



Cogsys  
Cognitive Systems



Chtěli byste být mozkiem  
v baňce?

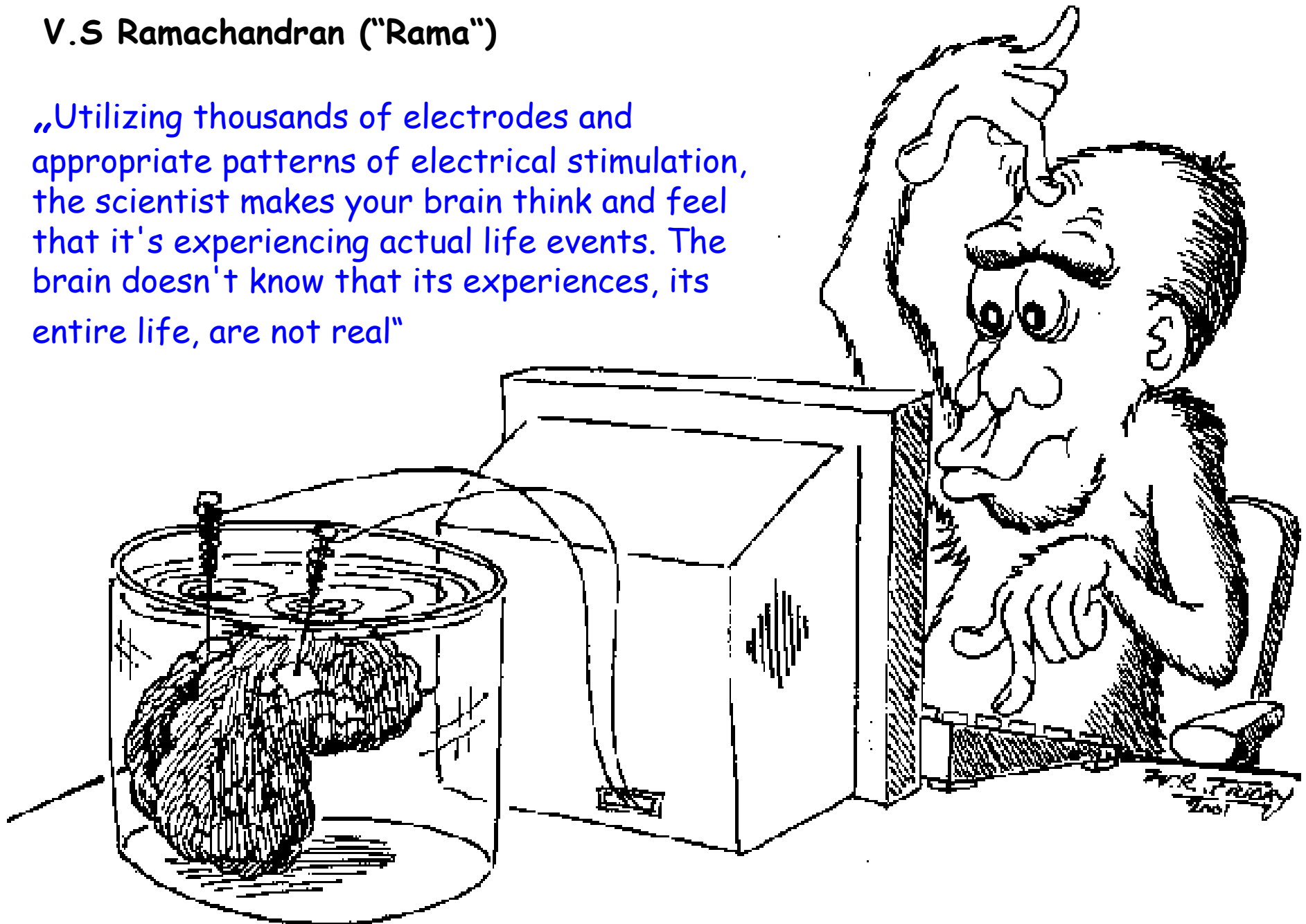
Jiří Wiedermann  
Ústav informatiky AV ČR, v.v.i.  
Praha

# Obsah

- Motivační příklad
  - Turingův SMS test
  - Navigátor a simulátor reality
- Architektura a fungování vtěleného kognitivního agenta
- Vnitřní model sebe ve světě
- Návrh realizace kognitivního agenta
- Strukturální definice inteligentních zařízení
- Závěr

## V.S Ramachandran ("Rama")

„Utilizing thousands of electrodes and appropriate patterns of electrical stimulation, the scientist makes your brain think and feel that it's experiencing actual life events. The brain doesn't know that its experiences, its entire life, are not real“



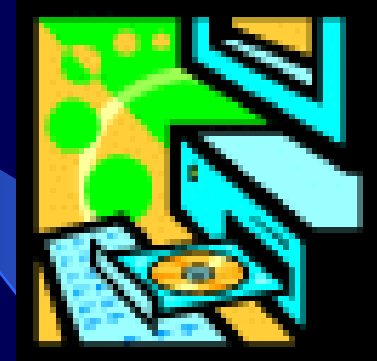
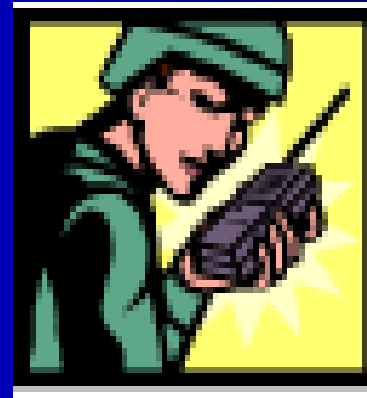
# Základní problém:

- Je skutečně možné, aby počítač „přelstil“ mozek naznačeným způsobem?
- Je principiálně možné chápat kognici jako klasický problém zpracování dat?



# Případová studie 1

- Turingův test
- Komunikace mobilem, pomocí SMS zpráv
- Komunikujeme s člověkem, anebo s počítačem?



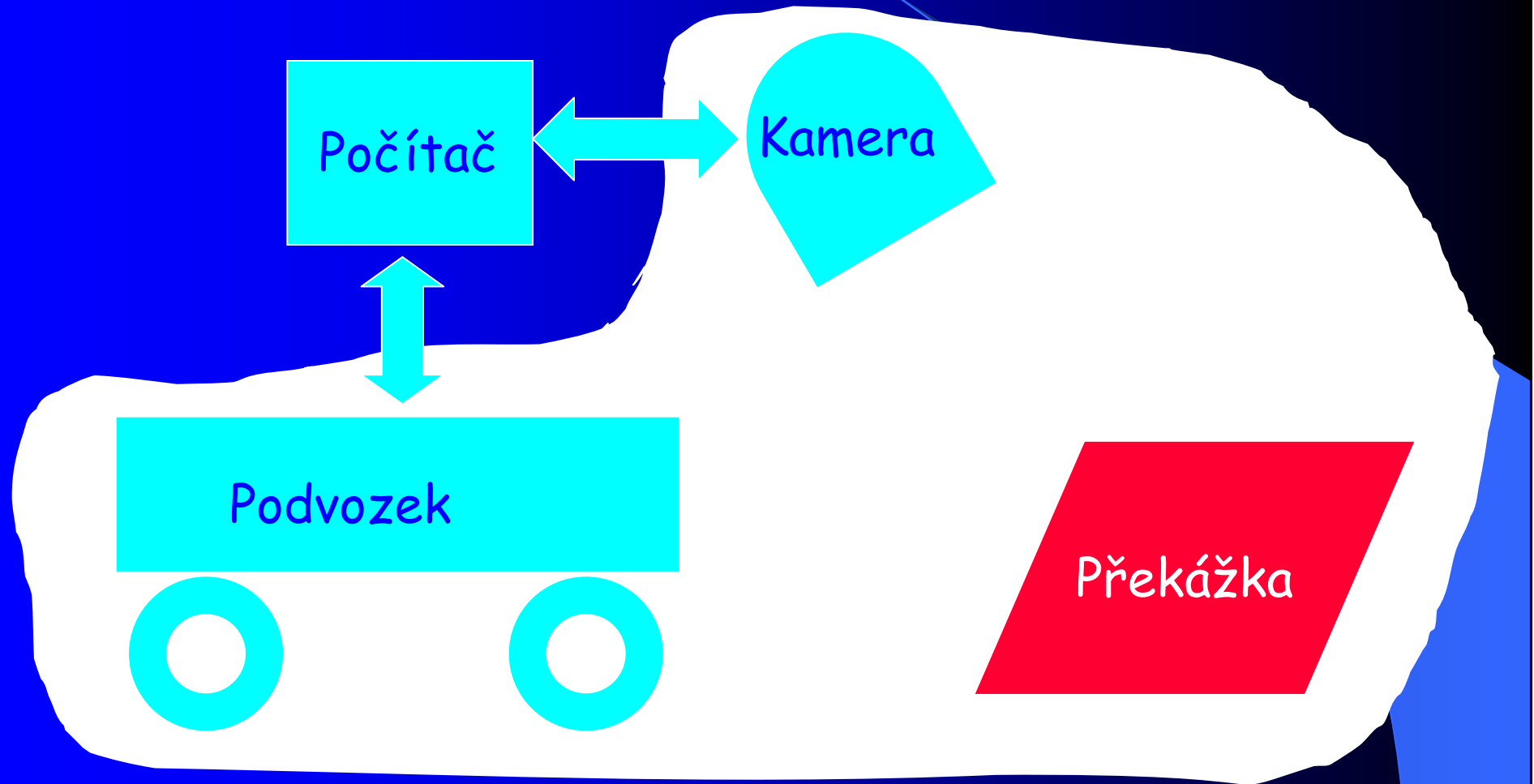
**Jasný případ  
zpracování  
digitálních  
dat!**

# Případová studie 2

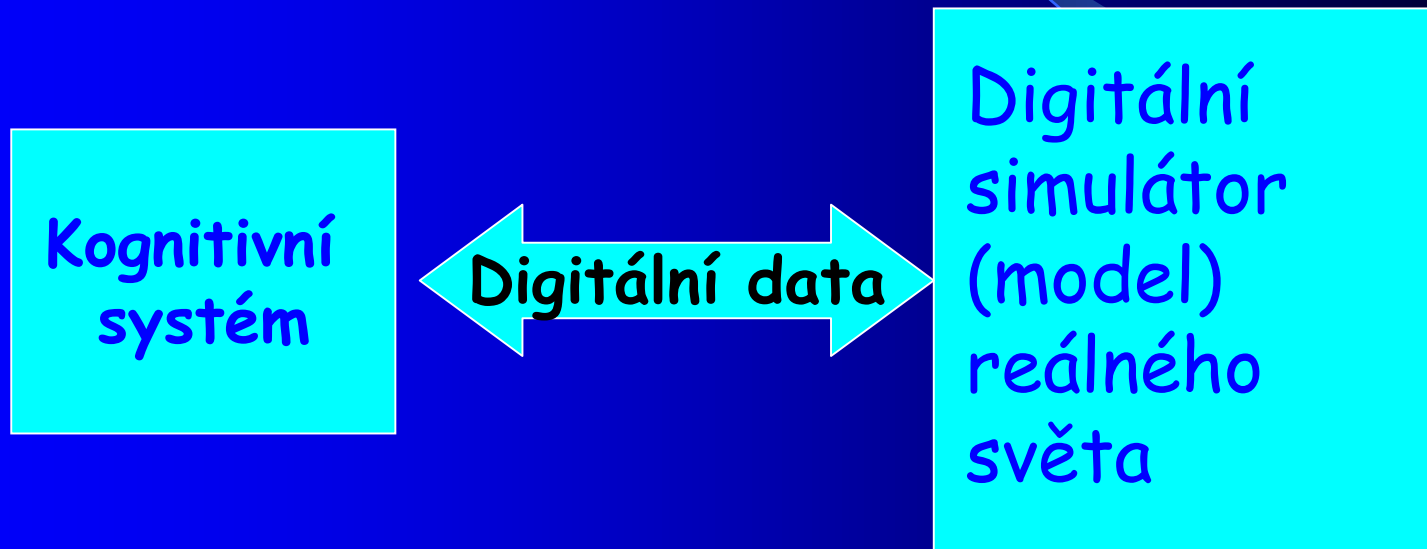
- Navigace v neznámém terénu (obcházení překážek)



# Tok dat v navigátorovi



# Kognitivní systém jako klasický výpočetní systém



**Může takový simulátor existovat**

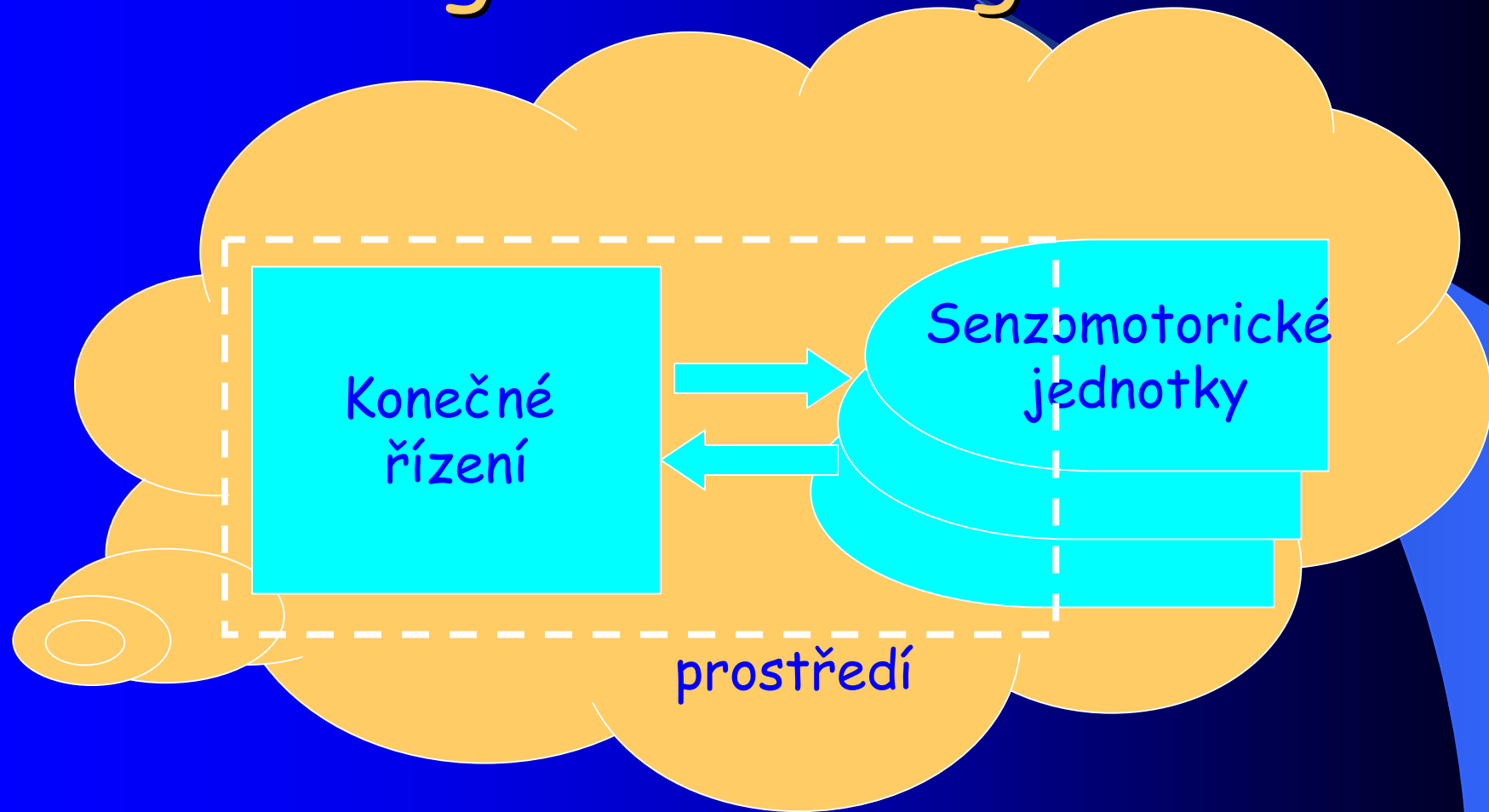
- v principu
- efektivně



# Částečný závěr:

- Kognitivní systém viděný jako klasický výpočetní systém potřebuje digitální simulátor světa, ve kterém „žije“ (viz **Případová studie 1**)
- Realistický model kognitivního systému musí zahrnovat i jeho „tělo“ (senso-motorické systémy), které zprostředkovávají interakci s vnějším světem - tj. kog. systém musí být „ztělesněn“
- S-M systémy slouží jako převodníky analogových a digitálních dat (viz **Studie 2**)
- Kognitivní systém je aktivní v nacházení svých vstupních dat a ve využívání svých výstupních dat

# Univerzální schéma kognitivního agenta

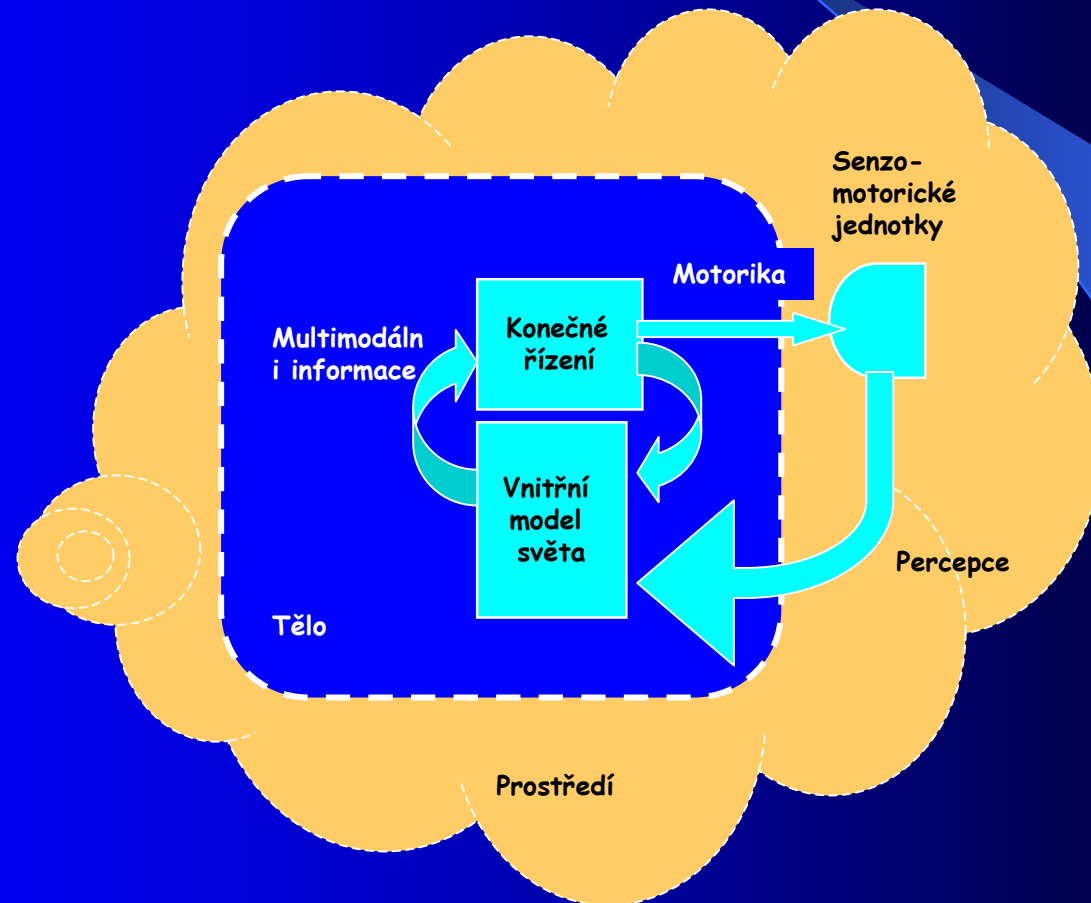


# Definice umělého kognitivního systému

- Umělý kognitivní systém je vtělený počítač, tj. počítač vybavený sensorickými jednotkami
- Je navržen lidmi tak, aby se choval způsobem, který jeho tvůrci kvalifikují jako postačující pro řešení daných kognitivních úkolů

# Zpřesnění předchozího modelu

„Prolomení hmyzí bariéry“



# Předpoklady o vnitřním modelu:

- **Konečnost:** Vnitřní model světa obsahuje pouze „popis“ té části světa a té části „sebe“ v tomto světě, kterou agent prozkoumal svými senzory a svojí motorickou aktivitou
- **Asociativita:** Existuje mechanismus, který na základě dostatečné, byť i částečné sensorické informace identifikuje tu část vnitřního modelu, která odpovídá kompletní sensorické informaci o okamžité situaci agenta
- **Intencionalita:** S každou částí modelu asociuje řídicí jednotka posloupnost akcí (motorických příkazů), kterou lze v daném kontextu realizovat. Tato posloupnost se nazývá **zvyky**.

# Výhody vnitřního modelu

- Mechanismus pro **imitaci** činnosti jiných podobných agentů
- Mechanismus **empatie**
- Zárodek mechanismu **predikce výsledků** agentových akcí formou jejich vyzkoušení ve virtuálním poznaném světě
- Rozlišení mezi simulovanou akcí (možností) a reálnou akcí - počátek **povědomí** (awareness)

# Empatie - základ komunikace

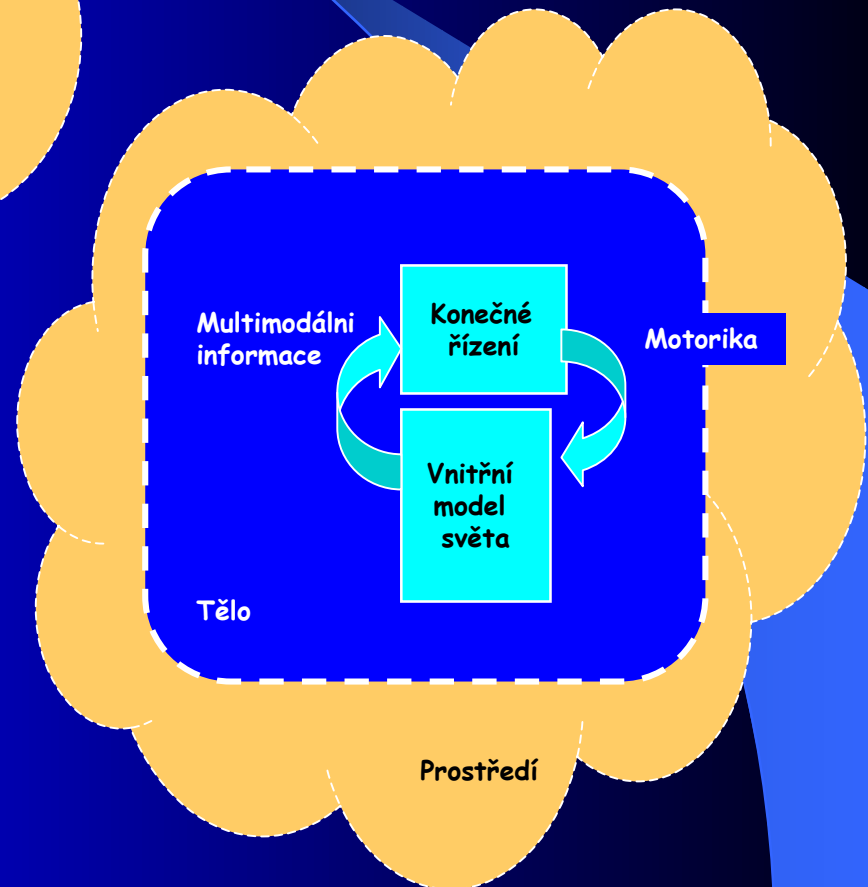
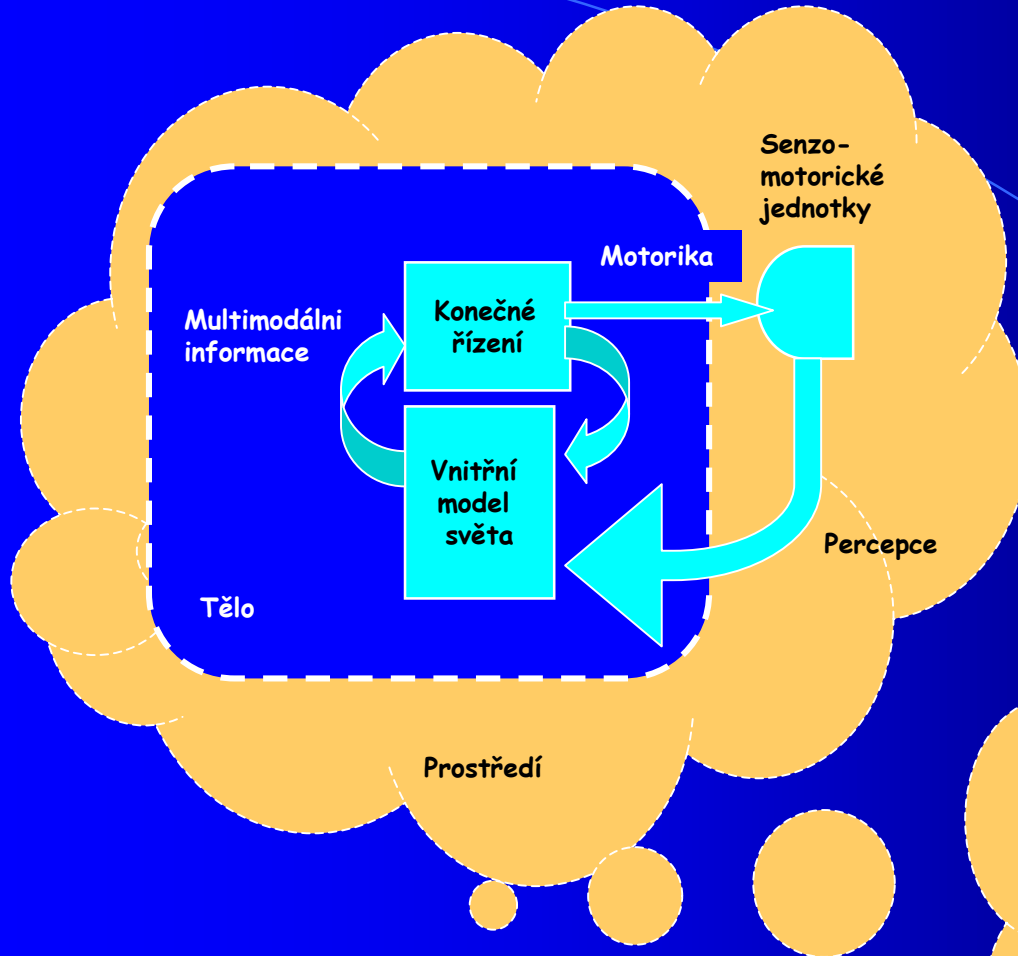
- Naznačením nějaké akce agent vyšle vizuální informaci, kterou si pozorovatel doplní mechanismem empatie v rámci vnitřního modelu na celou akci.
- Formace konceptu **jáství**
- Možnost přibrání **emocí** do hry
- Zrození „**řeči těla**“
- Postupné přidávání **artikulace** a utlumování gest

# Zrození myšlení

- V komunikaci převažuje verbální způsob, gesta mizí a zůstává motorika mluvidel
- Myšlení - mluvení sama se sebou
- Postupné vypořádání jakékoliv motoriky (mluvidel)
- Potvrzení Sapir-Wharfovy hypotézy:  
řeč předchází a formuje myšlení



# Princip myšlení



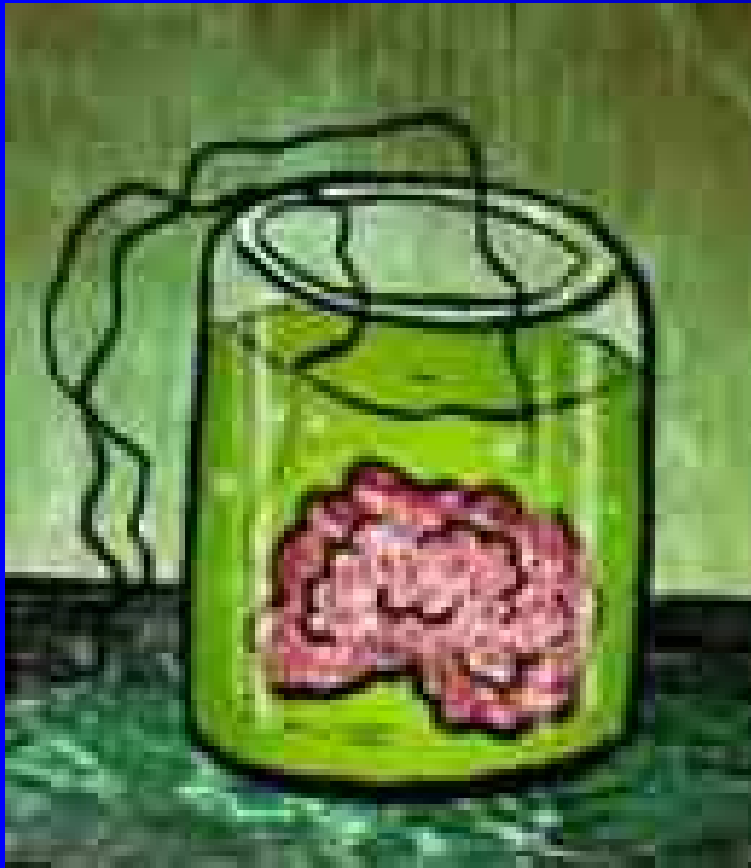
# Zrození vědomí

Vědomí označuje takový stupeň rozvoje komunikačních schopností, kdy agenti dovedou

- **komunikovat** ve vysokoúrovňovém jazyku
- **Verbálně popsat** v něm minulé i přítomné zážitky, očekávané následky budoucích akcí, jak sebe sama tak i jiných
- **Vykonat činnost** na základě jejího slovního popisu
- **Vysvětlit** pojmy
- **Učit se** novým pojmům, resp. další jazyk

**Myšlení i vědomí jsou spojité kvality**

# Problém mozku v kádince



- Při dostatečně vysokém rozvoji vědomí lze dosáhnout nezávislost myšlení na ztělesněnosti a situovanosti
- Za těchto podmínek může **omezeně** fungovat idea mozku v baňce (nelze poznávat nové světy, pouze je vymýšlet)

# Návrh realizace kognitivního agenta

- Zrcadlové neurony
- Architektura kognitivního agenta
- Kogitoid - konečné řízení kognitivního agenta

**Mirror neurons:** are active when a subject performs a specific action as well as when the subject observes another or a similar subject performing a similar action

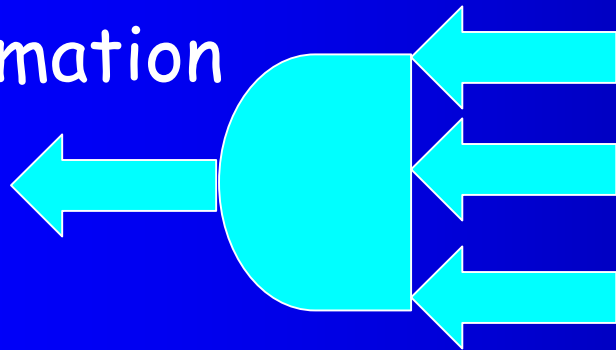
Rizzolatti et al., 199x

**A generalization:** ... a set of neurons which are active when a subject performs any frequent action as well as when only partial information related to that action is available to the subject at hand

**The basis for understanding imitation learning, language acquisition, thinking, consciousness.**

# A computational model of a mirror neuron

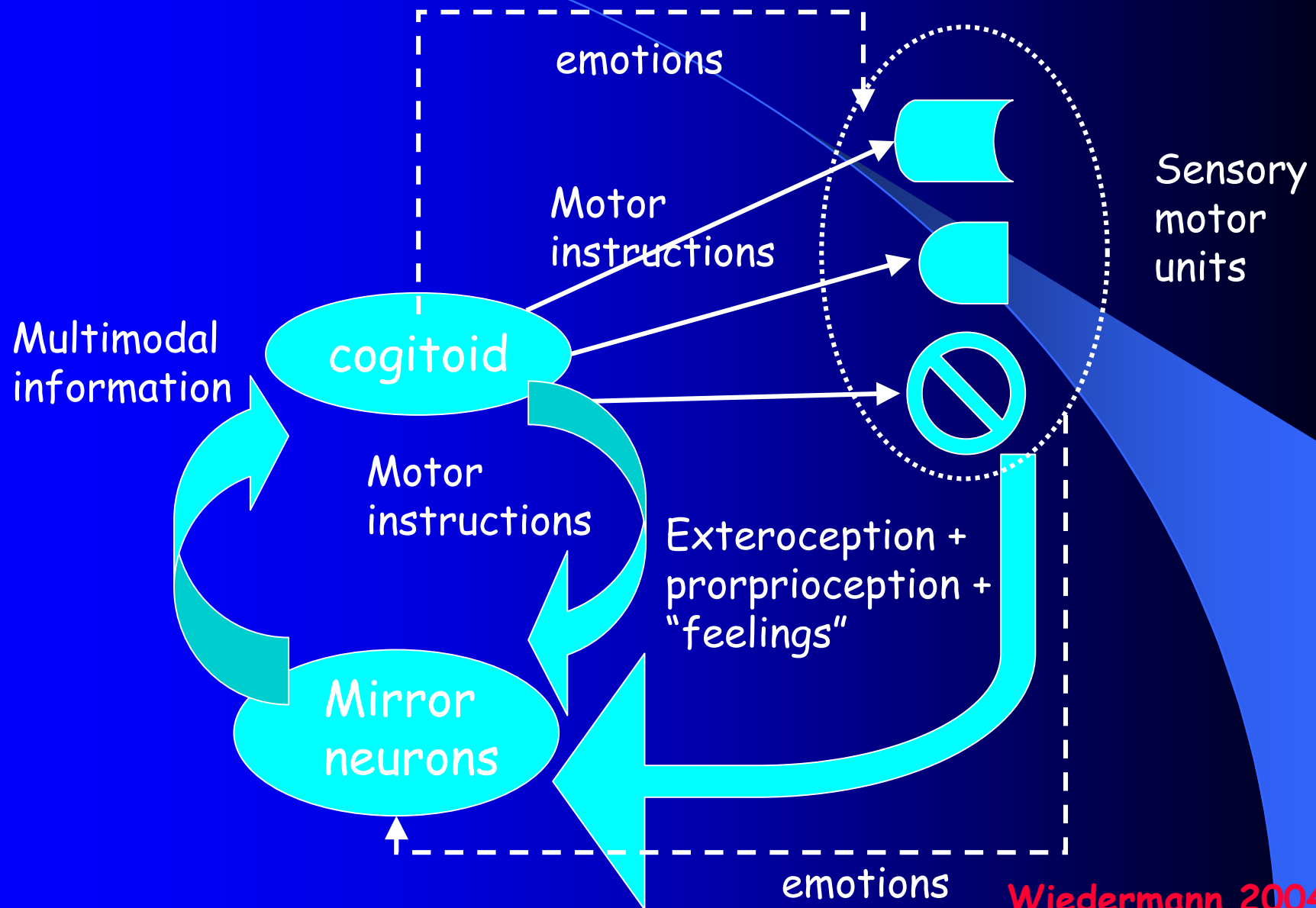
Multimodal information



Visual information  
Motor information  
Acoustic information  
Proprioception, etc.

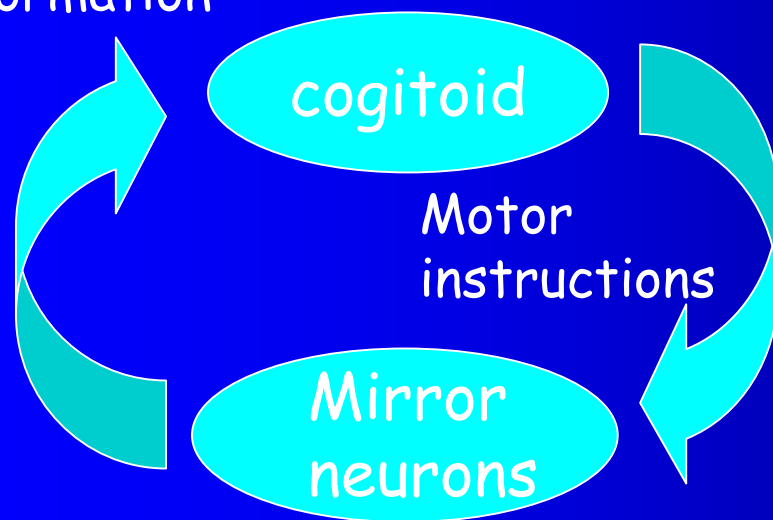
- Learns frequently occurring conjunctions of related input information
- It gets activated when only partially excited (by one or several of its inputs)
- Works as **associative memory**, completing the missing input information

# An architecture of an embodied cognitive agent



# A scheme of a cognitive agent thinking

Multimodal  
information



The basis of thinking:

- perception suppressing
- switching-off motor instruction realization
- mirror neurons complete motor instructions by missing perception learned by experience

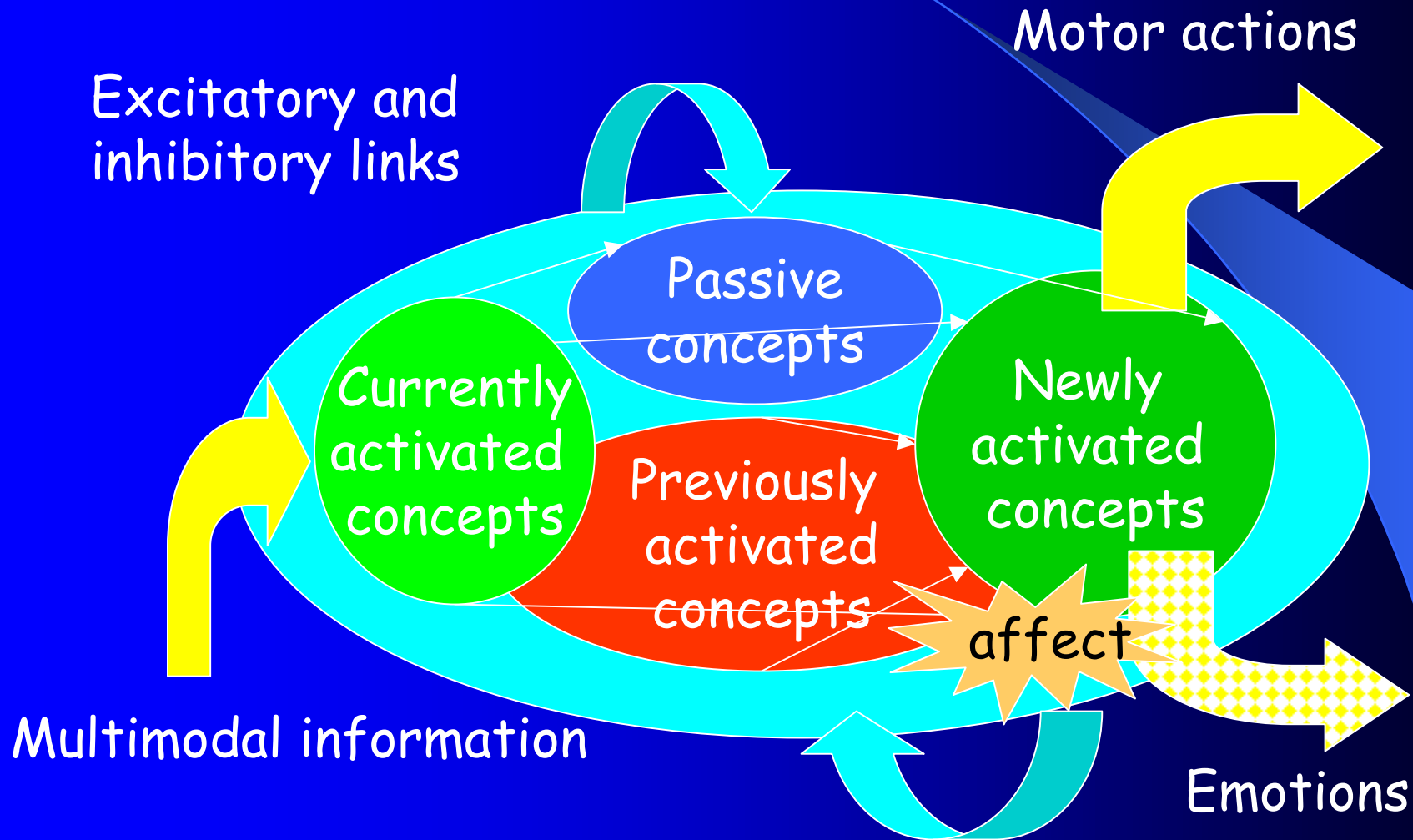
An agent operates similarly as before, albeit it processes „virtual“ data, It works in an „off-line“ mode, it is **virtually situated**

Wiedermann 2004

0 00 30



A **cogitoid**: an algorithm for knowledge-mining from the **flow** of multi-modal information



## What knowledge is mined and maintained by a cogitiod:

- often occurring concepts
- resemblance of concepts
- contiguity in time or place
- cause and effect

## An algebra of thoughts...

### Cognitive tasks:

1. Simple conditioning
2. Learning of sequences
3. Pavlovian conditioning
4. Operant conditioning
5. Imitation learning
6. Abstraction forming
7. Etc.



David Hume 1711-1766

"Hume's test" for intelligence

# Defining intelligence akin to computability:

Elementary computational tasks

Adding/subtracting 1, testing for 0, goto

Turing machine

Any computation can be realized by a TM (Church - Turing)

**Universal TM**

Elementary cognitive tasks

Concept formation, similarity, contiguity in time and space, affects

Cognitive machine

Any cognitive task can be realized by a cognitive machine

**Universal cognitive machine**

# Závěry definitivní

- Kognitivní systémy nejsou klasickými systémy zpracování digitálních dat
- Kognitivní systémy jsou vtělené (hardwarový požadavek) a situované (softwarový požadavek) počítače
- Akceschopnost KS závisí na výkonnosti, funkčnosti, množství a rozmístění senzomotorických jednotek v těle agenta, na jeho celkové tělesné architektuře a na výkonnosti řídicí jednotky
- Akceschopnost dále zvyšuje schopnost komunikace s jinými systémy a souvisí s rozvojem vědomí

# Literatura

- Jiří Wiedermann: *Chtěli byste být mozkiem v baňce?* Pokroky matematiky, fyziky a astronomie č. 1, 2007
- Jiří Wiedermann: *HUGO: A Cognitive Architecture with an Incorporated World Model*. Proc. Europ. Conf. on Complex Systems ECCS 2006, Saïd Business School, Oxford, UK