

Robotika jako předkrm

Václav Hlaváč

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická, katedra kybernetiky
Centrum strojového vnímání

<http://cmp.felk.cvut.cz/~hlavac>, hlavac@fel.cvut.cz

Osnova přednášky:

- ◆ Co je robot a robotika.
- ◆ Robotika a výroba.
- ◆ Pohádky, hračky a funkční vzory.

Co je robotika?

Zde chápáno jako **disciplína o vytváření inteligentních strojů** integrující několik vědeckých a inženýrských oblastí.

Dva momenty z historie:

Golem postava z hlíny oživitelná šémem; pochází z kabalistické legendy doložené od 12. století; proslavená spojením s pražským rabínem Jehudou Löwem ben Bezela z přelomu 16. a 17. století.

Robot A teprve mladý Rossum měl nápad udělat z toho živé a inteligentní pracovní stroje (K. Čapek, R.U.R., 1921, předehra).

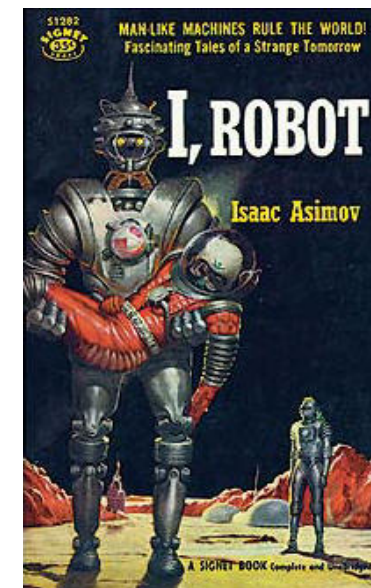


*Z nastudování
R.U.R. v Paříži 1924.*

Tři robotické zákony

(Isaac Asimov, I Robot, 1950.)

- ◆ Robot nesmí ublížit člověku nebo svou nečinností dopustit, aby člověku bylo ublíženo.
- ◆ Robot musí uposlechnout příkazů člověka, kromě případů, když jsou tyto příkazy v rozporu s prvním zákonem.
- ◆ Robot musí chránit sám sebe před zničením, kromě případů, kdy je tato ochrana v rozporu s prvním nebo druhým zákonem.



Několik definic robotu

Robot (McKerrow, 1986) Robot je stroj, který může být naprogramován k vykonávání různých činností.

Robotika (Brady, 1985) Robotika je inteligentním spojením mezi vnímáním a činností.

Robotika (McKerrow, 1986) je disciplína zahrnující:

1. návrh, výrobu, řízení a programování robotů;
2. použití robotů pro řešení úloh;
3. zkoumání řídicích procesů, senzorů, akčních členů a algoritmů u lidí, zvířat a strojů;
4. použití výše uvedeného pro návrh a použití robotů.

Důvody lidského zájmu o roboty

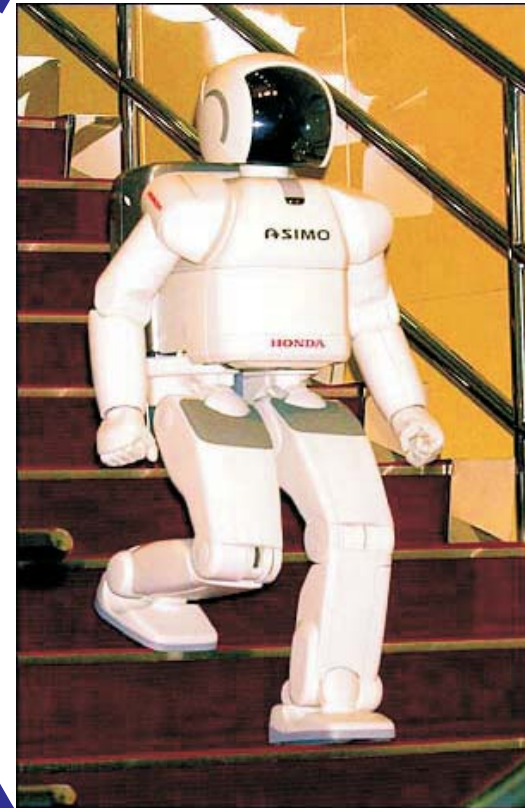
- ◆ Změření sil s přírodou (obrazně). Ověřit, kam sahají naše tvůrčí schopnosti a pokusem o napodobení přírody proniknout do jejích zákonitostí.
- ◆ Snaha vyrobit dokonalého pomocníka, který by dokázal totéž či snad více než my sami (a na něhož by snad bylo větší spolehnutí).

Subsystemy:

- ◆ Mechanický.
- ◆ Elektrický.
- ◆ Řídicí.
- ◆ Zdroje energie.

Směrem ke kognitivním robotům:

- ◆ Senzory.
- ◆ Akční členy, pohony.
- ◆ Kognitivní (model světa, vnímání okolí, plánování, ...).



Různý přístup k robotice

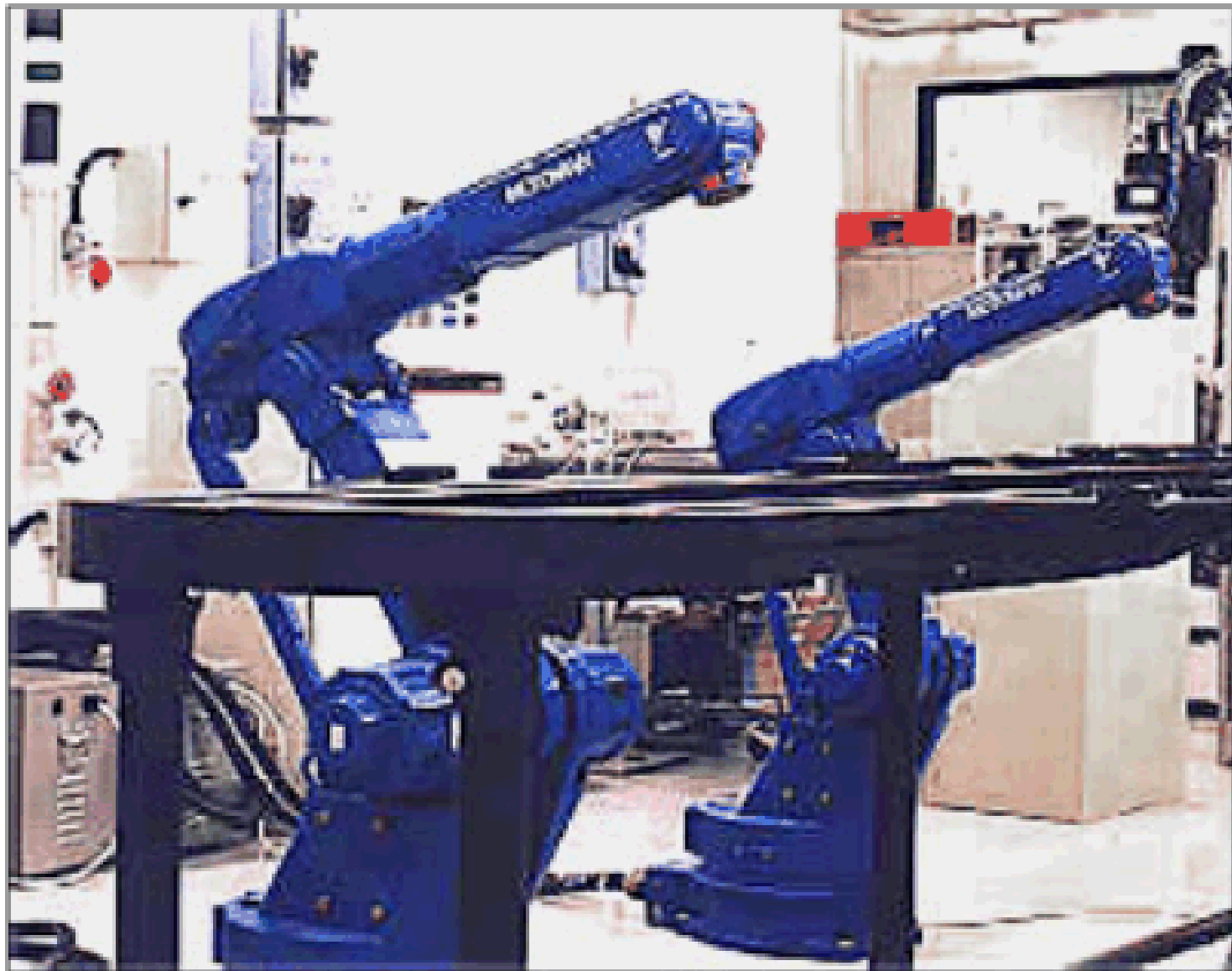
Teoretická robotika: hledá principy, možnosti a omezení (biologie, psychologie, etologie, matematika, fyzika).

Experimentální robotika: ověřuje principy, staví hračky (kybernetika, umělá inteligence, inženýrské disciplíny).

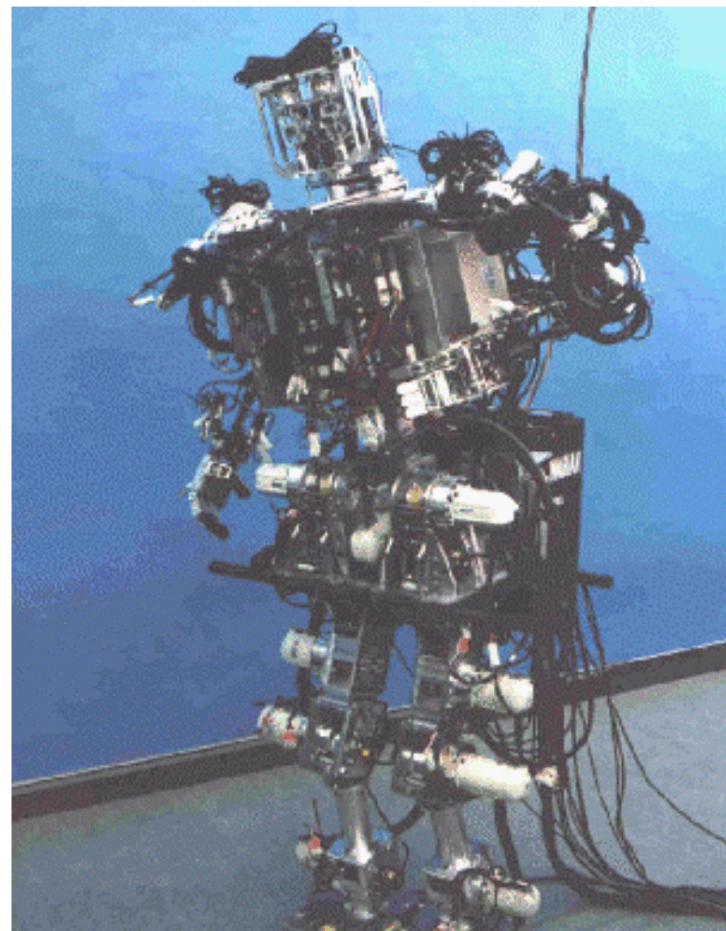
Průmyslová robotika: Navrhuje, staví a používá průmyslové roboty (teorie a instrumentace řízení, elektronika, strojírenské technologie, automatizace a organizace výroby, znalost konkrétní oblasti nasazení robotů).

Různá aplikovaná robotika: Navrhuje různé inteligentní stroje pro průmysl i jinam. Např. stroje pro kontrolu kvality ve výrobě často vybaveny schopností vidět, mobilní roboty se schopností autonomní navigace, atd.

Robotika včera



Robotika dnes

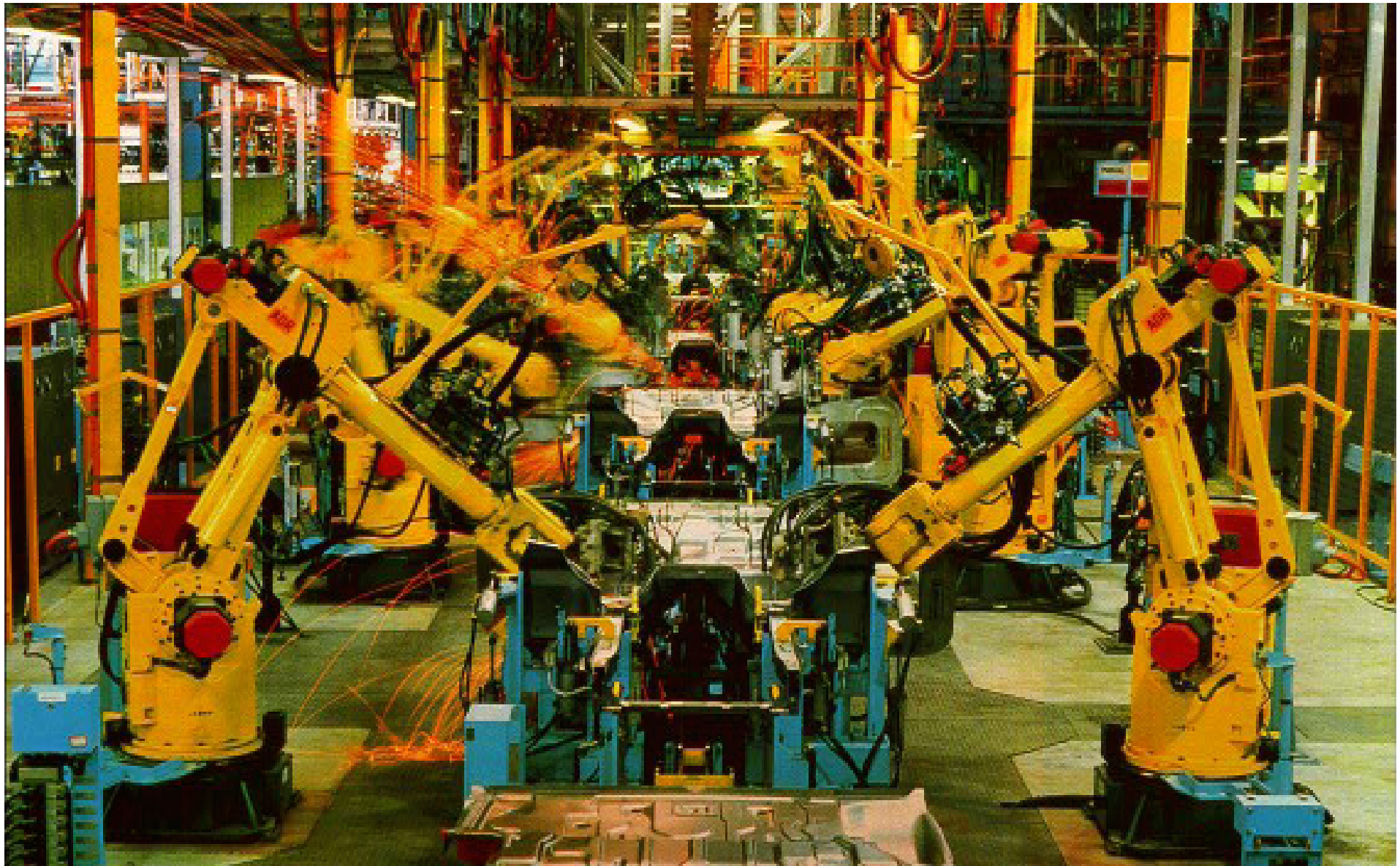


Průmyslový robot

Je automatické ústrojí s následujícími schopnostmi (ve větší či menší míře) [I.M. Havel 1980]

1. Manipulační schopnost.
2. Automatická činnost.
3. Snadná změna programu.
4. Univerzálnost.
5. Zpětné vazby.
6. Prostorová soustředěnost.

Nasazení průmyslových robotů



Výroba a její automatizace

Zavádění mechanizace, automatizace, robotizace \implies

- ◆ snižování lidské účasti na výrobě,
- ◆ zkracování výrobních časů (zejména vedlejších),
- ◆ zvyšování výkonu a produktivity práce.

Poznámky

- ◆ Hlediska technická, ekonomická i sociální.
- ◆ Automatizace zmenšuje vliv lidského činitele na kvalitu výroby.
- ◆ Změna kvalifikační struktury pracovní síly.
- ◆ Nutný menší počet dělníků. Vliv na nezaměstnanost.

Pojmy vztahující se k průmyslové robotice

- ◆ Mechanizace, automatizace.
- ◆ Stroje s částečnou automatizací, poloautomaty, automaty.
- ◆ Numericky řízené (NC) stroje.
- ◆ Automatická výrobní linka, automatické technologické pracoviště, automatický výrobní úsek.
- ◆ Technologický proces je soubor technologických operací pro přetvoření polotovaru ve výrobek.
- ◆ Technologická operace, technologická pozice.
- ◆ Pracovní cyklus
 - periodický*: takt, srovnej synchronní automat.
 - pružný*: změny podle podmínek, srovnej asynchronní automat.

Typy výrob z hlediska počtu vyrobených výrobků

Výroba	Automatizace
Kusová	Pružné automatizační prostředky
Malosériová	
Hromadná	Tvrdá automatizace

Do kterého typu výroby se nasazují průmyslové roboty a proč?

Směrem k pružnosti v automatizaci

1860 Výměnné části, standardizace.

1913 Běžící pás (Henry Ford) a pevně umístěné stroje (Nevýhoda: zastavení jednoho stroje zastaví celou linku).

1994 Záměnné výrobní linky, univerzální stroje a pružná doprava.

- ◆ Pevnější struktura ~ efektivita.
- ◆ Slabší struktura ~ flexibilita.

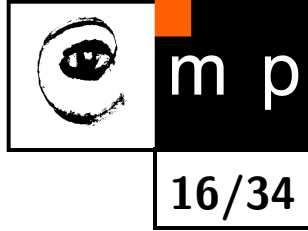


1913 Zapalovací magneta.

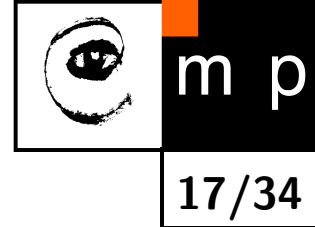


1915 Karoserie Ford Model-T.

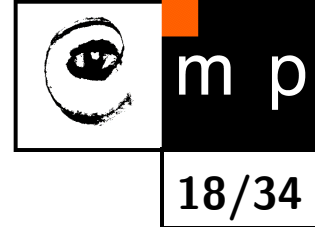
Charlie Chaplin, film Nová doba 1936



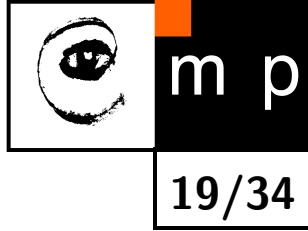
Průmyslový předkrm 1 – krabice



Průmyslový předkrm 2 – párky



Průmyslový předkrm 3 – pekárna



Robotika zítra

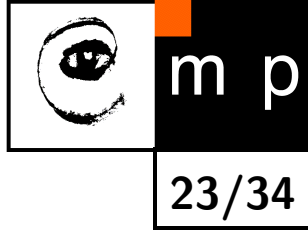


Jak pracuje inženýr?

- ◆ *“To the engineer falls the job of clothing the bare bones of science with life, comfort, and hope.”* — Herbert Hoover (1874-1964, US president 1929—1933).
- ◆ *“Everything should be made as simple as possible, but not simpler.”* — Albert Einstein (1879–1955).
- ◆ *“Don’t drag the engine like an ignoramus, but bring wood and water and flame, like an engineer.”* — Maria Weston Chapman (1805-1885, US radical anti-slavery leader).
- ◆ *“Always listen to the experts. They’ll tell you what can’t be done and why. Then do it.”* — Robert Heinlein (1907–1988, US science-fiction writer).

- ◆ **Umělé kognitivní systémy** \equiv umělé systémy schopné vnímat, porozumět, učit se z individuální a sociální interakce s okolním prostředím.
- ◆ **Společenské cíle** (projevující se financováním výzkumu):
 - Vytvářet a vyvíjet vědecké základy umělých kognitivních systémů a také.
 - ...se při tom inspirovat studiem přirozených kognitivních systémů.
- ◆ Očekává se, že výzkum umělých kognitivních systémů přinese **nové technologie** otevírající cestu k různorodým aplikacím zahrnujícím interakci s reálným světem a jeho obyvateli.

Dnešní výzkum v kognitivní robotice



DARPA Urban Challenge
November 2007

European humanoid robot
Aldebaran Robotics, France

Těžké úkoly na obzoru

- ◆ **Schopnost učit se ze zkušenosti** – dovoluje kognitivním systémům přizpůsobovat se vnějším podmínkám a jejich změnám.
- ◆ **Robustnost** – schopnosti robotu by se neměly příliš zhoršovat při neočekávaných událostech a pozorováních.
- ◆ **Efektivita** – cestou ke zlepšení výkonnosti je i žádoucí schopnost kognitivního systému předvídat, a to jak v blízké i vzdálenější budoucnosti..
- ◆ **Přirozené chování** – tolerantní k mnohoznačnosti a nejistotě způsobené také spoluprací např. s lidmi. Schopnosti robotu by se také v čase měly vylepšovat.

Přetavují se výsledky řady disciplín

- ◆ Umělá inteligence.
- ◆ Počítačové vidění.
- ◆ Zpracování přirozeného jazyka.
- ◆ Robotika.
- ◆ Interakce člověka se strojem.
- ◆ Matematika.
- ◆ Psychologie.
- ◆ Kognitivní věda.
- ◆ Počítačová neurověda.
- ◆ Filosofie myšlení.
- ◆ Různé inženýrské disciplíny.
- ◆ Vývoj software.

and **integrace, vtělení . . .**

Je užitečné snít a hrát si

Pohádky. Sní se o zázračném nástroji, který dovolí udělat něco, co dosud nebylo možné, (*např. vyvinout létající kobereček*).

Hračky. Jsou vytvářeny různé modely imitující sny z pohádek, které přesto zůstávají vzdáleny užitečným aplikacím, (*např. papírová vlaštovka, která létá*).

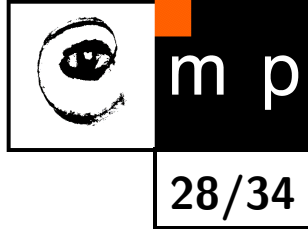
Funkční vzory splňují praktické požadavky, zprvu málo, postupně stále více, (*např. letadlo*).

-
- ◆ Snění a přemýšlení v duchu pohádek pomáhá formulovat požadovaný cíl.
 - ◆ Hračky dovolují ověřit principy a vyzkoušet zda je vůbec možné určitý sen realizovat.

Silné ekonomiky podporují výzkum kognitivních systémů

- ◆ Evropská komise v FP5, FP6 a FP7.
 - ◆ Národní vlády v Evropě.
 - ◆ USA:
 - NSF: program Robust Intelligence.
 - DARPA: mnoho projektů s významným a cíleným financováním, jako Urban Challenge v listopadu 2007.
 - ◆ Japonsko, Čína, Korea, Rusko ...
-
- ◆ Průmysl
 - Automobilový: auto řídící samočinně.
 - Obrana: vozidla/letadla bez řidiče/pilota, roboty pro boj.
 - Přístroje pro domácnost: autonomní vysavače, sekačky trávy, ...
 - ◆ Průzkum v kosmu: planetární vozítka, roboty pro lety/opravy ve volném kosmu.

Pohádky = žádosti o projekt; hračky = ukázky v projektech



- ◆ V žádostech o podporu u agentur financujících vědu mají pohádky s nadějí na realizaci naději na úspěch.
 - ◆ Převést pohádku do skutečnosti zahrnuje úlohy, na něž nestačí jeden projekt..
 - ◆ Většina projektů přispěje k pokroku, ale všechny 'komponenty' nejsou plně funkční.
 - ◆ Řešitelé potřebují prostor k tomu zastavit se, jít kus cesty zpět, znovu rozmyslet a konsolidovat komponenty.
 - ◆ Ti, kdo výzkum platí, mají těžkou úlohu vážit mezi projekty, které jsou jen prázdnými sny a těmi, které mají naději na praktický úspěch.
-
- ◆ Demonstrace jsou klíčové, abychom my řešitelé neztratili kontakt s realitou.

Pohádky a skutečnost

- ◆ Kritik metafory s pohádkami může namítnout, že se výzkum v kognitivní robotice reality nedotýká.
- ◆ Přejchod od pohádky → hračky → funkčnímu vzoru je možný jen proto, že je výzkumné úsilí hluboce opřeno o bohatý matematický, vědecký a technologický pokrok.
- ◆ Snaha o zmíněný přechod také motivuje a pohání jednotlivé dílčí oblasti (komponenty).
- ◆ Jde o zdravou (a nutnou) symbiózu.

iCub robot, U of Genova
Poděkování Giorgio Metta

Soutěže (grand challenges) a jejich kladný přínos

- ◆ Pomáhají zaostřit pozornost.
- ◆ Mohou být levnější a méně vázané na špičkové (a drahé) nejlepší technologie než např. DARPA Urban Challenge.
- ◆ Příklady:
 - **NSF Semantic Robot Vision Challenge**: místnost s objekty, jednoduchý mobilní robot (jako vtělený agent). Dostane zadaný seznam objektů a má je najít, uchopit a shromáždit.
 - **NoE PASCAL challenge**: soutěž algoritmů strojového učení.



Winner June 2008
Univ. of British Columbia

Příklad 1, vývoj placený průmyslem

Detekce dopravních značek kolem silnic

Poděkování J. Matas, FEL ČVUT

Příklad 2, vývoj placený průmyslem

Automatická detekce pouličních lamp pro inventarizaci v britských městech

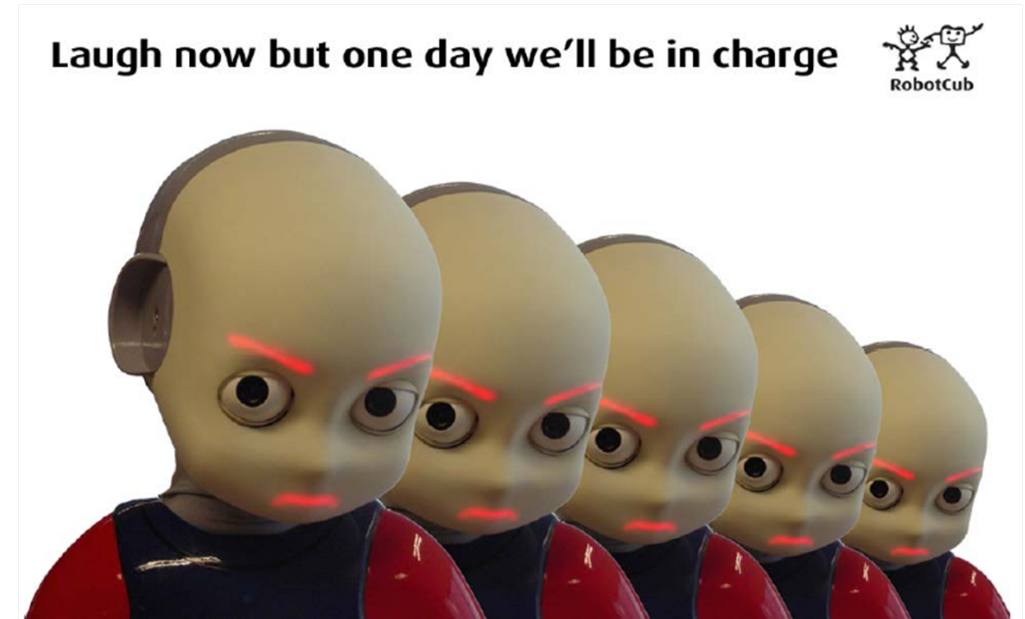
Příklad 3, vývoj placený Evropskou komisí

Detekce chodců z všesměrových kamer

Poděkování project DIRAC, T. Pajdla, FEL ČVUT

Závěr

- ◆ Výzkum v robotice a kognitivních systémech je důležitý pro pokrok směrem ke strojům se schopnostmi lidí.
 - ◆ Mnoho inovací je vedlejším produktem robotického výzkumu.
 - ◆ Výběr projektů a nápadů je jen tak dobrý, jako posuzovatelé, kteří je vybírají.
-
- ◆ **Děkuji za pozornost.**



Poděkování RobotCub project
 José Santos-Victor, IST Lisbon