

01 HISTORICKÝ VÝVOJ UI

doc. RNDr. Petr Tučník, Ph.D.

petr.tucnik@fpf.slu.cz



VÝVOJ UI

Počátky oboru

Kybernetika

První neuronové sítě

Hry

Turingův test

Logic Theorist

Darthemouthská konference

Zlatý věk

Prohledávací algoritmy

Stavové prostory

General Problem Solver

Zpracování přirozeného jazyka

Sémantické sítě

ELIZA

Mikrosvětly

První „AI winter“

Commonsense knowledge

Commonsense reasoning

Perceptrony

Úpadek konekcionismu

Modální logika

Nemonotónní logika

Rozmach

Expertní systémy

Znalostní technologie

Znalostní inženýrství

Rámcová reprezentace

Prolog

Renesance konekcionismu

Projekt 5. generace

Druhá „AI winter“

Nová UI

Tělesnost

Situovanost

Subsymbolické přístupy

Behavioralismus

Reaktivita

Současnost

Data mining

Bayesovské sítě

Normativní expertní systémy

Inteligentní agenty

Ambientní inteligence

Kognitivní robotika

Distribuované řešení problémů

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

POČÁTKY OBORU



POČÁTKY OBORU

- Tři směry výzkumu
 - Kybernetika (Norbert Wiener) – řízení a stabilita elektrických sítí
 - Teorie informace (Claude Shannon) – popis digitálních signálů (all-or-nothing signals)
 - Teorie výpočtu (Alan Turing) – jakákoliv forma výpočtu může být popsána digitálně
- Snaha o vytvoření umělého mozku

NEURONOVÉ SÍTĚ

- První práce, jež může být zařazena do UI, byla vytvořena autory Warrenem McCullochem a Walterem Pittsem (v roce 1943)
- Vytvořili model umělého neuronu, přičemž pracovali se třemi zdroji:
 - Znalostmi o základní fyziologii a funkci neuronů v mozku
 - Formální analýzou pomocí propoziční logiky
 - Turingově teorií výpočtu

NEURON

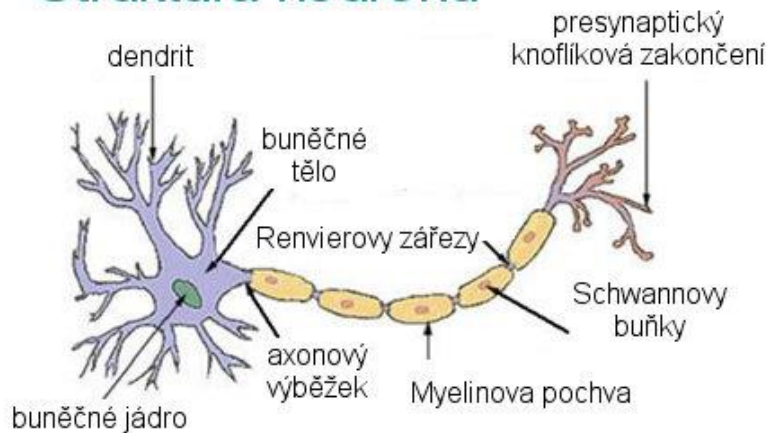


- Specializovaná buňka schopná přenášek elektrické vzruchy
- Zákl. části:
 - Soma (tělo buňky)
 - Dendrity
 - Axon

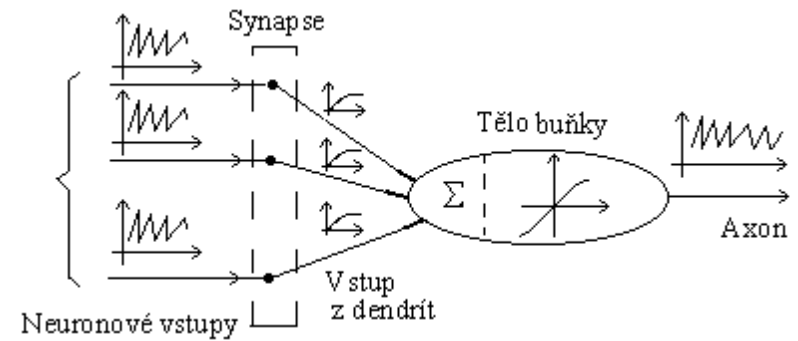


BIOLOGICKÝ A UMĚLÝ NEURON

Struktura neuronu



Zdroj: cs.wikipedia.org



Zdroj: Marček, D.: Neuronové sítě a fuzzy časové řady

1943-1956



NEURONOVÉ SÍTĚ

- Byl vytvořen model umělého neuronu, který byl „zapnutý“ nebo „vypnutý“, přičemž aktivace neuronu byla odezvou na dostatečně silnou stimulaci od okolních neuronů.
- Bylo prokázáno, že s pomocí vhodné sítě propojených neuronů lze vypočítat jakoukoliv vypočitatelnou funkci a že lze implementovat všechny logické spojky (AND, OR, NOT, atd.) s pomocí jednoduchých síťových struktur

UČENÍ V NEURONOVÝCH SÍTÍCH

- Sítě se také dokázaly učit. Donald Hebb (1949) prokázal jednoduché pravidla pro modifikaci intenzity spojení mezi neurony
- Jeho pravidlo se nazývá **Hebbovo učení** a používá se i dnes

SNARC

- První počítač SNARC (Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator) založený na neuronových sítích
- Byl postaven v roce 1950 dvěma studenty Harvardu Marvinem Minskym a Deanem Edmondsem
- Minsky později dokázal velmi důležité teorémy, které ukázaly omezení neuronových sítí

HRY

- V roce 1951 byly na univerzitě v Manchesteru vytvořeny programy pro hraní dámy (Christopher Strachey) a šachu (Deitrich Prinz)
- Pozdější verze dámy (Arthur Samuel) byla úspěšnější než začínající hráči dámy
 - Prohledávání stavového prostoru
 - Minimax strategie
- Samuel prokázal, že počítače mohou dělat víc než jen to, co je jim přímo řečeno – jeho program brzy hrál lépe než jeho tvůrce
- V roce 1956 byl program předveden v televizi a zanechal silný dojem

TURINGŮV TEST (1)

- V roce 1950 uveřejněn článek „*Computing Machinery and Intelligence*“
- Začínal slovy: „I propose to consider the question, ‘Can machines think?’“
- Pojem „myslet“ je obtížné definovat, Turing proto navrhl test, který měl schopnost stroje „myslet“ ověřit

TURINGŮV TEST (2)

- Myšlenka testu:

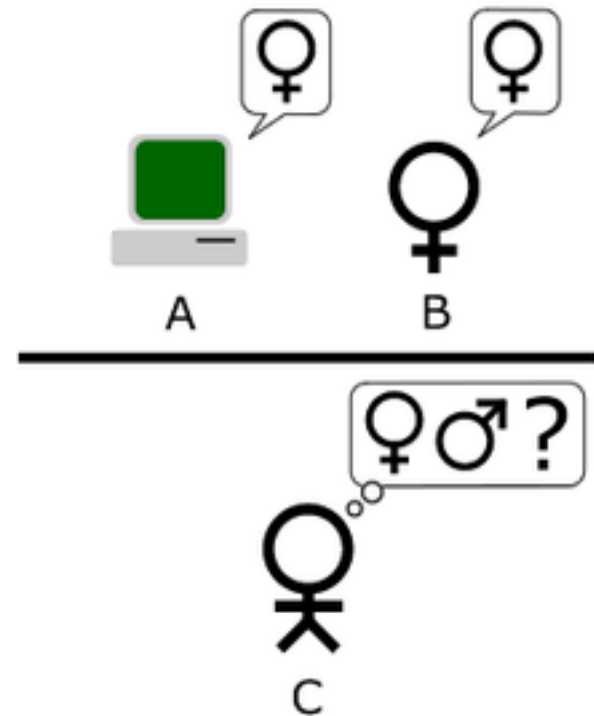
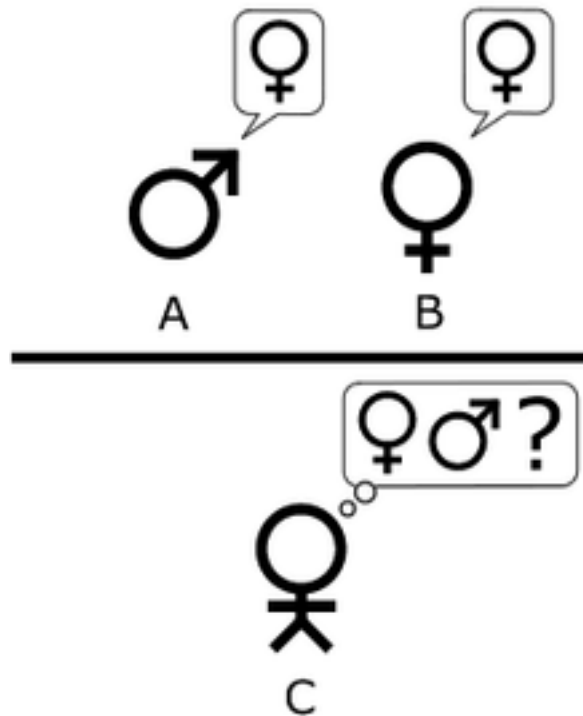
Namísto toho, aby byl napsán výčet vlastností, které jsou pro inteligenci nezbytnými, je test založený na nerozlišitelnosti od nepopíratelně inteligentních tvorů – lidí

- Využívá tzv. imitační hry

IMITAČNÍ HRA (1)

- Společenská hra, která zahrnuje tři osoby: muže (A), ženu (B) a hráče C (může být muž i žena)
- Hráč C může s hráči A a B komunikovat pouze formou psaných otázek
- Do vypršení časového limitu má C za úkol rozhodnout, který z hráčů je muž a který žena
- Úkol hráče A je zmást C
- Úkol hráče B je pomoci C rozhodnout se správně

IMITAČNÍ HRA (2)



1943-1956

Zdroj: wiki (EN)



TURINGŮV TEST (3)

- Počítač (UI) projde testem, jestliže lidský operátor – poté co položí sérii psaných otázek – není schopen rozlišit, jestli psané odpovědi přišly od člověka nebo ne

TURINGŮV TEST (4)

- Aby uspěl, počítač musí disponovat následujícími dovednostmi:
 - Zpracování přirozeného jazyka (angličtina)
 - Reprezentace znalostí (uchování informací)
 - Automatizované uvažování (uložené informace jsou použity k zodpovězení otázek a vyvozování nových závěrů)
 - Strojové učení (adaptace na nové okolnosti)
- * Záměrně se vyhýbáme fyzické interakci mezi operátorem a počítačem

TOTÁLNÍ (ROZŠÍŘENÝ) TURINGŮV TEST

- Zahrnuje fyzickou interakci
- Obsahuje navíc
 - Počítačové vidění (operátor testuje percepci testovaného)
 - Robotika (manipulace s předměty – operátor předává zprávy okénkem)

LOGIC THEORIST (1)

- Vytvořen v roce 1955 (Allen Newell, Herbert Simon, J. C. Shaw)
- Program zvládl dokázat 38 z 52 matematických důkazů z *Principia Mathematica*, u některých našel elegantnější konstrukci důkazu

LOGIC THEORIST (2)

- *„We solved the venerable mind/body problem, explaining how a system composed of matter can have properties of mind“*
(Simon)
- Základ pozdějšího označení „silná umělá inteligence“ (Strong AI): *„stroje mohou obsahovat mysl právě tak jako ji obsahují lidská těla“* (Searle)

DARTMOUTHSKÁ KONFERENCE (1)

„The study is to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it. An attempt will be made to find how to make machines use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves.“

Dartmouth AI Project Proposal, J. McCarthy, 31. srpna 1955

DARTMOUTHSKÁ KONFERENCE (2)

- Konání v r. 1956
- Sešly se přední osobnosti různých oborů
(teorie složitosti, simulace jazyků, neuronové sítě, abstrahování obsahu ze senzorických vstupů, vztah náhody a kreativního myšlení, strojové učení...)
- Položeny základy oboru umělé inteligence – vznikl i název Artificial Intelligence
- Výpočetní inteligence (Computational Intelligence) by patrně bylo přesnější, ale „AI“ se ujalo

ZLATÝ VĚK



PROHLEDÁVÁNÍ STAVOVÉHO PROSTORU

- U mnoha problémů hrozila při stavové reprezentaci „kombinatorická exploze“
- Užívání heuristik napomáhá redukovat prostor možných řešení

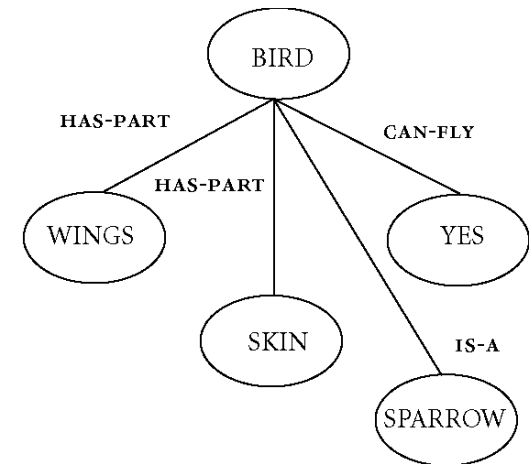
GENERAL PROBLEM SOLVER

- 1959 Herbert Simon, J. C. Shaw, Allen Newell vytvořili program **General Problem Solver**
- Jakýkoliv formalizovaný symbolický problém mohl být vyřešen GPS (matematické důkazy, šachy)
- Byly separovány znalosti o problému (pravidla) od strategie řešení – nová myšlenka (pozdější základ pro expertní systémy)

ZPRACOVÁNÍ PŘIROZENÉHO JAZYKA

- Cíl – usnadnit komunikaci s počítačem
- **Sémantické sítě** reprezentovaly koncepty jako uzly a vazby mezi nimi jako hrany

Sémantická síť



Zdroj: <http://folk.uib.no>

1943-1956

1956-1974



ELIZA

- V r. 1964 – 1966 vznikl program, jehož cílem je přesvědčit uživatele, že počítač nemá problém 5 minut imitovat psychiatra.
- Činnost je založena na třech datových strukturách (2 konstantní, 1 proměnná)
 - Slovník klíčových slov (KDS), na která je vhodné v dialogu reagovat. Každé z nich má přiřazenu váhu a je mu přiřazena zásoba obecně možných reakcí
 - Seznam náhradních reakcí (KDS), které lze použít bez ohledu na to, co Elize pokusná osoba říká
 - Zásobník použitých klíčových slov (PDS) – sem se ukládá každé klíčové slovo, na které program reagoval spolu s pořadím použité reakce
- <http://www-ai.ijs.si/eliza/eliza.html>

ALGORITMUS ELIZY (1)

1. Zahaj dialog, např.: „Dobrý den. Co vás ke mně přivádí?“
2. Čekej na vstup.
3. Je vstupem dohodnutý výraz ukončující dialog (např. „nashledanou“)?
ANO: Rozluč se a ukonči dialog.
NE: Pokračuj.
4. Ohodnot' slova vstupu podle slovníku klíčových slov.
5. Je mezi nimi alespoň jedno klíčové slovo?
ANO: Vyber to s největší váhou.
NE: Pokračuj bodem 7.

ALGORITMUS ELIZY (2)

6. Je k dispozici nějaká dosud nepoužitá reakce na vybrané klíčové slovo? (K vyhodnocení tohoto testu je třeba hledat poslední výskyt vybraného klíčového slova v zásobníku použitých. Tam je uvedeno, kolikátá reakce na ně byla naposledy použita. Pokud by se vybrané klíčové slovo v zásobníku použitých dosud nevyskytovalo, je přirozeně k dispozici hned první reakce ze slovníku.)

ANO: Použij tuto reakci, zaznamenej vše do zásobníku použitých klíčových slov a vrať se k bodu 2.

NE: Pokračuj bodem 7.

ALGORITMUS ELIZY (3)

7. (Do tohoto bodu se postup dostává pouze v případě neúspěchu základního schématu dialogu. Zkoumá se možnost „vrátit se k předchozímu tématu“.) Je k dispozici nějaká dosud nepoužitá reakce na poslední slovo v zásobníku použitých klíčových slov?

ANO: Použij tuto reakci, zaznamenej vše do zásobníku použitých klíčových slov a vrať se k bodu 2.

NE: Použij první dosud nepoužitou náhradní reakci a vrať se k bodu 2.

LISP

- McCarthy v roce 1958 vytvořil v MIT laboratořích Lisp – programovací jazyk, který se postupně stal v UI dominantním
- Ve stejné době začal v MIT působit i Minsky, ale každý reprezentoval jiný pohled na UI
- McCarthy se soustředil na reprezentaci a uvažování prostřednictvím formální logiky, Minsky se zaměřil na aplikaci programů a anti-logický pohled

MIKROSVĚTY

- Minsky se se svými studenty zaměřil na omezené problémy, při jejichž řešení byla vyžadována inteligence
- Tyto omezené domény se nazývaly **mikrosvěty**
- Nejznámějším příkladem je **svět kostek**
- Hlavní úspěch – program SHRDLU (1968-1970, Terry Winograd)
 - Komunikace v angličtině
 - Plánování operací a jejich následné provedení

DŮKAZ KONVERGENCE PERCEPTRONŮ

- V oblasti neuronových sítí byl v roce 1962 (Rosenblatt) učiněn pokrok díky **důkazu konvergence perceptronů**, který ukázal, že učícím algoritmem je možné přizpůsobit síly propojení mezi perceptrony tak, aby odpovídaly jakýmkoliv vstupním datům, za předpokladu, že taková shoda existuje

ENTUSIASMUS

- První léta UI byly provázeny mnoha úspěchy. Vzhledem k (z dnešního hlediska) primitivní úrovni počítačů a programovacích nástrojů bylo ohromující kdykoliv počítač vykonal něco jen trochu chytrého
- Intelektuální elita obecně předpokládala, že „stroje nikdy nemohou udělat X“ (za X si lze dosadit dlouhý seznam problémů) a výzkumníci UI, v reakci na to, jeden po druhém demonstrovali řešení X

OPTIMISTICKÁ OČEKÁVÁNÍ

1958 – Simon & Newell

„Within ten years
will be the work

1957 – Simon

“Within ten years
will discover a
new mathemat

„It is not my aim to surprise or shock you –
but the simplest way I can summarize is to
say that there are now in the world machines
that think, that learn and that create.

1967 – Mins

"Within a generation
of creating 'artificial
substantially be

Moreover, their ability to do these things is
going to increase rapidly until – in a visible
future – the range of problems they can
handle will be coextensive with the range to
which the human mind has been applied.“

1965 – Simon

able, within
any work a

t years we will
the general
average human

1943-1956

1956-1974

FINANCOVÁNÍ VÝZKUMU

- DARPA – Defense Advanced Research Projects Agency
- Granty v hodnotě milionů dolarů poskytovány na výzkumy v oblasti UI

1943-1956

1956-1974

PRVNÍ „AI WINTER“



STŘET S REALITOU (1)

- Původní optimismus se opíral o úspěchy, které UI vykazovala při řešení jednoduchých úkolů
- Ve většině případů však tyto jednoduchá řešení selhávala, jakmile byla aplikována na širší výběr problémů nebo obtížnější úlohy
- První potíže spočívaly v tom, že programy neobsahovaly žádné nebo jen minimální znalosti o podstatě problému
- Úspěšného řešení bylo dosahováno díky jednoduché syntaktické manipulaci

OBECNÉ ZNALOSTI A UVAŽOVÁNÍ (1)

- V období vypuštění Sputniku kolem r. 1957 a začal US National Research Council sponzorovat výzkum zaměřený na překlady Ruských vědeckých textů do angličtiny
- Počítalo se s tím, že jednoduché syntaktické transformace založené na gramatikách obou jazyků postačí k úspěšnému překladu
- Ukázalo se, že překlad vyžaduje obecnou znalost problematiky pro vyřešení dvojznačností a vytvoření smyslu věty

OBECNÉ ZNALOSTI A UVAŽOVÁNÍ (2)

- Známým příkladem demonstrujícím obtíže se stala retranslantace anglického textu: „the spirit is willing but the flesh is weak“ větou: „the vodka is good but the meat is rotten“
- V roce 1966 bylo financování pozastaveno kvůli nedostatečným výsledkům
- Dnešní strojový překlad je stále nedokonalý, ale nachází své využití v technických, komerčních, vládních i internetových dokumentech

NEŘEŠITELNÁ OBTÍŽNOST ÚLOH (1)

- Druhým typem obtíží byla nezvládnutelnost některých problémů
- Většina UI programů řešila problémy zkoušením různých kombinací kroků dokud nebylo nalezeno řešení
- Mikrosvětly, na které byly tyto řešení aplikovány, však obsahovaly velmi málo objektů a množina aplikovatelných akcí byla velmi omezená

NEŘEŠITELNÁ OBTÍŽNOST ÚLOH (2)

- Dokud se neobjevila teorie složitosti, obecně se považovalo za platné, že řešení větších problémů vyžaduje jednoduše rychlejší HW a větší paměti
- *Skutečnost, že program je v principu schopen nalézt řešení neznamena, že program v praxi obsahuje nějaký mechanismus, kterým by byl schopen jej nalézt*

1943-1956

1956-1974

1974-1980

NEŘEŠITELNÁ OBTÍŽNOST ÚLOH (3)

- V r. 1972 Richard Karp prokázal, že existuje celá řada problémů, které mohou být vyřešeny pouze v exponenciálním čase (vzhledem k velikosti vstupu)
- Nalezení optimálního řešení pak vyžaduje nepředstavitelné množství strojového času, krom úloh, které jsou triviální (mikrosvěty)
- Přístupy nelze rozšiřovat až na úroveň užitečných reálných aplikací – tzv. **slabé metody**

OMEZENÍ ZÁKLADNÍCH STRUKTUR (1)

- Třetí obtíží byly fundamentální omezení vyvstávající z použití základních struktur použitých ke generování inteligentního chování
- Např. Minsky a Papert ve své knize *Perceptrons* (1969) dokázali, že ačkoliv se perceptrony (jednoduchá forma neuronové sítě) dokáží naučit všemu, co jsou schopné reprezentovat, mohou toho reprezentovat jen velmi málo

OMEZENÍ ZÁKLADNÍCH STRUKTUR (2)

- Tyto výsledky se sice nevztahovaly na složitější, vícevrstvé sítě, ale pozastavily financování výzkumu neuronových sítí až do konce 80-tých let
- Ironií bylo, že znovuvzkříšení neuronových sítí bylo způsobeno backpropagation algoritmem, který byl původně vyvinut již v roce 1969 (Bryson a Ho)

1943-1956

1956-1974

1974-1980

PROBLÉMY REPREZENTAČNÍCH STRUKTUR

- Výzkum ukázal, že ordinární dedukce zahrnující plánování nebo usuzování nelze aplikovat bez změn ve struktuře použité logiky
- Vznikly postupně nové typy reprezentací – modální logiky, nemonotónní logiky

1943-1956

1956-1974

1974-1980

KONEC FINANCOVÁNÍ

- Nedostatečné výsledky způsobily ztrátu peněz z grantů
- ALPAC report (1966) – špatné strojové překlady
- Lighthill report (1973) – likvidace UI komunity v Británii, nedosahovali stanovených cílů
- DARPA – ukončila financování kvůli nespokojenosti s výsledky v oblasti zpracování přirozeného jazyka
- Od r. 1974 bylo dosti obtížné najít financování pro UI projekty

1943-1956

1956-1974

1974-1980

ROZMACH UI



EXPERTNÍ SYSTÉMY

- ES je program, který zodpovídá dotazy nebo řeší problémy spadající do specifické znalostní domény; napodobuje přitom uvažování experta
- DENDRAL (1965) – stanovení chemické složení na základě spektrometrického měření
- MYCIN (1972) – diagnostika krevních infekcí

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

MYCIN

- Sloužil k diagnostice krevních infekcí a z hlediska úspěšnosti byl srovnatelný s některými lékaři a byl výrazně úspěšnější než začínající lékaři
- Obsahoval tzv. faktory určitosti (certainty factors), které reflektovaly neurčitost dílčích výsledků diagnózy

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

PRÁCE SE ZNALOSTMI

- 80.-léta orientace na znalostní systémy a znalostní inženýrství
- CYC (1984) – první pokus vytvořit rozsáhlou srozumitelnou znalostní bázi – ontologii, která zachycuje každodenně používané znalosti (commonsense knowledge)
- Práce měla trvat dekády
- Douglas Lenat (vedoucí projektu):

„ there is no shortcut — the only way for machines to know the meaning of human concepts is to teach them, one concept at a time, by hand“

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

RÁMCOVÁ REPREZENTACE (1)

- Kvůli rozšiřování aplikací určených k řešení problémů reálného světa vznikla potřeba vhodným způsobem reprezentovat znalostní reprezentační schéma
- Systémy založené na logice představovaly jednu možnost (Prolog v Evropě, PLANNER v USA)

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

RÁMCOVÁ REPREZENTACE (2)

- Alternativou bylo využití konceptu rámcové reprezentace (frames), který vyvinul Minsky (1975), které umožňovaly strukturovaně řadit fakta o určitých objektech či událostech do velkých taxonomických hierarchických struktur (analogicky např. s biologickou taxonomií)

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

APLIKACE ES

- Prvním úspěšným komerčním ES byl R1, který byl nasazen v Digital Equipment Corporation (McDermott, 1982)
- Program R1 pomáhal konfigurovat příkazy pro nové počítačové systémy. Už v roce 1986 činil odhad úspor pro společnost \$40 milionů ročně
- Téměř každá US korporace měla vlastní UI oddělení a buďto vlastnila nebo zkoumala ES

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

RENESSANCE KONEKCIONISMU

- John Hopfield (1982) dokázal u speciálního typu neuronových sítí nový způsob učení, tzv. Hopfieldovy sítě
- David Rumelhart (1982) znovuobjevil tzv. „backpropagation“ algoritmus (zpětného šíření chyby) pro učení neuronových sítí
- Kniha *Parallel Distributed Processing* 1986
- Vyvrátila se většina původních výhrad Minského

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

5TH GENERATION PROJECT & MCC

- 1981 – Japonsko vyhlásilo „Fifth generation“ projekt – desetiletý plán vybudovat počítače využívající Prolog
- Jako odpověď založila US vláda Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) jako výzkumné konsorcium, které mělo zajistit národní konkurenceschopnost
- Další projekty: ALVEY (UK), DARPA (USA)

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

VÝZKUMNÉ PROJEKTY

- Ani jedné straně se nepodařilo dosáhnout svých ambiciózních cílů
- Celkově vzrostl podíl investic do UI průmyslu z několika milionů dolarů v roce 1980 na miliardy dolarů v roce 1988
- Brzy následovalo období tzv. „AI winter“ během něhož mnoho společností utrpělo ztráty, jelikož nebylo schopno dostát svým přehnaným slibům

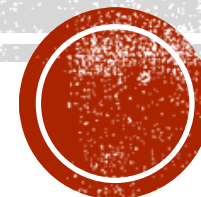
1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

DRUHÉ OBDOBÍ „AI WINTER“



POKLES FINANCOVÁNÍ

- Vzestup expertních systémů opět vytvořil nereálná očekávání
- Firmy postupně omezily investice do UI
- 1987 – kolaps trhu specializovaného na UI
 - Stolní počítače IBM a Apple se staly výkonnější než dražší LISP počítače
 - Půlmiliardové odvětví bylo finančně zničeno „přes noc“

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

NOVÁ UI

- Odklon od tradičních konceptů, založený na robotice
- **Tělesnost** (embodiment) a **situovanost** (situatedness) – potřeba vnímat, pohybovat se, přežívat, interagovat se světem – teprve tím vznikají projevy skutečné inteligence
- Důraz na senzomotorické schopnosti
 - Stejná důležitost pro vysokoúrovňové procesy jako, tzv. „commonsense reasoning“
 - Inteligence by měla být budována „odspodu nahoru“

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

MORAVCŮV PARADOX

- (Hans Moravec, Rodney Brooks, Marvin Minsky) Vysokoúrovňové uvažovací procesy vyžadují méně výpočtů než nízkoúrovňové senzomotorické schopnosti

„it is comparatively easy to make computers exhibit adult level performance on intelligence tests or playing checkers, and difficult or impossible to give them the skills of a one-year-old when it comes to perception and mobility“

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

SUBSYMBOLICKÉ PŘÍSTUPY

- David Marr (pozdější 70. léta) – zaměření na počítačové vidění, odmítal symbolické přístupy

„AI need to understand the physical machinery of vision from the bottom up before any symbolic processing takes place“

- Využití neuronových sítí

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

BEHAVIORALISMUS (1)

- Rodney Brooks (1990) – zaměřil se na hypotézu systému fyzických symbolů
- Symboly nejsou vždy třeba, nejlepší reprezentací světa je sám svět

„The world is its own best model. It is always exactly up to date. It always has every detail there is to be known. The trick is to sense it appropriately and often enough.“

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

BEHAVIORALISMUS (2)

- Brooksův přístup se později odrazil i v multiagentových systémech v oblasti tzv. reaktivních agentů

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

SOUČASNOST



UI SE STÁVÁ VĚDOU (1)

- V dnešní době se již UI může opírat o existující teorie (není třeba navrhovat nové) a opírat se o dobře zpracované teorémy a experimentální důkazy spíše než na intuici
- Lze prokazovat relevanci k řešení reálných problémů na skutečných aplikacích a není třeba se omezovat jen na hříčky - umělé problémy (tzv. toy problems)

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

UI SE STÁVÁ VĚDOU (2)

- Z hlediska metodiky nyní UI spadá pod vědecké metody. Hypotézy musí podstupovat přesné empirické experimenty a výsledky musí být statisticky analyzovány.
- Využitím Internetu a sdílených úložišť testovacích dat a zdrojových kódů je možné opakovat experimenty dle potřeby
- Tento vývoj ilustruje např. rozpoznávání řeči
- V 70-tých letech bylo na vybraných příkladech prezentováno mnoho různých *ad-hoc* architektur a přístupů

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

SKRYTÉ MARKOVOVY MODELY (ŘETĚZCE)

- Nyní oblasti dominují tzv. skryté Markovovy modely (hidden Markov models - HMMs). Dva aspekty jsou důležité:
 - Mají pevný matematický základ (výzkumníci se mohou opírat o několik desetiletí matematických výsledků i z jiných oborů)
 - Jsou vytvářeny trénováním z velkého korpusu reálných příkladů řeči (výkon je robustní, postupně se zlepšuje)
- Technologie pro zpracování řeči (a příbuzné techniky) se stává rozšířenou oblastí průmyslových a spotřebitelských aplikací

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

DATA MINING

- Podobným příkladem jsou neuronové sítě (NS)
- V 80-tých letech se výzkum zaměřoval na zjištění toho, co všechno může být realizováno a jak se NS liší od „tradičních“ postupů
- S využitím teoretických modelů (framework) bylo možné porovnat to, co dovolují NS, s korespondujícími postupy statistiky, rozpoznávání vzorů a strojového učení
- Jako výsledek byla vytvořena technologie dolování dat (data mining), která se rychle stala čínorodým vyvíjejícím se průmyslem

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

BAYESOVSKÉ SÍTĚ

- V 80-tých letech byl vytvořen formalismus tzv. **Bayesovských sítí**, který umožňoval efektivní reprezentaci a práci s neurčitými znalostmi (Cheeseman 1985, Pearle 1988)

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

NORMATIVNÍ EXPERTNÍ SYSTÉMY

- Tento přístup překonal mnoho problémů, se kterými se potýkaly systémy pro práci s pravděpodobností v 60-tých a 70-letech, a nyní dominuje oblasti expertních systémů pracujících s neurčitostí
- 1986 - byla prezentována idea **normativních ES** – jednájí racionálně podle principů teorie rozhodování a nesnaží se napodobovat postupy lidských expertů
- Operační systém WindowsTM obsahuje několik normativních ES pro opravování problémů.

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

ROZDĚLOVÁNÍ OBORU UI

- Vývoj prodělaly i další disciplíny jako robotika, počítačové vidění a reprezentace znalostí
- Lepší pochopení problémů a jejich složitosti umožnilo aplikovat robustní metody a vést proveditelný výzkum
- Formalizace a specializace často vyústily ve fragmentaci – témata jako vidění a robotika byly součástí hlavního proudu UI
- Sjednocující pohledy na UI, např. koncept racionálních agentů, mohou vést k opětovnému sjednocení takovýchto nesourodých oblastí

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

INTELIGENTNÍ AGENTY

- Agentové paradigma vzniklo v 90-tých letech
- Inteligentní agent je entita, která vnímá své prostředí a provádí akce, které maximalizují šance na úspěch (při plnění úkolu)
- Studují se všechny formy inteligence, rozhodovacích mechanismů
- Kognitivní robotika, racionální agenty

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

EMERGENCE INTELIGENTNÍCH AGENTŮ

- Díky tomu, že se podařilo vyřešit část podproblémů UI, obrátila se pozornost výzkumníků zpět k agentům
- Projekt SOAR (State, Operator And Result, 1987) je nejznámějším příkladem ryze agentové architektury
- Tzv. „situovaný pohyb“ se zaměřuje na porozumění činnosti agentů umístěných v reálných prostředích s nepřetržitým vstupem informací ze senzorů

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

MILNÍKY UI (1)

- 1997 – počítač Deep Blue porazil velmistra šachu Garry Kasparova
- 2005 – autonomní robot zvítězil v DARPA Grand Challenge – neupravená trasa byla dlouhá 131 mil
- 2007 – autonomní robot zvítězil v DARPA Urban Challenge – 55 mil v městském prostředí, kdy se musel přizpůsobovat dopravě a dodržovat předpisy

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

MILNÍKY UI (2)

- 2011 – systém IBM Watson zvítězil ve znalostní soutěži Jeopardy! nad dvěma přeborníky s významným náskokem

1943-1956

1956-1974

1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

APLIKAČNÍ OBLASTI UI



Data mining



Průmyslová robotika



Logistika



Rozpoznání řeči



Vojenství



Bankovníctví



Diagnostika



Vyhledávání na Internetu

1943-1956

1956-1974

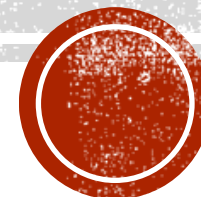
1974-1980

1980-1987

1987-1993

1993-dnes

DĚKUJI ZA POZORNOST



POUŽITÉ OBRÁZKY

- <http://singulartechnologies.com/>
- <http://www.webderobot.com>
- <http://cmlogistics.tradeindia.com>
- <http://www.findbiometrics.com>
- <http://www.a2zli.com>
- <http://www.nemon.com>
- <http://www.zachrana-dat.cz>

POUŽITÁ LITERATURA

- Russell, S. & Norvig P.: Artificial Intelligence – A Modern Approach (3rd Ed.), Pearson, 2009, ISBN 978-0136042594