup: príklad

- Výsledkom akcie sú pohľady na robota z rôznych známych pozícií



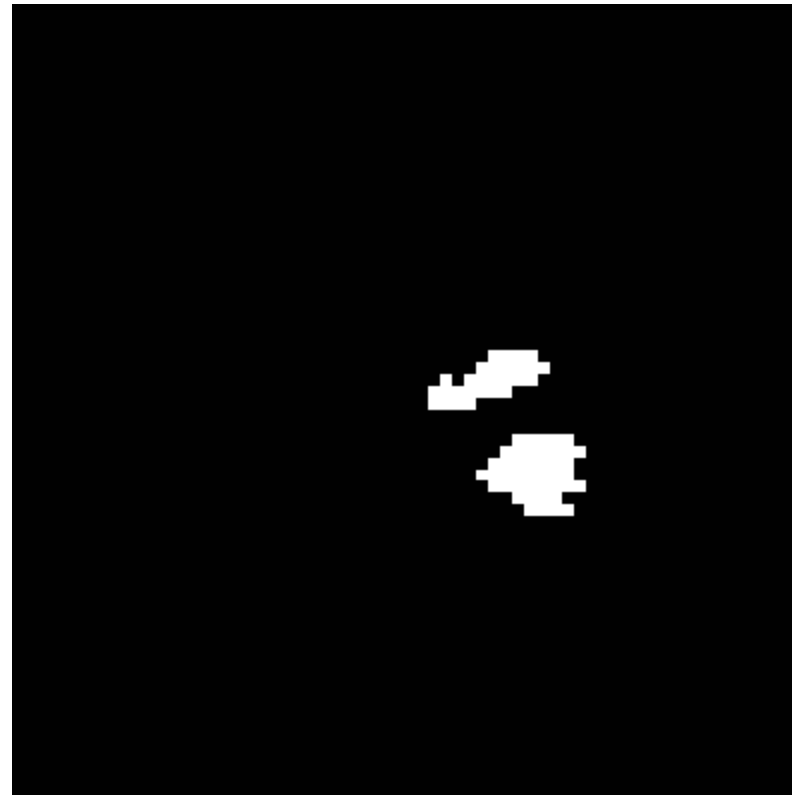
Senzomotorický prístup: príklad

- Z toho môžeme ľahko pristúpiť k rekonštrukcii 3D objektov v scéne (biele plôšky)



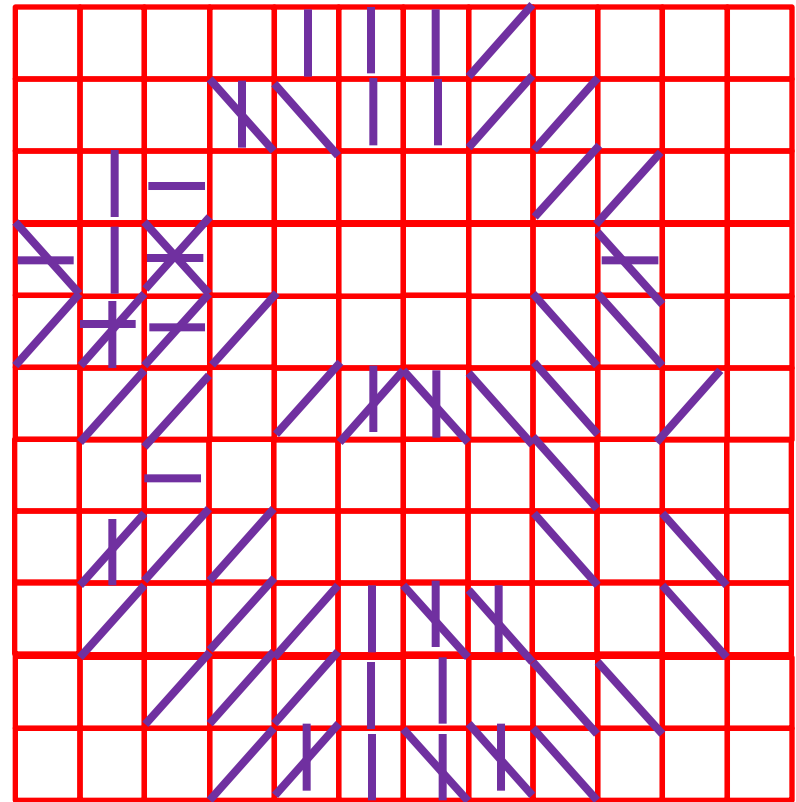
Postkognitivismus: reprezentácie

- Tu si môžeme všimnúť použitie rôznych (a nedokonalých) reprezentácií objektov:
- Na rozlíšenie či ide o jeden objekt alebo dva, stačí toto:



Postkognitivismus: reprezentácie

- Keby sme potrebovali tvar, použili by sme inú reprezentáciu



Záver

- Oba prístupy - kognitivistický i postkognitivistický – sa stále živo rozvíjajú, polemizujú medzi sebou a oba nepochybne prispievajú k vytvoreniu zaujímavých strojov vyznačujúcich sa umelou inteligenciou

Ďakujem za pozornosť !

Andrej Lúčný

Katedra aplikovanej informatiky

FMFI UK Bratislava

lucny@fmph.uniba.sk

www.microstep-mis.com/~andy

