

Postkognitivistický přístup k percepci a akci v mobilní robotice

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

Kognice

- Co je to kognice ?

Kognice

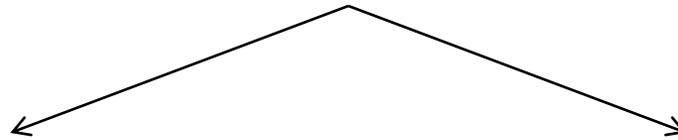
- Co je to kognice ?
- Kognice je schopnost zpracovávat informace způsobem podobným člověku

Kognice

- Co je to kognice ?
- Kognice je schopnost zpracovávat informace způsobem podobným člověku
- Jak tuto definici objektivizovat?

Kognice

- Co je to kognice ?
- Kognice je schopnost zpracovávat informace způsobem podobným člověku
- Jak tuto definici objektivizovat?



jakékoli spracování
vedoucí - při pohledu
zvenčí - k rozumnému
chování

zpracování provázené
strukturálními změnami
odpovídajícími
sofistikované adaptaci

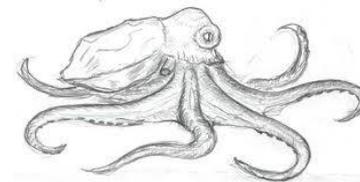
Adaptace

Typy myšlení (Dennet):

• darwinovský ∞



• skinnerovský n



• popperovský 1

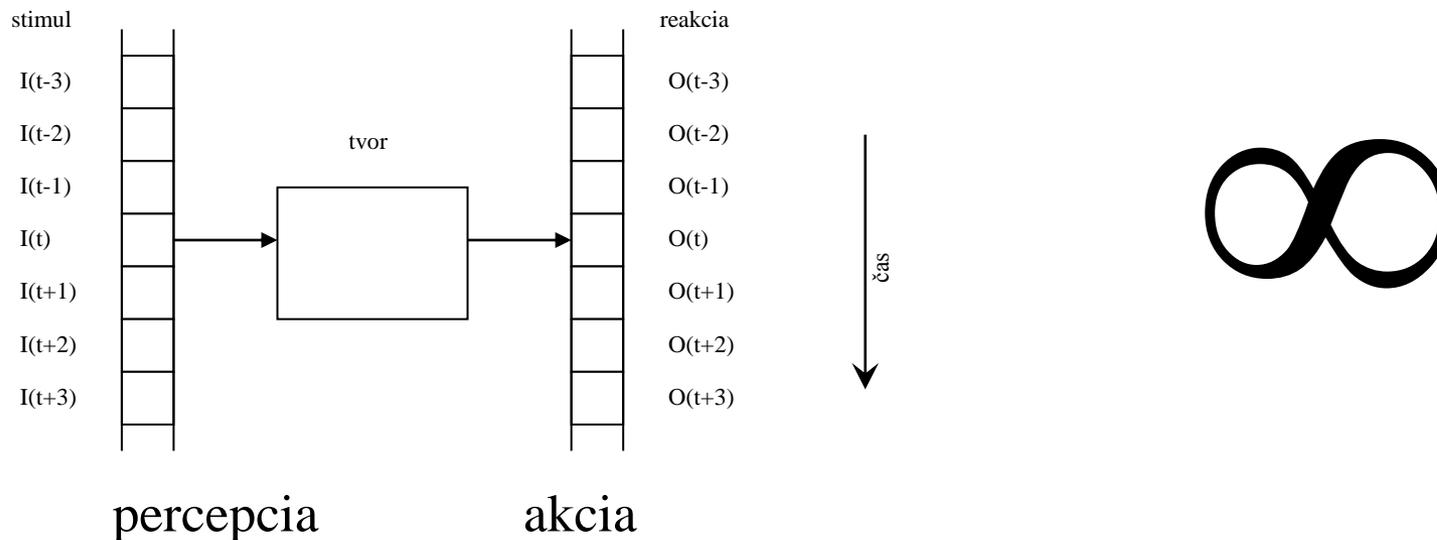


• gregoryovský 0



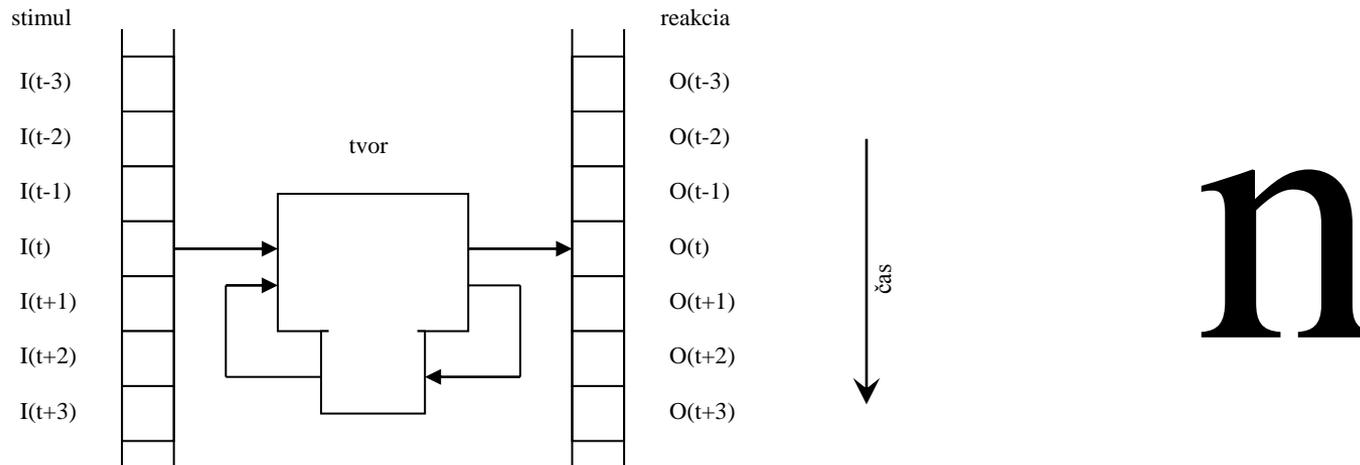
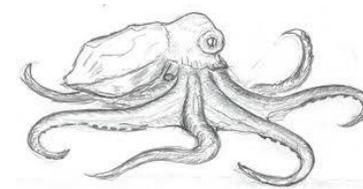
Darwinovský typ myšlení

- stimul – reakce
- bez schopnosti změny reakce na určitý stimul



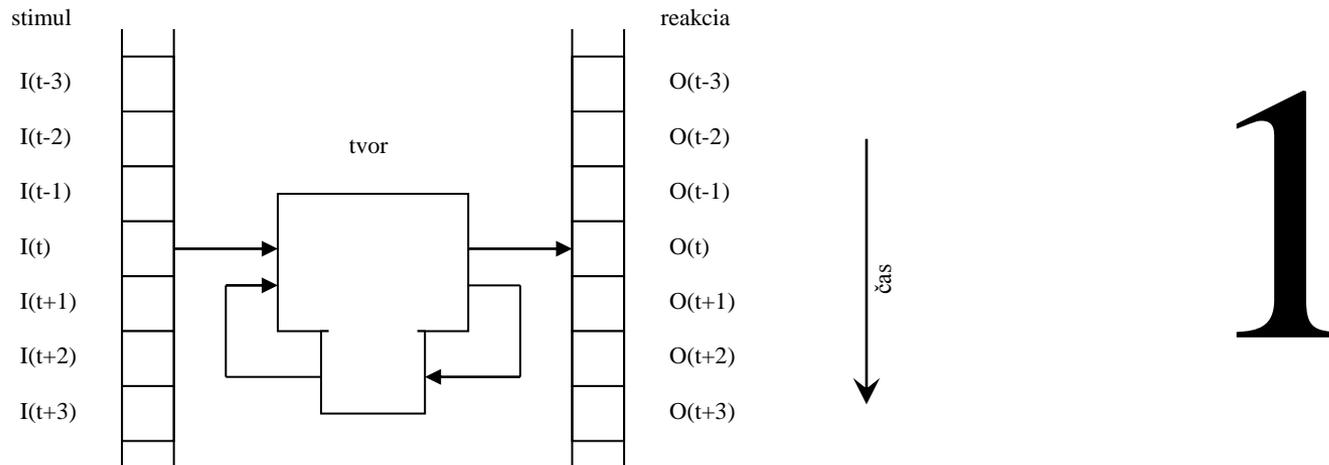
Skinnerovský typ myšlení

- podmiňování
- postupná změna reakce na určitý stimul



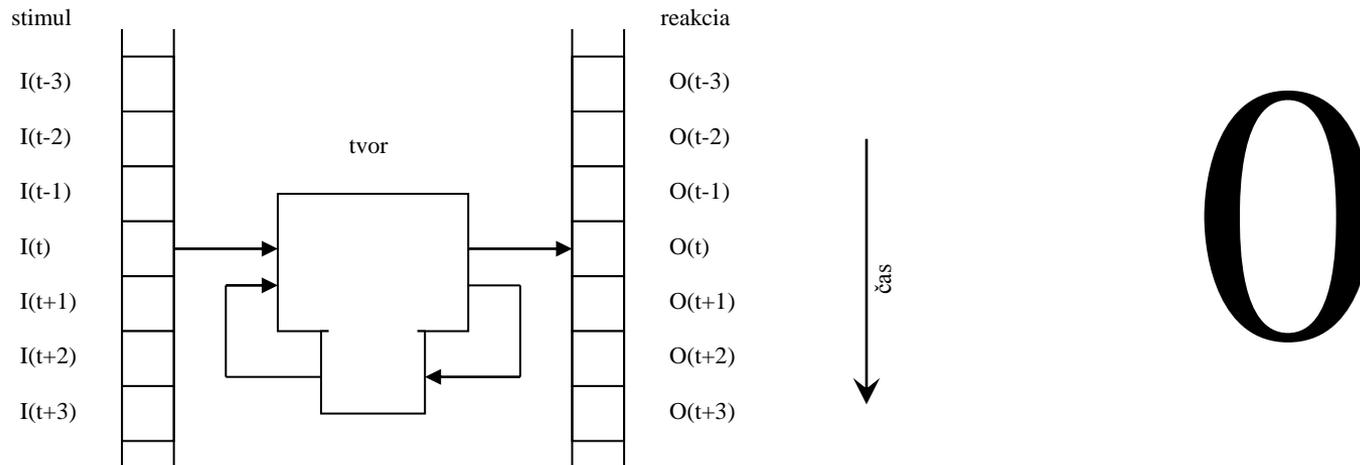
Popperovský typ myšlení

- Modelování světa v mysli
- náhlá změna reakce na určitý stimul



Gregoryovský typ myšlení

- Schopnost jazykové komunikace
- preventivní změna reakce na určitý stimul



Symbolové versus subsymbolové

- Symbolová reprezentace: (π, e)
- Subsymbolová reprezentace: (3.14159, 2.71828)
- Symbol je abstraktní (πr^2 je plocha kruhu s poloměrem r a $\pi=3.14159$ ale i plocha rovnostranného pravoúhlého trojúhelníka s odvěsnou r a $\pi=0.5$)
- Použití symbolů je doložené při jazykové komunikaci, tj. při Gregoryovských tvorech

Kognitivizmus

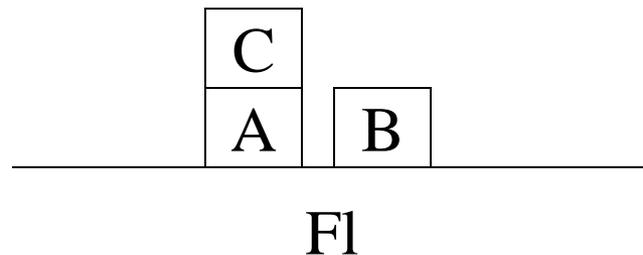
- Kognitivizmus předpokládá použití symbolů nejen při jazykové komunikaci, ale při celém myšlení
- Myšlení je manipulací se symboly
- Model mysle je nezávislý od způsobu života, těla i prostředí myslícího tvora
- Hledá se univerzální algoritmus myšlení
- V modelu tvora najdeme modul představující kognici (kognitivní podsystém)

Kognitivizmus: Kognice

- Kognitivní podsystém dokáže ze symbolové reprezentace světa vytvořenou percepcí odvodit symbolovou reprezentaci akcí

Konstanty

A,B,C, Fl

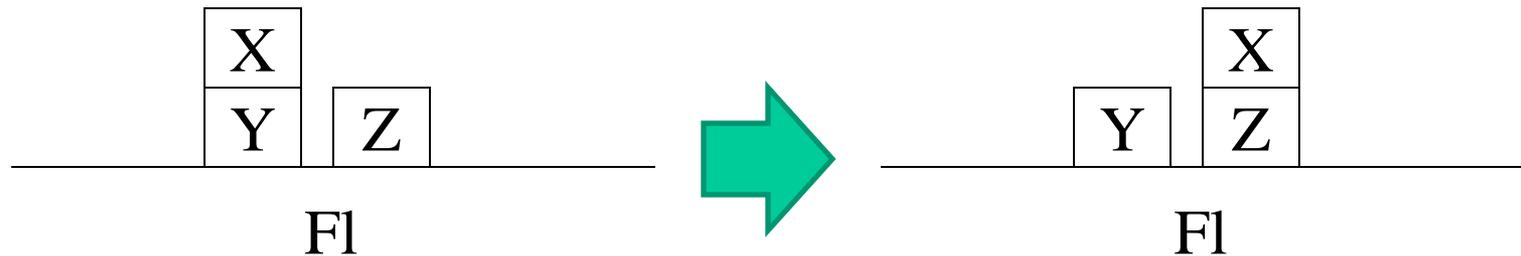


Předikáty

- Volne(X)
- Na(X,Y)

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

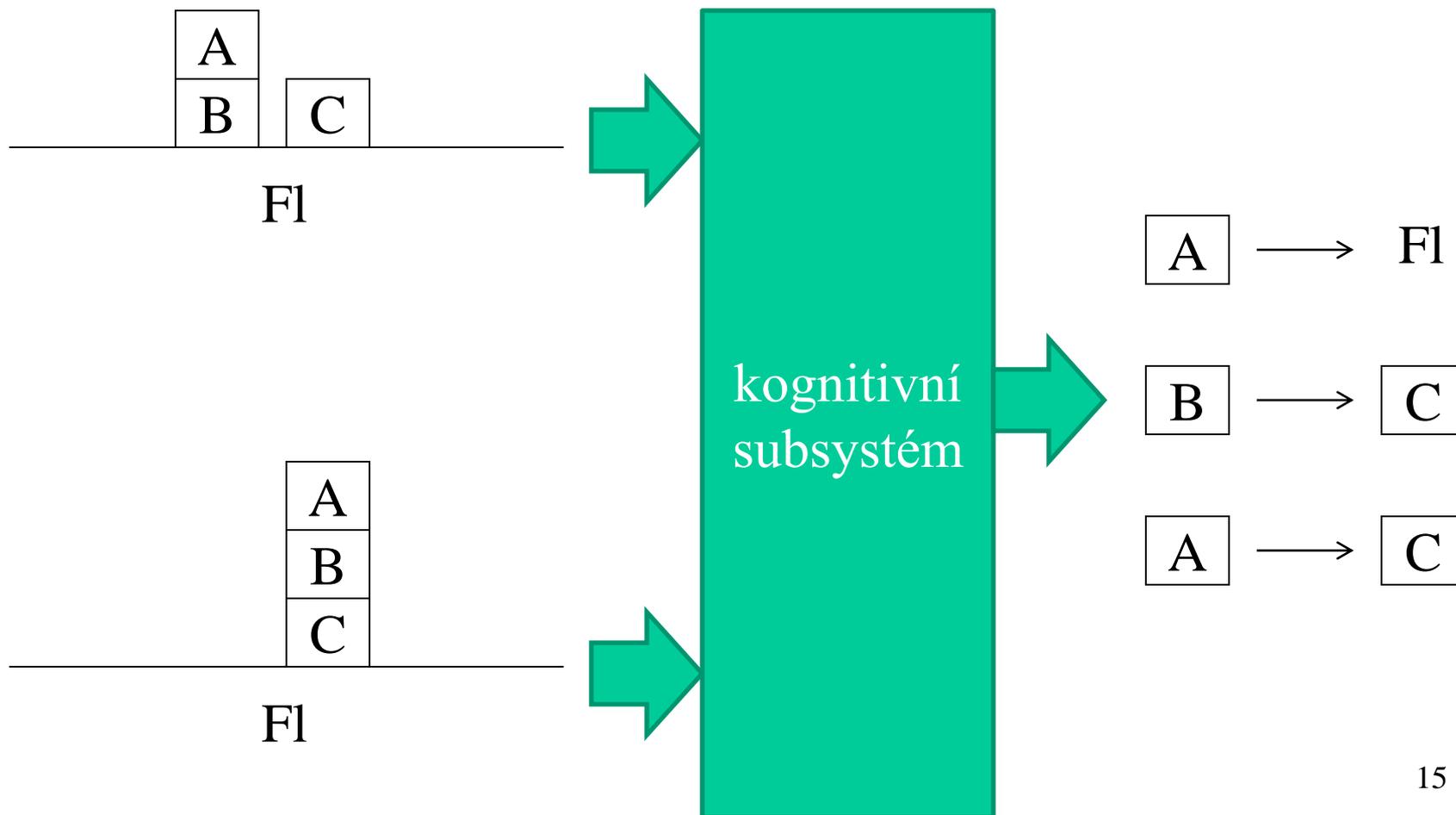
Kognitivizmus: Kognice



Operátory

- operátor: **Preloz(X,Y,Z)** - prelož X z Y na Z
- podmínka aplikovatelnosti: $Volne(X), Na(X,Y), Volne(Z)$
- odebrané klauzule: $Na(X,Y), Volne(Z)$
- přidané klauzule: $Na(X,Z), Volne(Y), Volne(Fl)$

Kognitivizmus: Kognice



Kognitivizmus: Kognice

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

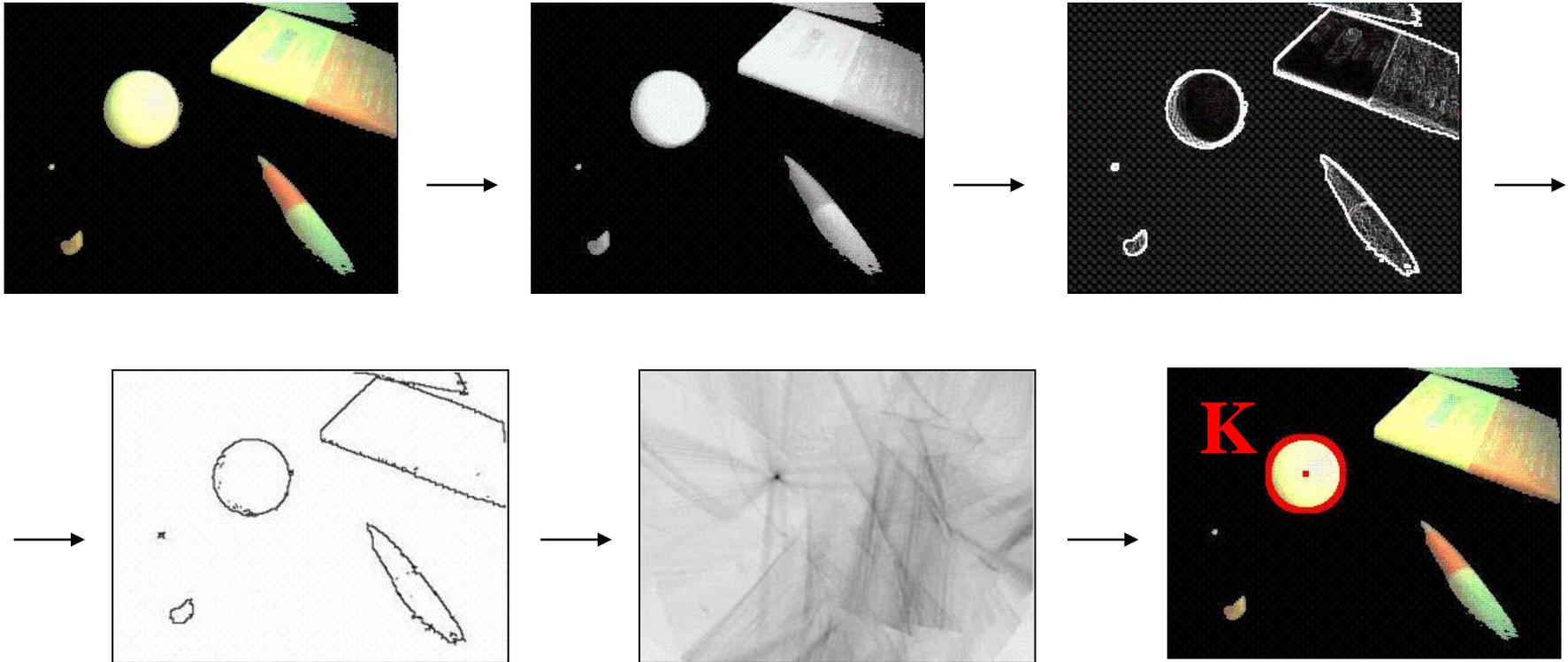


Preloz(A,B,Fl),
Preloz(B,Fl,C),
Preloz(A,Fl,C)

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



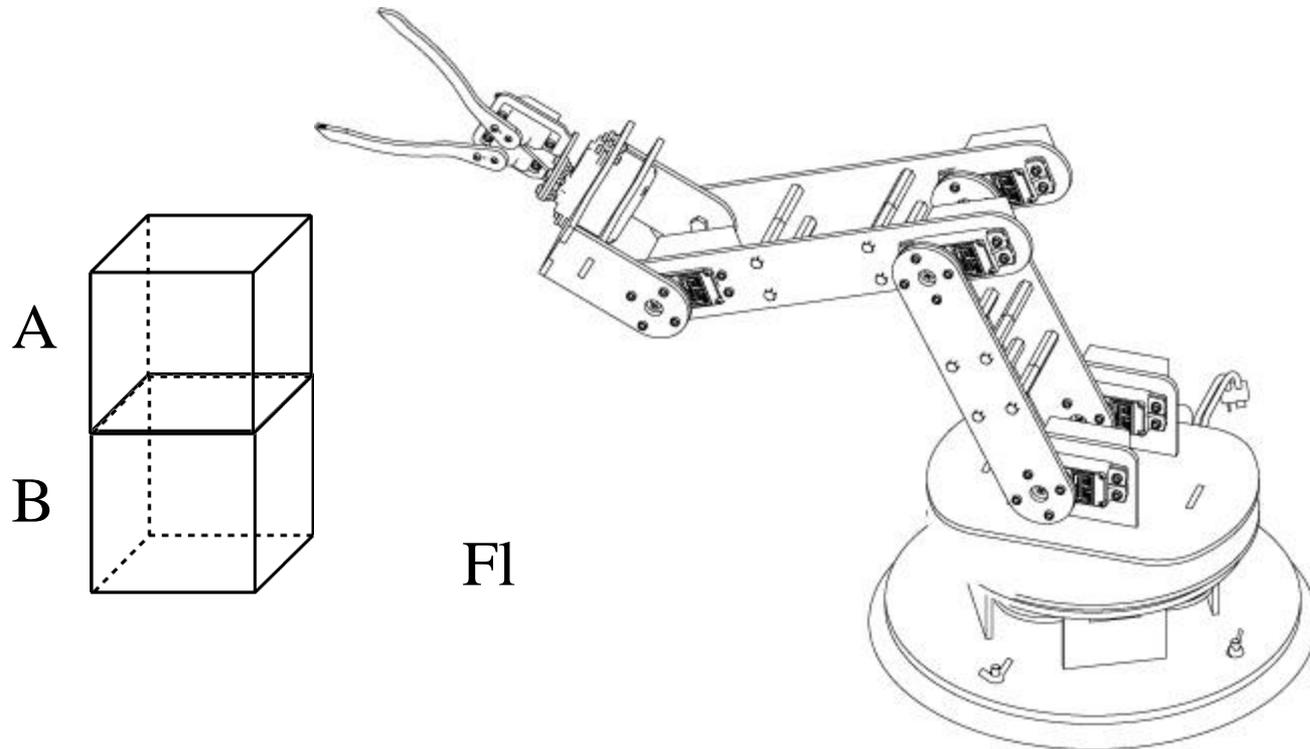
Kognitivismus: Percepce



→ **Koule(K), Na(K,Fl)**

Kognitivizmus: Akce

Preloz(A,B,F1) →



Kognitivizmus: Percepce a akce

Percepce	Kognice	Akce
----------	---------	------

- Percepce a akce jsou oddelené a to právě kognitivním podsystémem

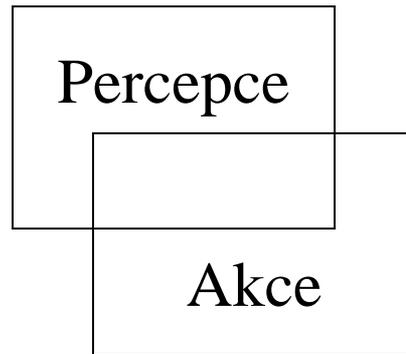
Kognitivizmus: Nevýhody

- Je často těžší získat reprezentaci světa a vykonat v něm akce aby jsme mohli kognitivní podsystém použít, než realizovat jeho činnost na subsymbolové úrovni
- Vykonání akcí se nemusí zdařit
- Získaná reprezentace nemusí být dost výstižná a její uniformnost může být překážkou pro vyjádření dat různého typu
- Kognitivní podsystém je pomalý

Postkognitivismus

- Nevěříme, že existuje univerzální algoritmus myšlení, detaily wetwaru považujeme za klíčové
- Nevěříme, že existuje uniformní reprezentace světa – části světa reprezentujeme různými i vícerymi reprezentacemi podle potřeby, preferujeme subsymbolové
- Myšlení považujeme za závislé na tele (ztelesnenost) a na prostředí (situovanost)

Postkognitivizmus



- Percepce se prolíná s akcí
- Nic takové jako kognitivní podsystem neexistuje
- Kognice není součástíkou ale vedlejším efektem

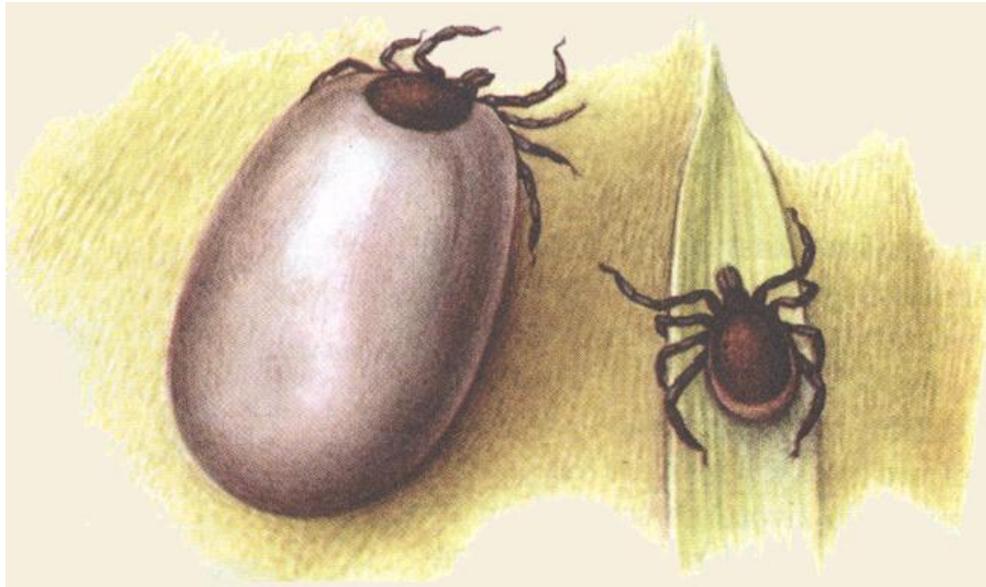
Ztelesnenost (embodiment)

- Myšlení se považuje za determinované tělem, při různém těle očekáváme různé reprezentace i algoritmy
- Tělo používáme jako výpočtové zařízení



Situovanost (situatedness)

- Myšlení se považuje za determinované prostředím, v kterém myslíme



Interakce

- Myšlení se může opírat o dynamiku prostředí



Postkognitivizmus: využití

- Jak tyto předpoklady využít pro tvorbu umělých systémů?
- Jednou z možností je subsumpční architektura (R. Brooks)
- Umělý systém budujeme inkrementálně po vrstvách jako sérii verzí napodobňujících evoluční fáze

Motivace

- Typickými vlastnostmi živých organizmů jsou paralelizmus a hierarchie
- Tato hierarchie je založená spíš na regulaci nežli na aktivaci

Když chirurgicky prerušíme míchu úhora při mozgu, neprestane plavat svojimi typickými sínusoidními pohyby, ale naopak pláva stále a úplně pravidelne.



Motivace

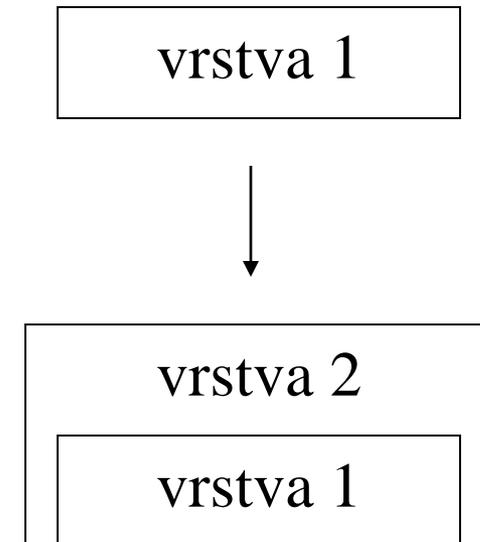
- Struktura živých organismů je výsledkem fylogenetické evoluce
- Jejich ontogeneze probíhá v podobných fázích jako fylogeneze



Subsumpce

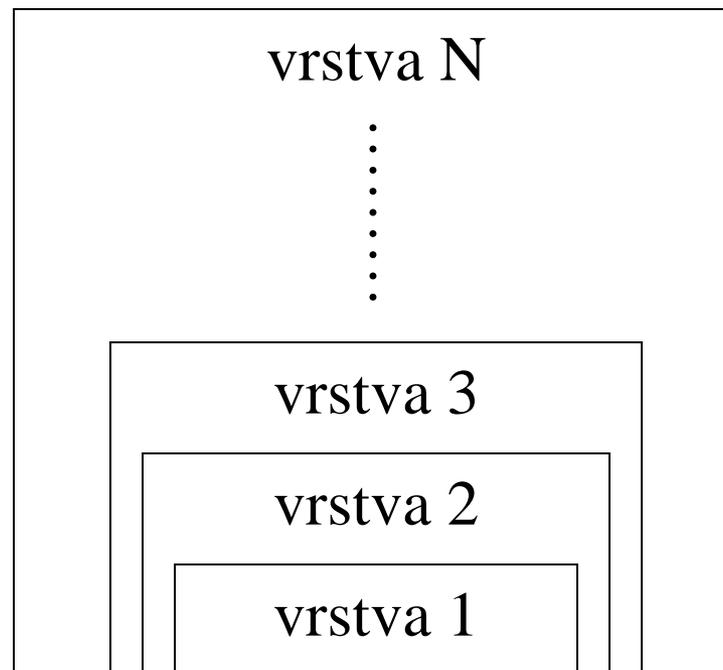
Je založená na evolučním faktu, že komplexní řízení pozorované v současnosti, má vždy původ v jednodušších předcích

Vztah mezi předkem a potomkem je tu však zjednodušený a to tak, že se předpokládá, že potomek obsahuje přesně ten jistý řídicí mechanismus jako jeho předek, jen k němu ještě něco navíc přidává



Zjednodušení evoluce

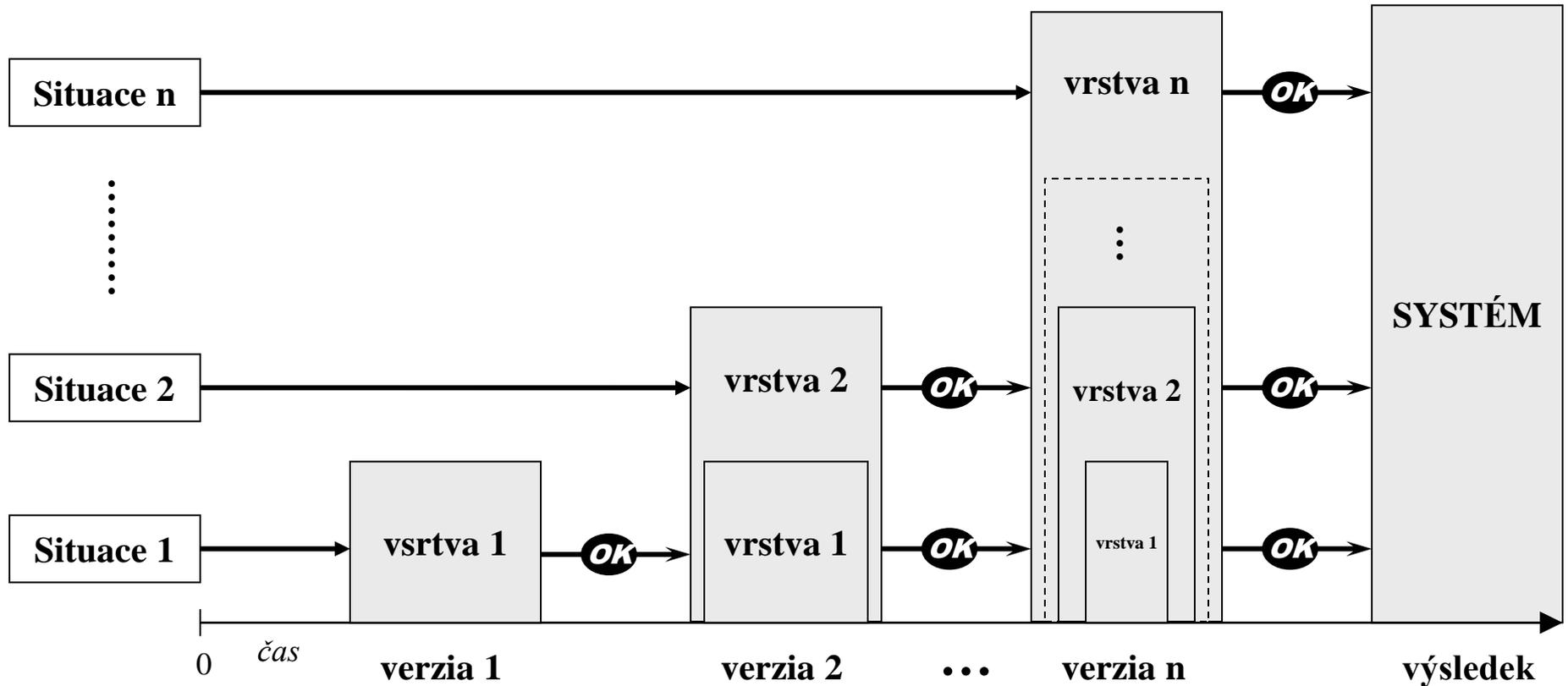
- T.j. mechanismus potomka zahrnuje (angl. *subsume*) kompletní mechanismus jeho předků
- Na základe toho se tento princip volá *subsumpce*.



Vývoj pomocí subsumpce

- Nejdřív navrhne vhodné a hlavně dostatečné senzory a aktuátory
- Pak si představíme postoupnost evolučních kroků, které by mohli vést k vhodnému řízení a které začínají z jednoduchého základu
- Potom postupně vyvineme struktury řízení odpovídající těmto krokům, přičemž jednodušší předcházející verzi obohacujeme přidáním nové vrstvy
- Od přidaných vrstev očekáváme, že poskytnou novou funkcionalitu, ale nepoškodí tu, která už je implementovaná

Vývoj pomocí subsumpcie



Situovanost

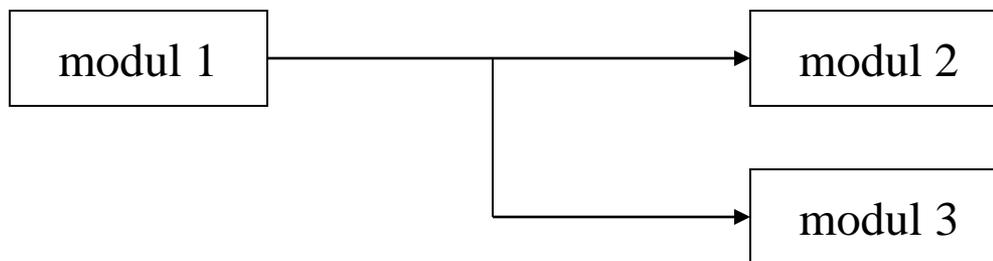
- Postoupnost evolučních kroků může být navrhnutá tak, aby řízení dosáhnuté v určitém kroku korespondovalo s vhodným výsledným řízením za zjednodušených podmínek.
- Jednodušší situace je potom zvládaná evolučně staršími vrstvami.
- Naopak čím složitější situaci máme, tím novější a novější vrstvy se do řízením zapájejí

Potřeba vhodné modularity

- Avšak, jako mohou evolučně novější vrstvy vplývat na vrstvy evolučně starší ?
- Evolučně starší vrstvy byli navrhnuté pro specifický účel a nemají žádné rozhraní pro pozdější vývoj !
- Řešení: vrstvy musí mít vhodnou modulární strukturu, která novějším vrstvám jich ovplyvňování umožní

Subsumpční architektura

- Vrstva je složená s jednoduchých modulů
- Tyto moduly vzájemně komunikují posíláním zpráv po tzv. vedeních



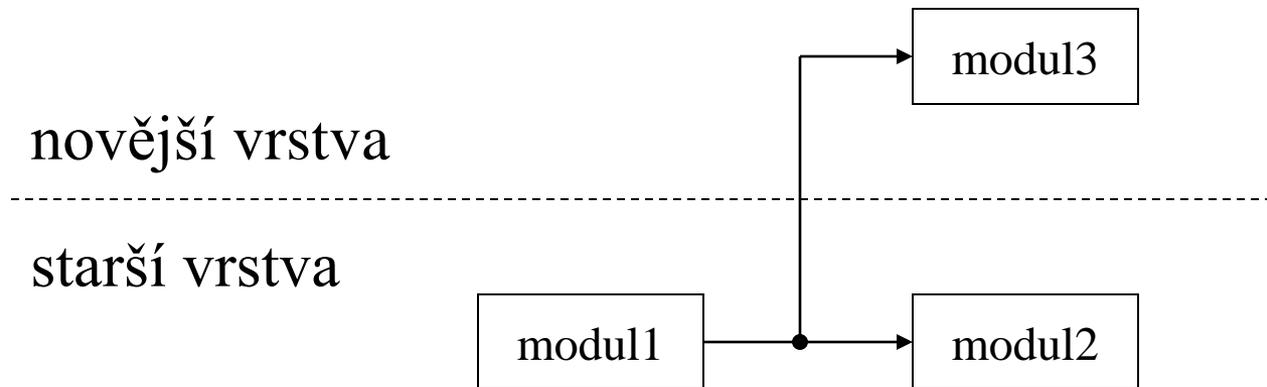
Mechanismy ovlivňování

Subsumpční architektura předpokládá tři mechanismy, kterými mohou evolučně novější vrstvy ovlivňovat vrstvy evolučně starší:

- odposlouchávání
- inhibice
- suprese

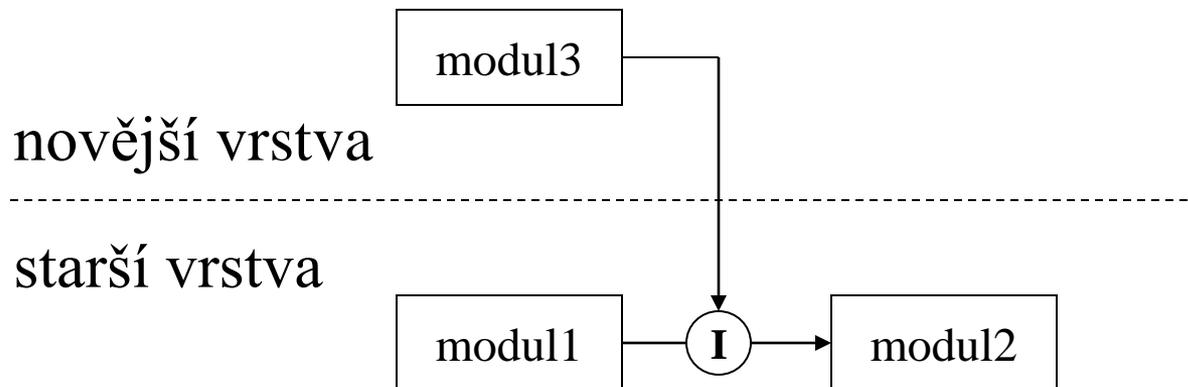
Odposlouchávání

- Novější vrstva může odposlouchávat vedení, kterým si moduly v starší vrstvě posílají správy



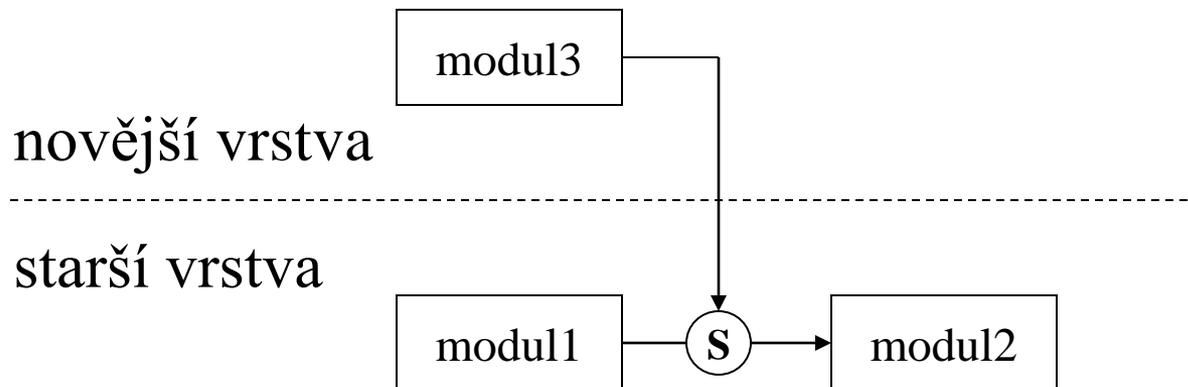
Inhibice

- Novější vrstva může přerušit komunikaci na vedení mezi moduly v starší vrstvě



Suprese

- Novější vrstva může na vedení mezi moduly starší vrstvy vyslat náhradnou správu

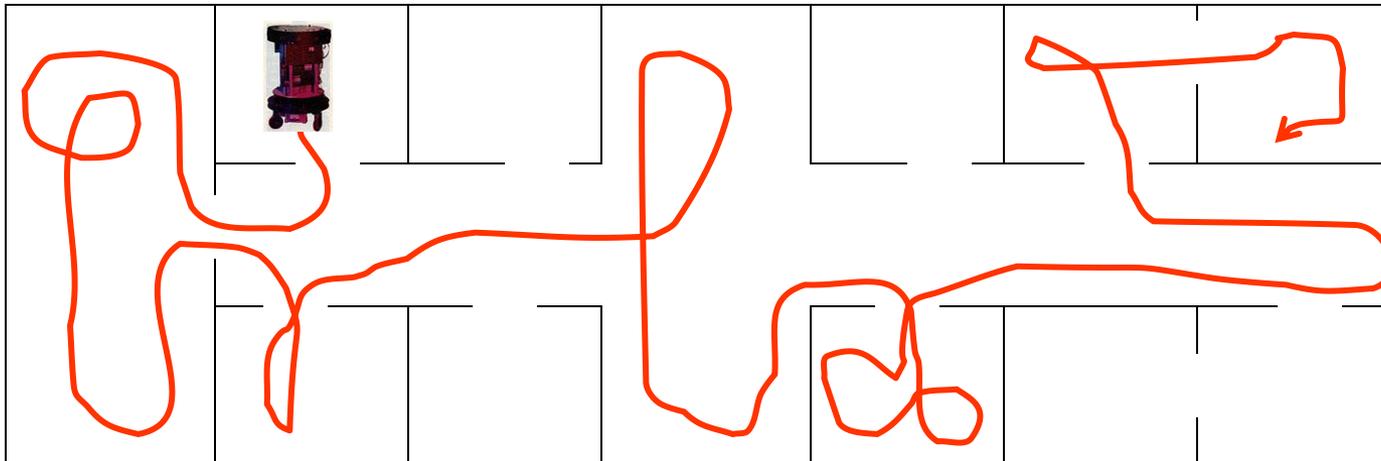




Příklad

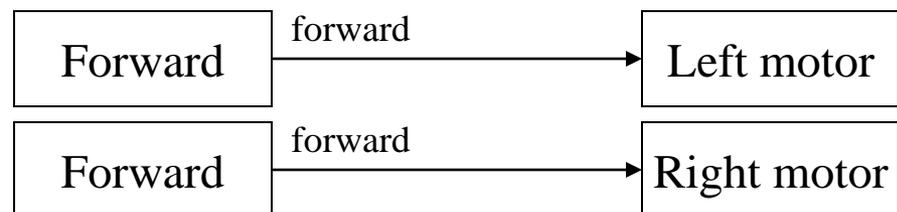


Mobilní robot pohybující se v kancelářských prostorech
(mod. reimplementace robota ALLEN, Brooks 1986)



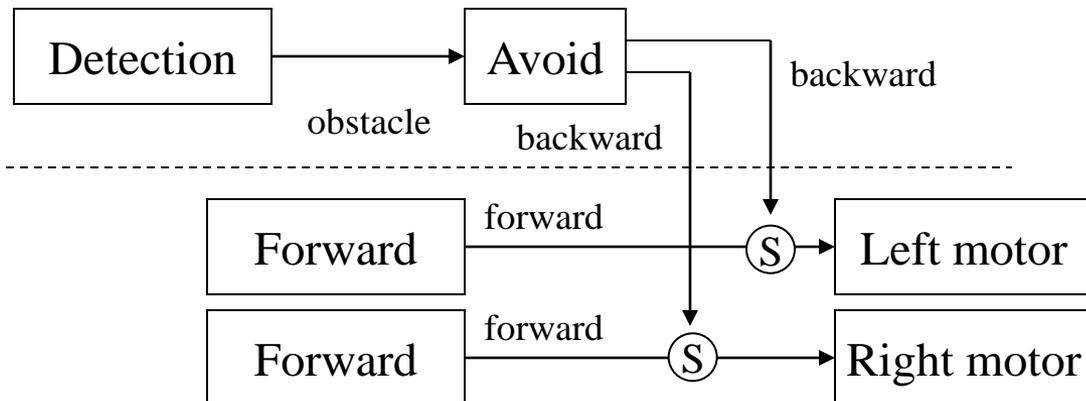
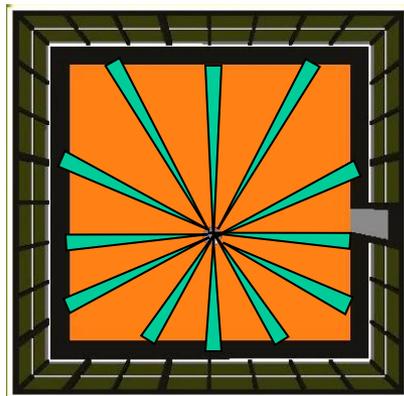
Příklad – krok 1

- *Začneme s robotem který jenom jede kupředu*



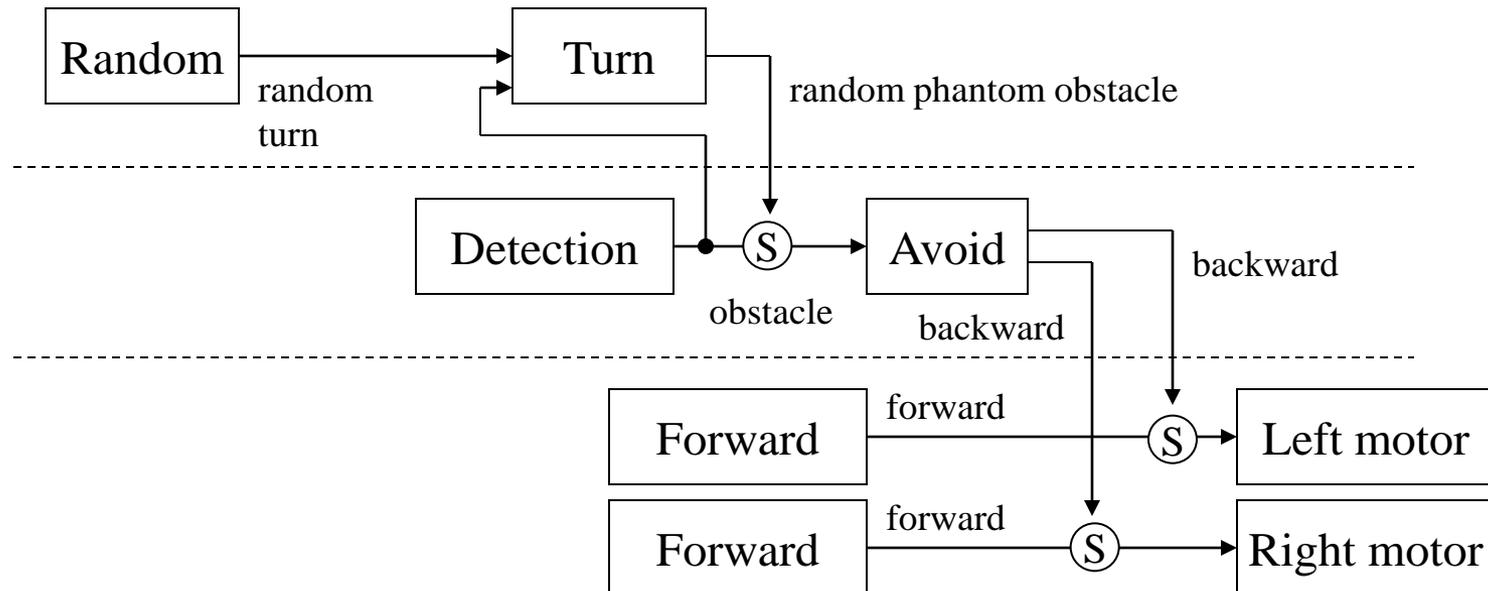
Příklad – krok 2

- Přidáme vrstvu, která rozpoznává překážky a pokud jsou přítomné v směru pohybu, signál vpřed je na vhodnějším kolese nahrazený signálem vzad. Následkem toho robot nenarazí na překážky.*



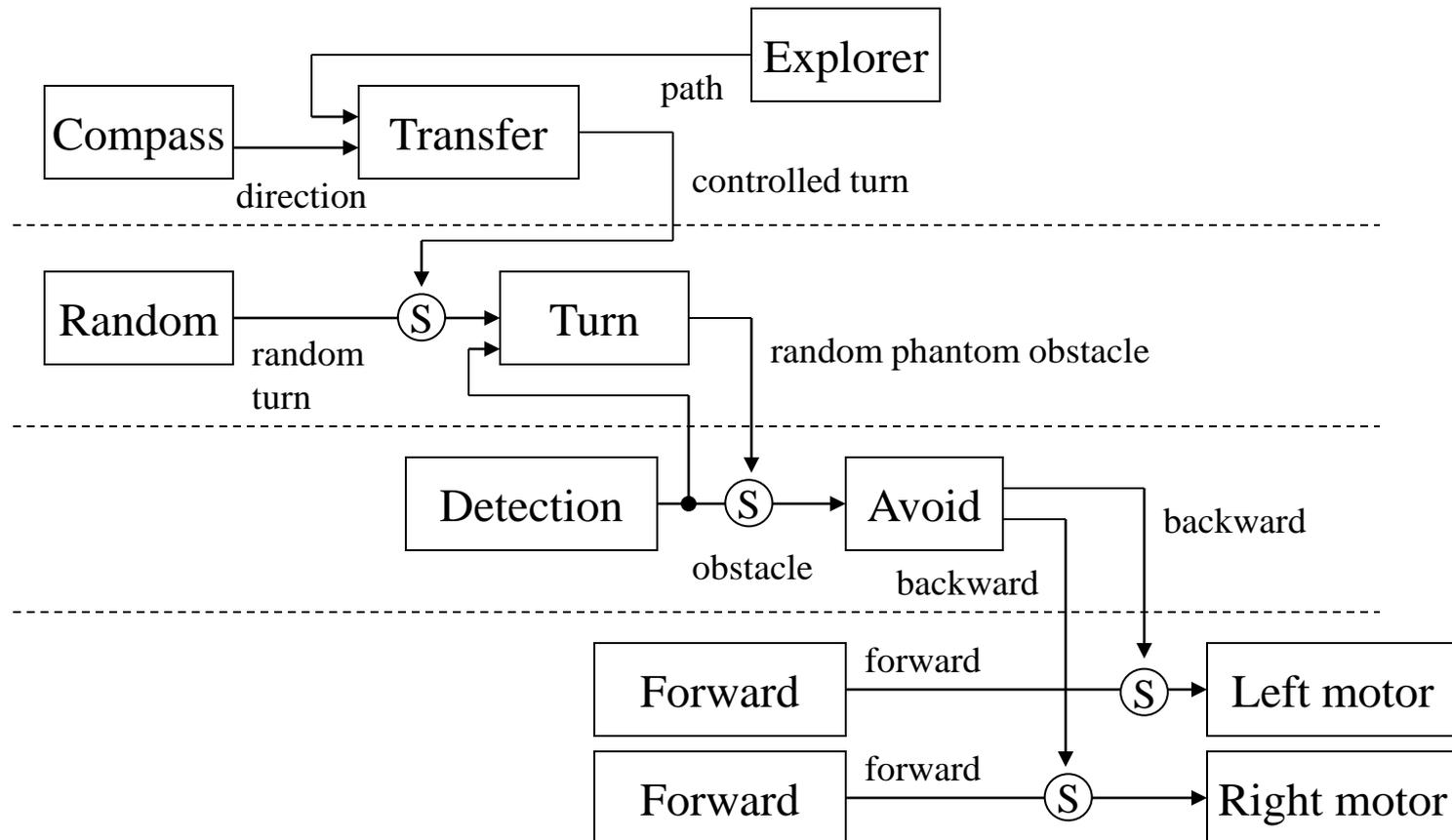
Příklad – krok 3

- Pohyb takého robota se lehce dostane do cyklu. Proto přidáme vrstvu která sem-tam náhodně změní směr robota. Tuto změnu směru implementujeme dost netradičně: jako reakci na fantomickou překážku.*



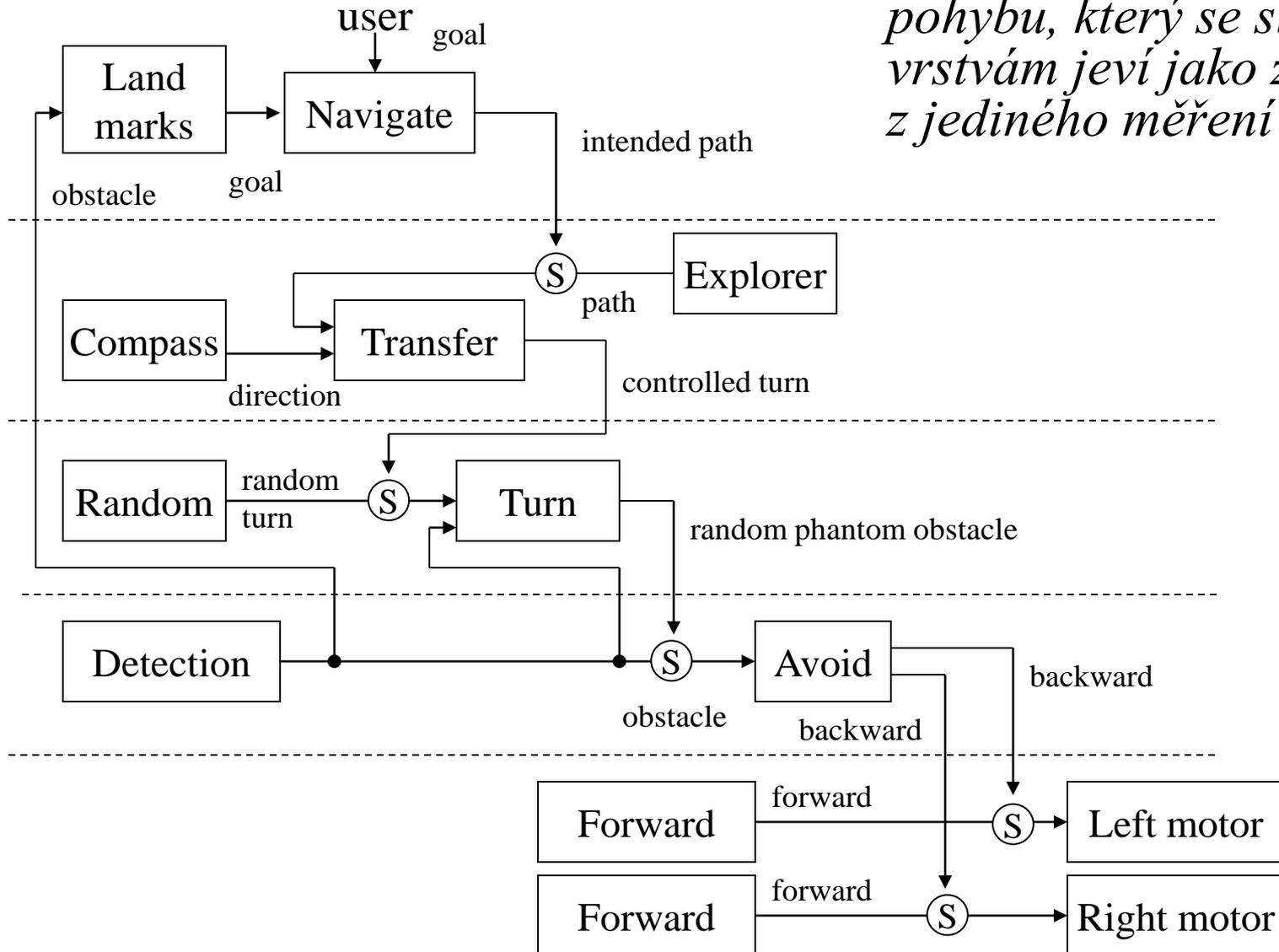
Příklad – krok 4

- Další vrstva poskytuje globálnější pohyb v absolutním směru – z jedné části prostoru do jiné. Po zvolení vhodného směru, implementujeme vhodnou korekci pohybu přesnými otočeními, které se starším vrstvám jeví jako čisto náhodné*



Příklad – krok 5

- Další vrstva monitoruje prostředí a může cíleně volit vhodnější směr pohybu, který se starším vrstvám jeví jako zjištěný z jediného měření*



Deriváty subsumpční architektury

- *behaviorální architektury*: jenom suprese na výstupech z vrstev (vrstva implementovaná jediným modulem)



- *jemnozrnná architektura*: jednotný typ dat, datová fúze, rozbití vrstvy na moduly podobné neuronům
- mnoho dalších

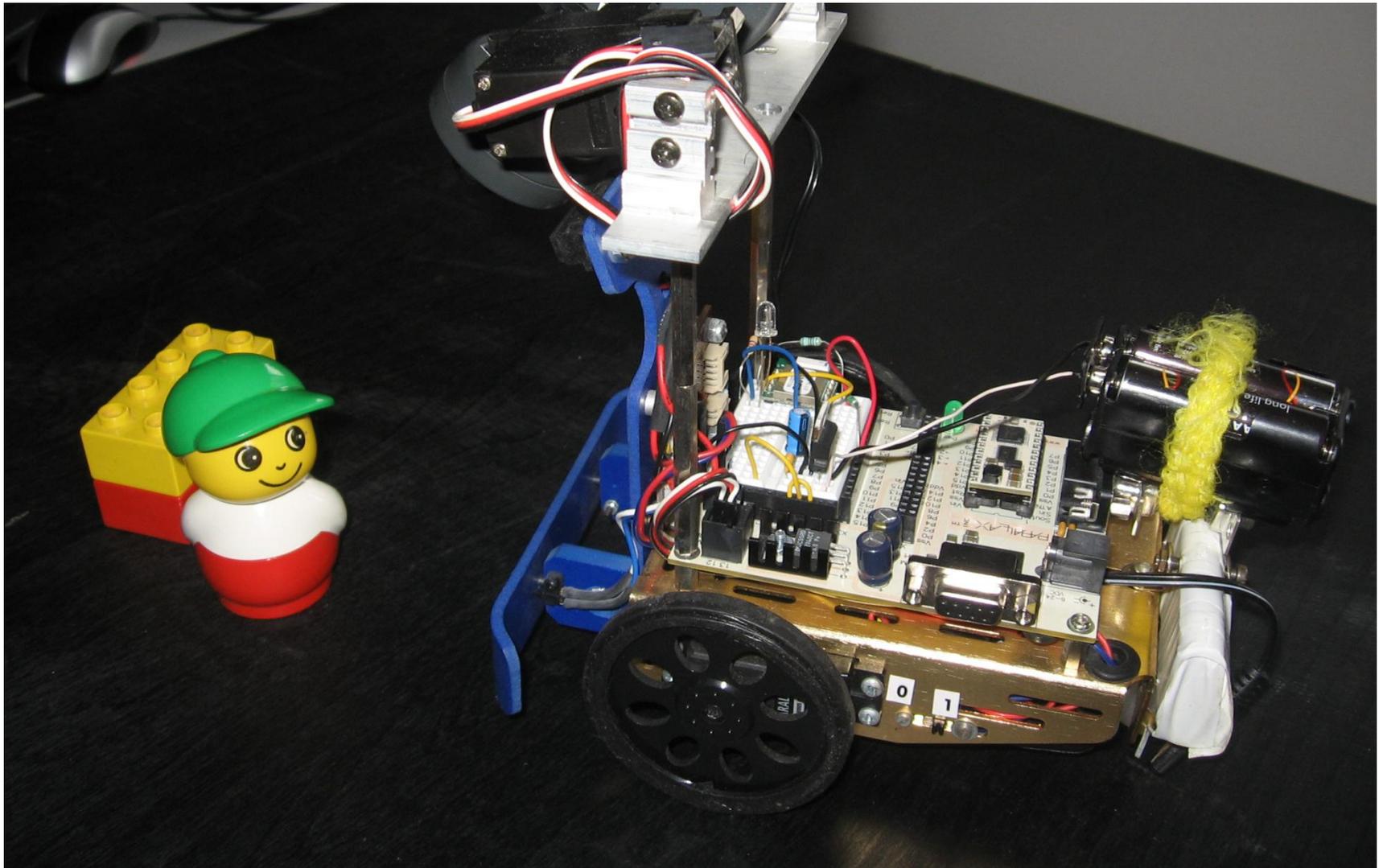
Senzomotorický přístup

- Jedním z výrazných přínosů postkognitivizmu je zavedení senzomotorického přístupu do mobilní robotiky
- Tento přístup je motivovaný vývinovou psychologií a vychází s pozorování vývinu dušených schopností dětí

Senzomotorický přístup

- Piaget: „Myšlení nevzniká jen z vnímání, ale aj ze senzomotorické činnosti“
- Speciálně pro percepci z toho vyplývá, že
 - se opírá o akci
 - neprobíhá nezávisle na akcích
 - část akcí konstruuje
 - není to pasivní ale aktivní proces

Príklad: Rozpoznávaní scény



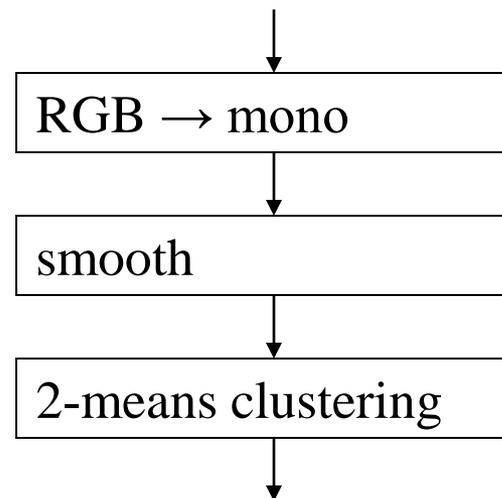
Cíl: sestrojit kognitivní model videného



- Tvar
- Velikost
- Umístnění
- ...
- Vidíme jeden objekt nebo dva ?

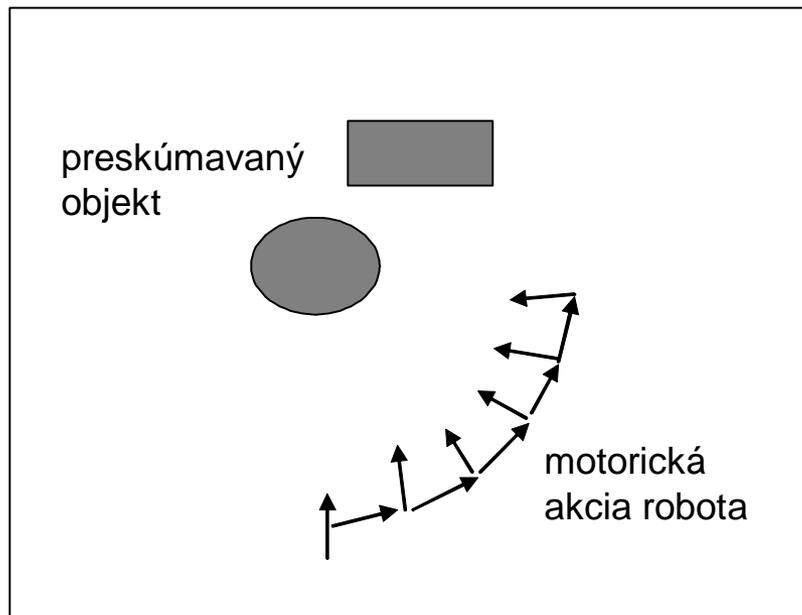
Senzomotorický přístup: příklad

- Robot zaujme pozici kdy má objekt (zatím vnímaný jako kaňka) v středu obrazu



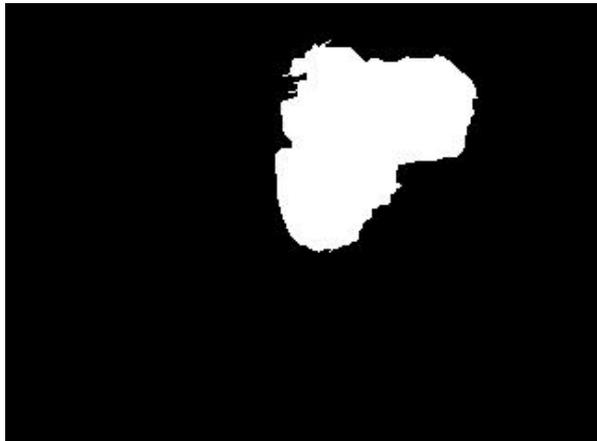
Senzomotorický přístup: příklad

- Spustí generování akce při níž objekt obchází zprava, přičemž se pod chvílí natáčí k předmětu



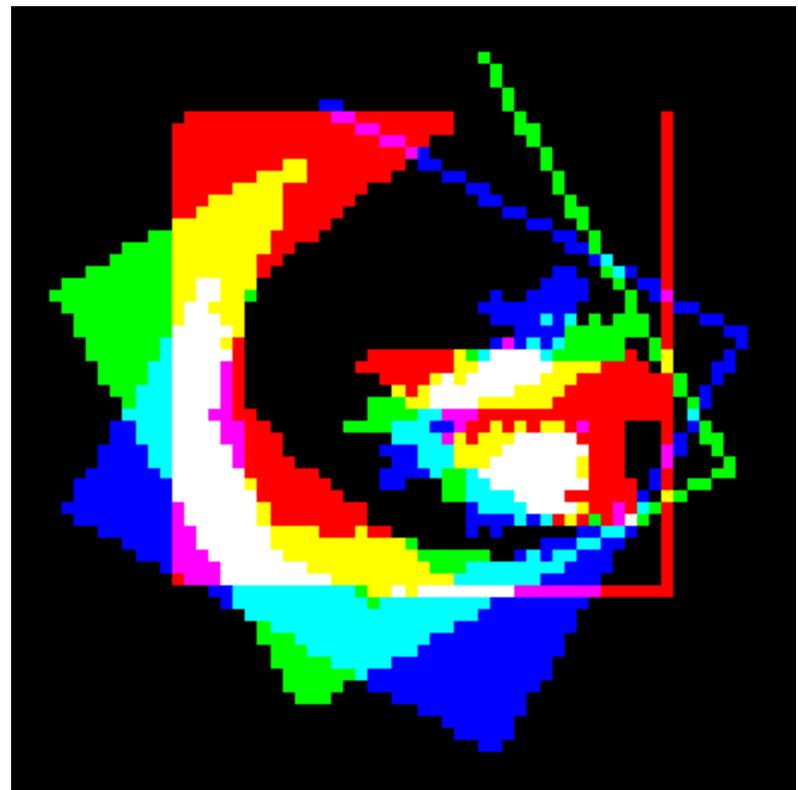
Senzomotorický přístup: příklad

- Výsledkem akce jsou pohledy na robota z různých známých pozicí



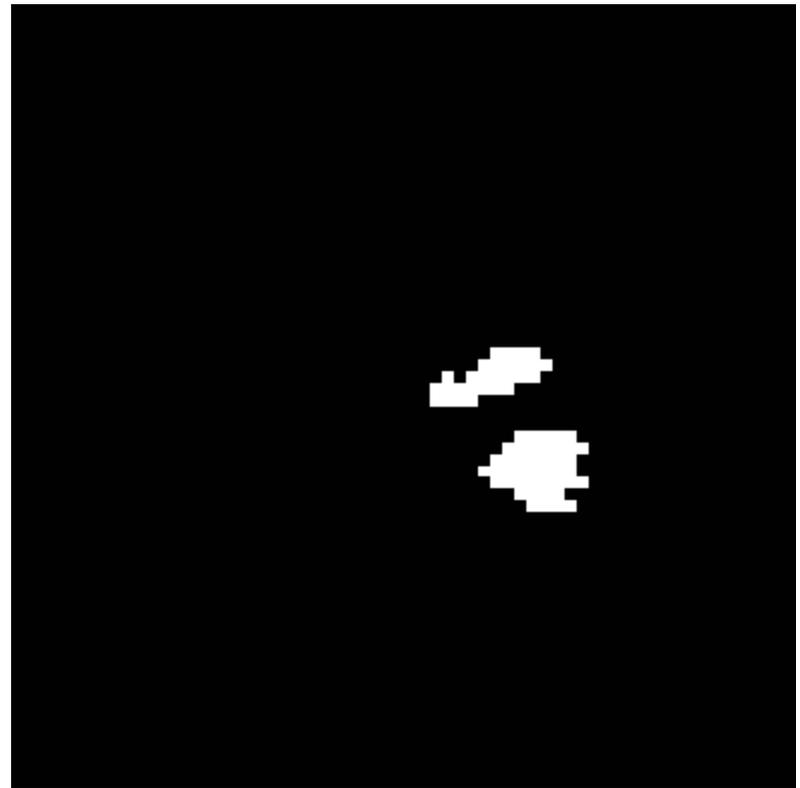
Senzomotorický přístup: příklad

- Z toho můžeme lehce přistoupit k rekonstrukci 3D objektů v scéně (bílé plošky)



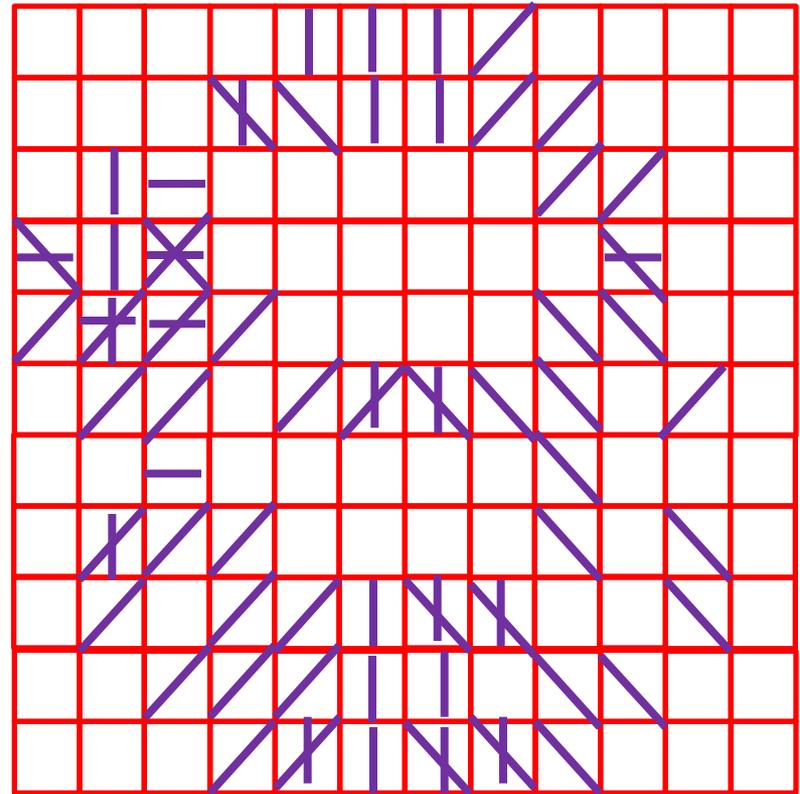
Postkognitivizmus: reprezentace

- Tady si můžeme všimnout použití různých (a nedokonalých) reprezentací objektů:
- Na rozlišení zdali jde o jeden objekt nebo dva, stačí toto:



Postkognitivizmus: reprezentace

- Kdyby jsme potřebovali tvar, použili by jsme jinou reprezentaci



Závěr

- Oba přístupy - kognitivistický i postkognitivistický – se stále živo rozvíjejí, polemizují mezi sebou a oba nepochybně přispějí k vytvoření zajímavých strojů vyznačujících se umelou inteligencí

Děkuji za pozornost !

Andrej Lúčny

Katedra aplikovanej informatiky

FMFI UK Bratislava

lucny@fmph.uniba.sk

www.microstep-mis.com/~andy

