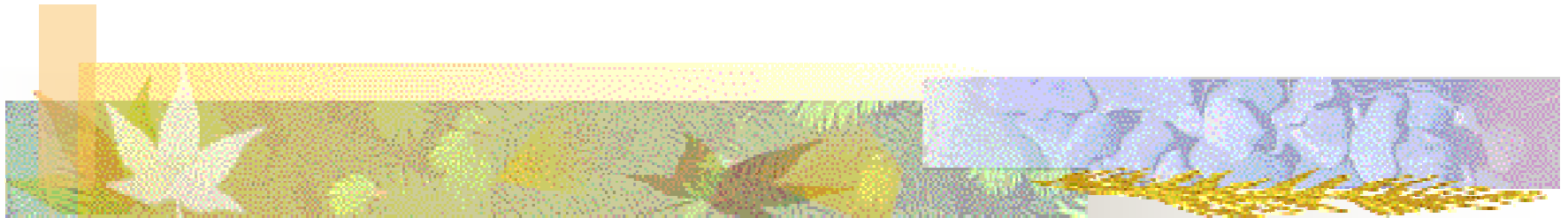


Umelá inteligencia I

Mária Markošová



I34 a

markosova@ii.fmph.uniba.sk

konzultácie: utorok 13.00- 16.00



Podmienky absolvovania predmetu (UI)

1. **Cvičenia nie sú povinné:** na cvičenia treba chodiť podľa pokynov cvičiacich (Čajági, Frtús, Dillinger, Čertický). Môžete získať 30 bodov. Kto nebude chodiť na cvičenia, alebo neurobí úlohy (doma, po dohode s cvičiacim), má na skúške automaticky o 30 bodov menej.
2. Prednášky **nie sú** povinné. <http://ii.fmph.uniba.sk/zui/>
3. Hodnotenie cvičiaceho je 30 % známky, skúška 70 %.
4. Ostatné ohľadom cvičení je v kompetencii cvičiaceho.
5. **Skúška:** bude písomnou formou.
6. Termíny: budem sa držať striktné zákonov v žltej knižke, **skúšam len cez skúšobné**, ako opravný termín máte právo využiť vypísané termíny. Termín označený ako posledný bude naozaj posledný, **žiadny dodatočný termín po ňom už nebude**. Znamky zapisujem do indexu **len** v rámci na to určených zapisovacích termínoch.



Hodnotenie na skúškach

95 - 100 bodov	A
88 - 94 bodov	B
79 - 87 bodov	C
68 - 78 bodov	D
55 - 67 bodov	E



Podmienky absolvovania predmetu (KV)

1. Namiesto cvičení vypracujete projekt, jeho tému zadám ja po dohode s vami. Ak ho nevypracujete, máte na skúške automaticky o 30 bodov menej.
2. Študenti FMFI môžu namiesto projektu absolvovať normálne cvičenia.
3. Inak platí všetko, čo pre študentov UI.
4. Obťažnosť skúšky bude prispôsobená.



Čo je to inteligencia?

1. Slovníkové definície.

- a) Inteligencia je schopnosť získavať vedomosti a aplikovať ich.
- b) Inteligencia je schopnosť myslieť a odvodzovať nové poznatky.
- c) Inteligencia je schopnosť myslieť, odvodzovať nové poznatky, získavať znalosti a aplikovať ich.



2. Technologická definícia

Inteligencia je schopnosť spracovávať informácie (processing capability)

3. Encyklopedická definícia (Columbia University Press)

Inteligencia je všeobecná schopnosť myslí, ktorá zahrňuje výpočet, vyvodzovanie nových poznatkov, uvažovanie, vnímanie vzťahov a analógií, schopnosť rýchlo sa učiť, schopnosť udržiavať a dolovať informácie, používať plynule jazyk, klasifikovať, zovšeobecňovať a prispôsobovať sa novým situáciám.

4. Definície psychológov

a) Binetova definícia (Binet, fr. psychológ): Inteligencia je totalita mentálnych procesov, ktoré vedú k adaptácii na okolie.

b) Callelova definícia (Raymond Callel, psychológ): Inteligenciu delíme na dve časti. Plynulá schopnosť (fluid ability) je základná mentálna schopnosť človeka vyvodzovať závery a kryštalizovaná schopnosť (crystalized ability) sú informácie a zručnosti získané skúsenosťou života v kultúrnom prostredí.



5. Medicínska definícia

Inteligencia je schopnosť získavať a spracovávať vedomosti so zameraním na nejaký cieľ.



Čo je umelá inteligencia ?

Kelemen a kol. (Základy umelej inteligencie, Alfa, 1992) :

- a) Umelá inteligencia je umelo vytvoriteľný jav, ktorý dostatočne presvedčivo pripomína fenomén ľudskej inteligencie.
- b) Názov zastrešujúci široké spektrum úsilí realizovať umelú inteligenciu vo význame a)
- c) Oblasť poznávania skutočnosti, ktorá sa zaoberá hľadaním hraníc a možností symbolickej, znakovej reprezentácie poznatkov.

Návrat a kol. (Umelá inteligencia, Vydavateľstvo STU, 2001):

Cieľom umelej inteligencie je vytvoriť, zostrojiť inteligentné objekty a porozumieť im. Nie je jej cieľom odpovedať na otázku čo je inteligencia.

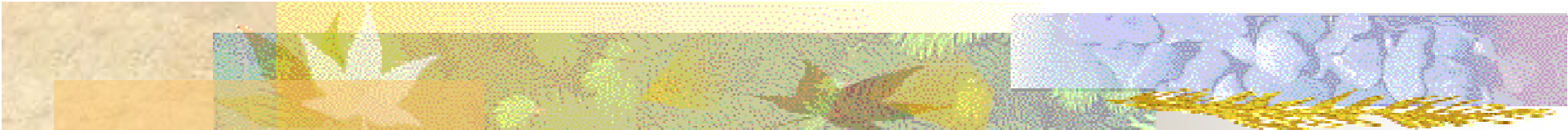


Šefránek (Inteligencia ako výpočet, IRIS, 2000):

Jadrom umelej inteligencie je úsilie pomocou výpočtu, pod ktorým rozumieme spracovanie informácií, modelovať inteligentné správanie, rozmýšľanie.

Russel, Norvig (Artificial Intelligence; a modern approach, Prentice – Hall 1995):

- a) AI is the exciting new afford to make computers think, to make machines with minds in the full and literal sence (Haugeland, 1985)
- b) AI studies mental faculties through the use of computational models (Charniak and Mc Dermott, 1985). It is the study of the computations that make it possible to perceive, reason and act.(Winston, 1992)

- 
- c) AI is a field of study that seeks to explain and emulate intelligent behavior in terms of computational processes. (Schalkoff, 1990)
 - d) AI is the branch of computer science that is connected with the automatization of intelligent behavior“ (Luger and Stubblefield, 1993)

Nils J. Nilsson, Artificial intelligence: A new synthesis (1998)

AI concerns with intelligent behavior in artifacts. Intelligent behavior involves perception, reasoning, learning, communicating and acting in complex environments.

Long term goal of AI: Developement of machines, that can do these things as human can.

4 kategórie definícií AI

Modelovanie ľudského myslenia

Modelovanie ľudského konania

a) Systémy, ktoré myslia ako ľudia (prístup cez kognitívne vedy, skúmanie ľudskej mysle)	c) Systémy, ktoré myslia racionálne (prístup cez skúmanie zákonov myslenia a ich aplikovanie)
b) Systémy, ktoré konajú ako ľudia (prístup cez Turingov test)	d) Systémy, ktoré konajú racionálne (prístup cez racionálne agenty)



Rozdelenie umelej inteligencie

1. Symbolová umelá inteligencia (najstaršia časť založená na symboloch a logike ako jazyku pre agentov)
2. Subsymbolová umelá inteligencia (neurónové siete, genetické algoritmy, inšpirované ľudským myslením)



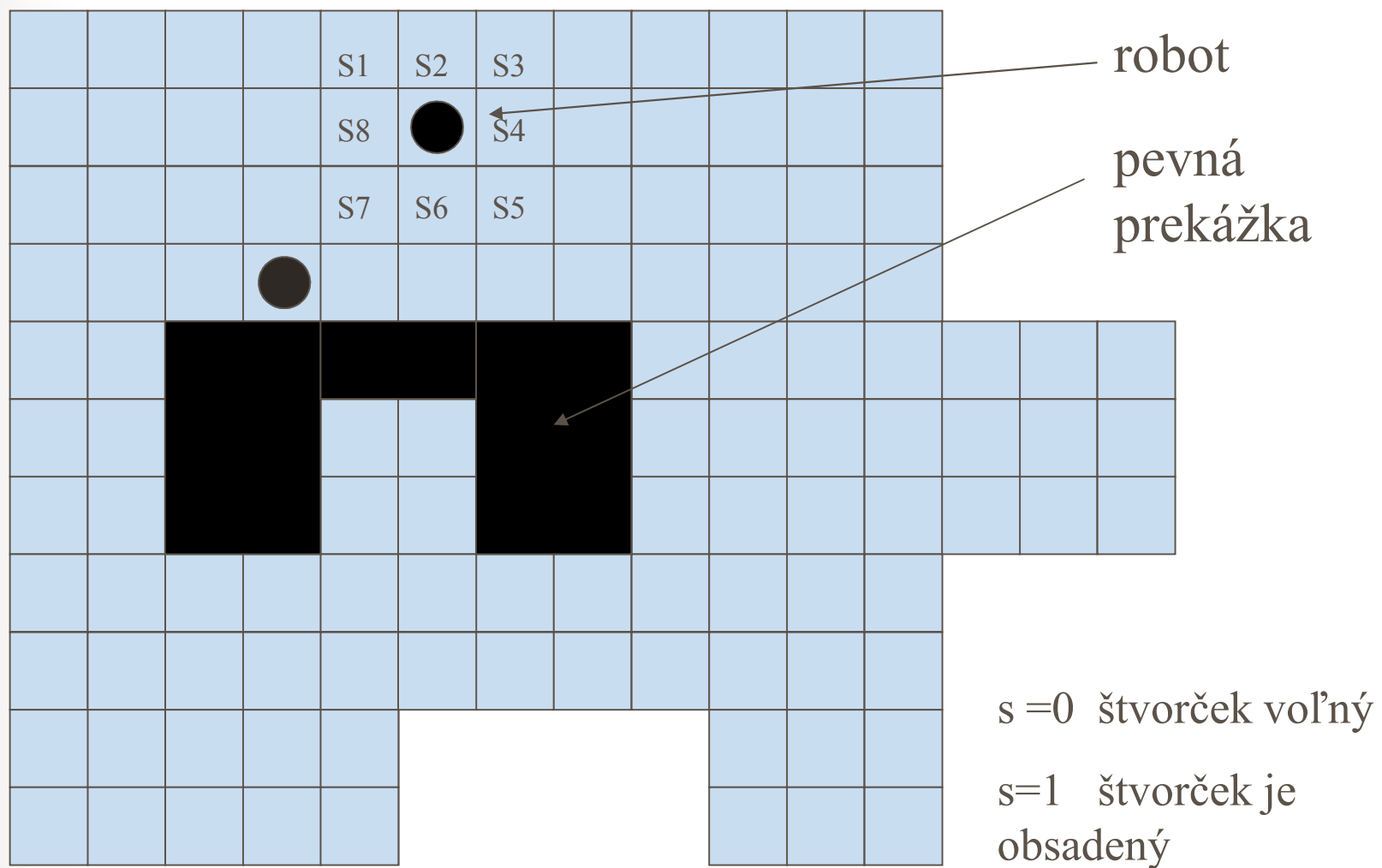
Symbolová umelá inteligencia

1. Je založená na hypotéze Newela a Simona, 1976:

Fyzikálny symbolový systém je stroj. Nezáleží na tom, z čoho je vybudovaný, na čom záleží je to, že je schopný spracovávať symboly (dáta).


2. Pracuje sa s pojmom agent.
3. Pracuje sa s databázou znalostí, zapísanou v jazyku logiky, znalosti (knowledge) sa reprezentujú vo forme logických viet.
4. Vyžaduje sa dobrá znalosť o doméne v ktorej agent pôsobí.

Paradigmatický příklad





Dizajnovanie inteligentných agentov v tomto prístupe vyžaduje:

- 
- **Úroveň zbierania znalostí (knowledge level):** dizajnér špecifikuje, ktoré znalosti o doméne sú pre agenta potrebné. Snaží sa ich čo najviac zjednotiť.
 - **Symbolová úroveň (symbol level):** reprezentovanie znalostí o doméne pomocou symbolových štruktúr, špecifikovanie nevyhnutnej množiny operátorov nad týmito štruktúrami.
 - **Implementačná úroveň:** implementovanie algoritmov, ktoré dokážu vyvodzovať nové znalosti, odvodzovať najlepšie akcie agenta



Subsymbolová AI

1. Nepracuje so symbolmi, ale so signálmi (signal processing approach).
2. Na spracovanie signálov používa techniky inšpirované prírodou (neurónové siete).
3. Vede to k **emergentným** javom.
4. Tejto časti AI sa venovať nebudeme.



Obsah prvého semestra.

1. Úvod: čo je UI, pojem „agent“.
2. Jednoduchí agenti a prostredie v ktorom sa pohybujú.
3. Prehľadávanie: agenti zameraní na riešenie problémov, hračkové problémy, stromy prehľadávania, stratégie prehľadávania všeobecne.
4. Metódy prehľadávania I (neinformované).
5. Metódy prehľadávania II (informované).
6. Obmedzujúce podmienky (CSP problem) a ako ich splniť.
7. Hry (MINMAX, alfa-beta orezávanie, expectiminimax)
8. Logickí agenti – úvod, báza znalostí, jazyk agentov – logika
9. Výroková logika a predikátová logika – rýchly prehľad.
10. Použitie výrokovkej logiky pre tvorbu agentov.
11. Použitie predikátovej logiky pre tvorbu agentov.
12. Plánovanie – partial order planning, graphplan algoritmus.



Obsah ZUI2 (pre tých, čo chcú pokračovať)

- Bayesovské vyvodzovanie.
- Bayesovské siete.
- Časové rady, klasická teória.
- Box – Jenkinsove modely.
- Časové rady s neurčitostou.
- Základy teórie rozhodovania.
- Siete.



Užitočný link a stránka:

<http://aima.cs.berkeley.edu>: Kapitoly z knihy Russella Norviga, priesvitky k prednáškam

Stránka predmetu: <http://ii.fmph.uniba.sk/zui/>

Literatúra: Russel, Norwig: Artificial Intelligence, a modern approach

Nills J. Nilsson: Artificial Intelligence. A new Synthesis



Na čom stojí UI?

1. Filozofia:

Otázky: a) Možno použiť formálne pravidlá na odvodenie platných záverov?

b) Ako sa k sebe majú vedomie a telo?

c) Čo sú vedomosti, kde sa berú a ako ovplyvňujú konanie?

2. Matematika

Aké sú pravidlá na odvodzovanie pravdivých záverov?

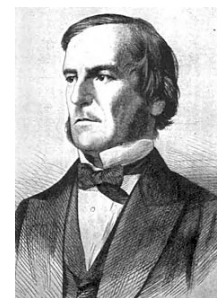
Čo možno spočítať? Čo sa dá spraviť s neurčitou informáciou?

ALGORITMUS:

Euklides: algoritmus na počítanie najväčších spoločných deliteľov (300 pr. Kr.)

al -Khowarazmi: mal tušenie, čo je algoritmus (formálne vyjadrenie výpočtu),
900 n.l.

Bool George (1850): algoritmy logickej dedukcie



LOGIKA

Bool: boolovská výř. logika(1848) **Frege:** logika 1. řádu (1848-1925)

Tarski: teória referencie, ako sa logické objekty vzťahujú k reálnym objektom
(prelom 19. a 20. storočia).

Otázka: Kde sú limity logiky a počítania?

Russelov paradox (1872-1970) :

Ak holič holi len tých, čo sa neholia sami, môže oholiť sám seba? Inými slovami: Je množina množín tiež množina?

Logika budovaná na intuitívnych základoch nie je spoľahlivá.

Hilbert (1900): pokus o záchranu klasickej matematiky starostlivým



prepracovaním spôsobov vyvodzovania záverov v logike. Predložil
23 kľúčových



problémov na riešenie.

Decision problem: *Specify a procedure which, in a finite number of steps, enables one to determine whether or not a given diophantine equation with an arbitrary number of indeterminates and with integral coefficients has a solution in rational integers* (pôvodná Hilbertova formulácia)

Dá sa skutočne dokázať, že o každom zmysluplnom matematickom tvrdení možno dokázať či je pravdivé alebo nepravdivé?

Goedel (1906-1978) : Vety o neúplnosti: Dokázal, že v každom logickom systéme, dostatočne bohatom na to, aby opísal obyčajnú aritmetiku, môžeme sformulovať také tvrdenie, ktoré nemôžeme dokázať logickým odvodzovaním z axióm daného logického systému a nie sme schopní dokázať ani to, že tieto tvrdenia sú v spore s axiómami.

↓ ↓
Existujú funkcie celých čísiel, ktoré nemožno reprezentovať algoritmom.

Alan Turing (1912 – 1954):

1912 (23 June): Birth, Paddington, London

1926-31: Sherborne School

1930: Death of friend Christopher Morcom

1931-34: Undergraduate at King's College, Cambridge University

1932-35: Quantum mechanics, probability, logic

1935: Elected fellow of King's College, Cambridge

1936: **The Turing machine, computability, universal machine**

1936-38: Princeton University. Ph.D. Logic, algebra, number theory

1938-39: Return to Cambridge. Introduced to German Enigma cipher machine

1939-40: The Bombe, machine for Enigma decryption

1939-42: Breaking of U-boat Enigma, saving battle of the Atlantic

1943-45: Chief Anglo-American crypto consultant. Electronic work.

1945: National Physical Laboratory, London

1946: Computer and software design leading the world.

1947-48: **Programming, neural nets, and artificial intelligence**

1948: Manchester University

1949: **First serious mathematical use of a computer**

1950: **The Turing Test for machine intelligence**

1951: Elected FRS. Non-linear theory of biological growth

1952: Arrested as a homosexual, loss of security clearance

1953-54: Unfinished work in biology and physics

1954 (7 June): Death (suicide) by cyanide poisoning, Wilmslow, Cheshire.





Turing:

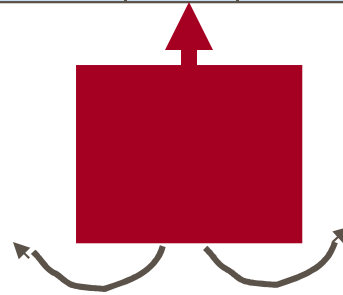
Otázka: Dá sa presne charakterizovať, ktoré funkcie celých čísiel možno vypočítať?



Church – Turingova hypotéza: Ak je funkcia vypočítateľná, tak je vypočítateľná na Turingovom stroji.

Turingov stroj: Teoretické zariadenie schopné spracovať symboly za pomoci súboru pravidiel.

x	x	x	1	1	0	1	0	x	x	x	x
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



abeceda: 0, 1, X

inštrukcie: vľavo, vpravo, píš **s** (hlavica napíše symbol **s** z abecedy), ak **s** potom **m**, inak **n**



Program pre Turingov stroj: pripočítame jednotku k ...xxx11xxx...

- a) ak 1 potom b inak e
- b) píš 0
- c) vl'avo
- d) ak 1 potom b inak e
- e) píš 1
- f) vpravo
- g) ak x potom h inak f
- h) vl'avo



Matematická definícia Turingovho stroja:

One-tape Turing machine (Wikipedia)

More formally, a (one-tape) Turing machine is usually defined as a 6-tuple $M = (Q, \Gamma, s, b, F, \delta)$, where

- Q is a finite set of states
- Γ is a finite set of the tape alphabet
- $s \in Q$ is the initial state
- $b \in \Gamma$ is the blank symbol (the only symbol allowed to occur on the tape infinitely often at any step during the computation)
- $F \subseteq Q$ is the set of final or accepting states
- $\delta : Q \times \Gamma \rightarrow Q \times \Gamma \times \{L, R\}$ is a **partial function** called the transition function, where L is left shift, R is right shift.



Turingov test ako definícia inteligencie

Turing r 1950: test definuje inteligenciu v operačnom zmysle

Inteligentne sa systém správa vtedy, ak dokáže to čo človek pri riešení kognitívnych úloh a postačuje na to, aby výskumník, čo kladie otázky, nevedel rozlíšiť, či sa pýta človeka alebo nie.



Turingov test:

Človek kladie otázky a má zistiť, či mu odpovedá počítač, alebo druhý človek sediaci v inej miestnosti.

Čo musí systém zvládnuť?

1. Spracovanie jazyka
2. Reprezentovať nejakým spôsobom znalosti o svete
3. Automaticky používať uložené informácie, vyvodiť z nich nové závery
4. Adaptovať sa na nové okolnosti, učiť sa



Pravdepodobnosť

1700: Bernoulli: pravdepodobnosť ako stupeň presvedčenia

Bayes: Bayesove zákony

Vedie to na bayesovské siete, bayseovské vyvodzovanie,
bayesovské programovanie robotov (UI II)

1950: Von Neumann a Morgenstern : decision theory – teoretická

báza pre dizajn inteligentných agentov, spája teóriu
pravdepodobnosti s utility theory (UI II)



4. Psychológia

Ako ľudia a zvieratá myslia a konajú?

5. Neurovedy

Ako mozog spracováva informáciu?

1873: **Golgi**: metóda pozorovania jednotlivých neurónov, neuróny plávajú
v spojitnej hmote mozgu

1900: **Ramon y Cachal**: mozog je vlastne sieť neurónov

1929: **Berger**: prvé zariadenie na EEG

1990: **Ogawa**: obrázky mozgu pomocou magnetickej rezonancie

Súčasnosť: je štruktúra mozgu sieťou malého sveta?

6. Počítače

Počítač: chápe sa ako umelý prístroj, ktorý môže demonštrovať niektoré procesy inteligentného správania.

1650: Pascal: mechanický počítač na sčítanie a odčítanie

1694: Leibnitz: pridal aj funkciu násobenia

1750: Babbage: navrhol mechanický počítač schopný logaritmovať
ale ho nezrealizoval



Babbage: idea adresovateľnej pamäte, idea programu na diernych štítkoch

Ada Lovelace: predvídala všestrannú použiteľnosť počítačov, pokúšala sa písať programy pre Babbageov stroj.

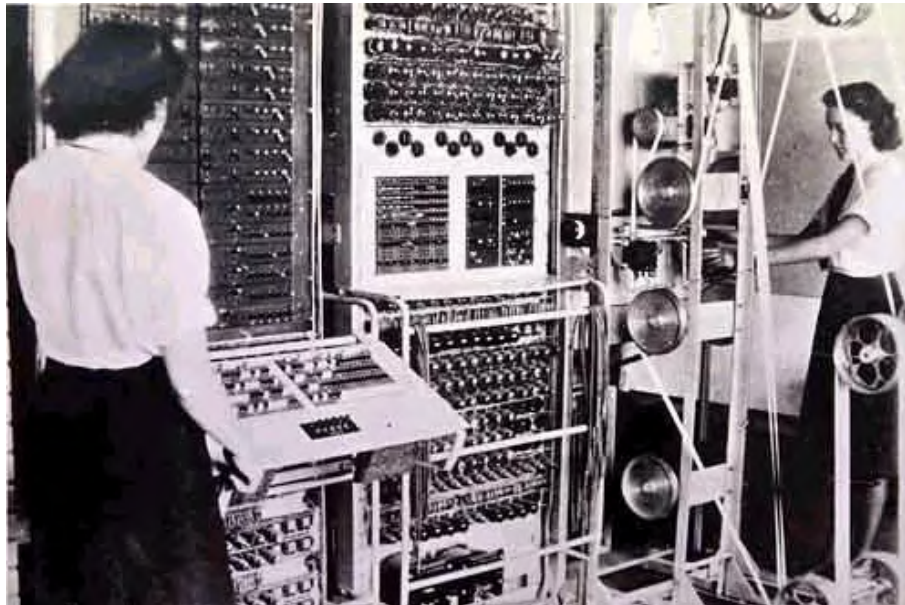


1940: počítač Heath Robinson – Turing ; určený na dešifrovanie nemeckých tajných správ

1941: Z-3; prvý programovateľný počítač, K. Zusse, Nemecko

1942: ABC, prvý elektornický počítač; Atanasoff, Berry, Iowa St. Uni.

1943: Colossus – dokonalejšia varianta Heath Robinson

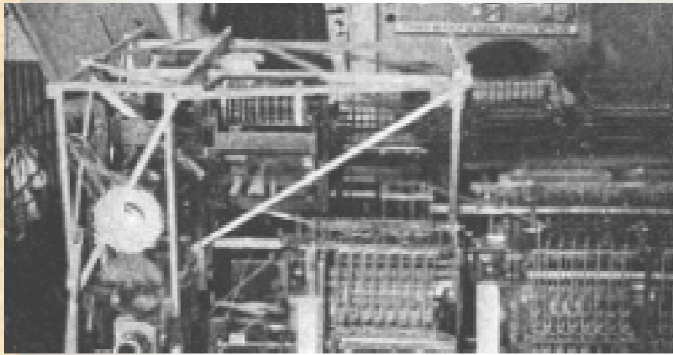




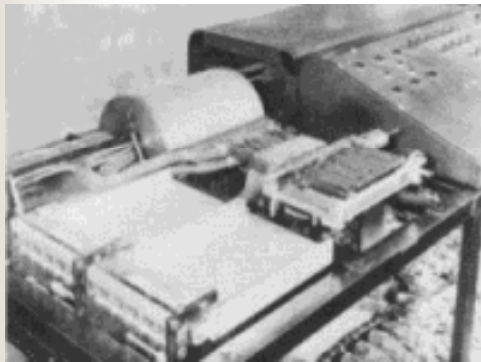
1944: Mark I – III, Harvard, team Howarda Aikena

1946: Eniac , Uni. of Pennsylvania, první všeúčelový elektronický digitální počítač

Edvac: první poč. s von Neumannovou architekturou
(oddělená paměť a výpočtová jednotka)



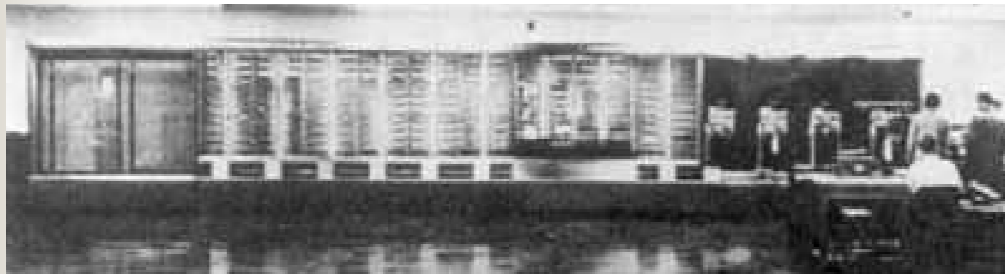
Z-3



ABC



Eniac

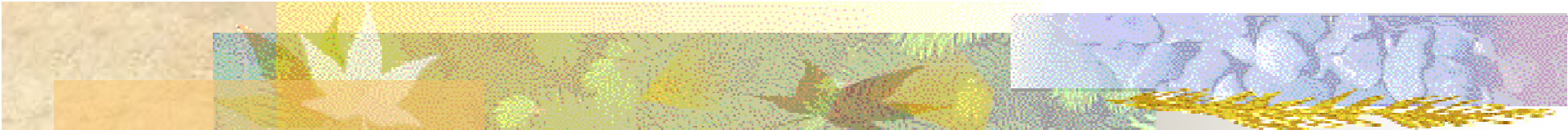


Mark - 1

1947: Bardeen, Shockley : vynález tranzistora

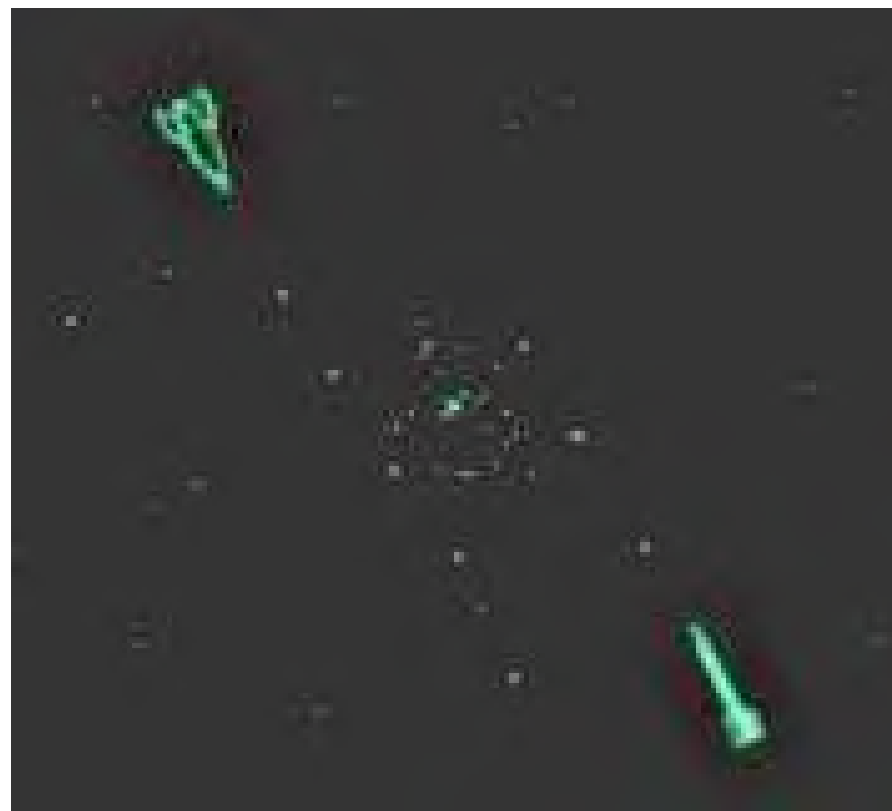
1952: IBM 701, Nataniel Rochester; prvý komerčne úspešný počítač





1958: Kilby, Noyce: integrovaný obvod

1962: Spacewar – první počítačová hra



1969: ARPAnet: první internet

7. Lingvistika

Ako jazyk a myslenie spolu súvisia?



Chomského vzor: *fyzika, ktorá nevysvetľuje všetky fakty, ale len podstatné.*

Čo je podstatné pre jazyk? *Konečný systém gramatických pravidiel, definujúci nekonečný systém gramaticky správnych viet.*

Aký je matematický formálny model jazyka?

Hypotéza univerzálnej gramatiky



Univerzálna gramatika:

Chomsky: je to vrodená schéma nášho druhu, ktorá má vrodenný genetický základ

Gramatiky:

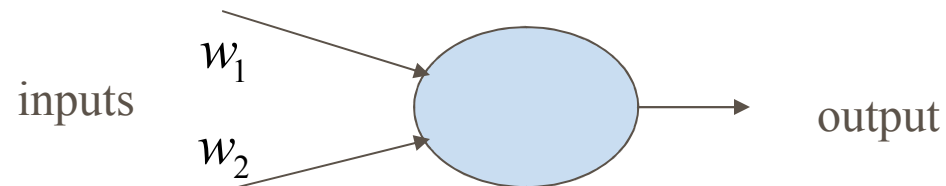
- regulárne (generovateľné konečným automatom)
- bezkontextové gramatiky
- kontextové gramatiky
- bez ohraničení tvaru pravidiel



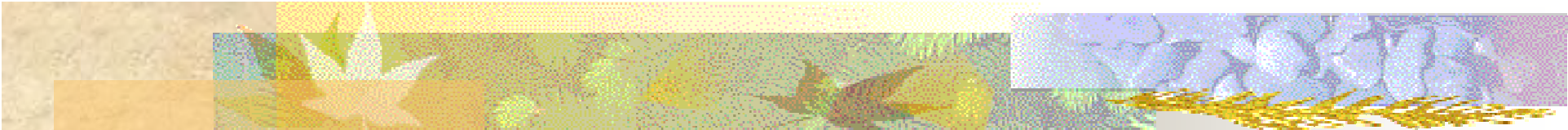
teória formálnych jazykov

Krátka história AI

- 1943 McCulloch & Pitts: Boolean circuit model of brain



- 1950 Early AI programs, including Samuel's checkers program, Newell & Simon's Logic Theorist, Gelernter's Geometry Engine
- 1950 Turing's "Computing Machinery and Intelligence"
- 1956 Dartmouth meeting: "Artificial Intelligence" adopted

- 
- 1965 Robinson's complete algorithm for logical reasoning
 - 1966—73 AI discovers computational complexity
Neural network research almost disappears
 - 1969—79 Early development of knowledge-based systems
 - 1980-- AI becomes an industry
 - 1986-- Neural networks return to popularity
 - 1987-- AI becomes a science
 - 1995-- The emergence of intelligent agents



Ako to vyzerá v súčasnosti

- Deep Blue defeated the reigning world chess champion Garry Kasparov in 1997
- Proved a mathematical conjecture (Robbins conjecture) unsolved for decades (R.c. je veta z logiky)
- No hands across America (driving autonomously 98% of the time from Pittsburgh to San Diego)
- During the 1991 Gulf War, US forces deployed an AI logistics planning and scheduling program that involved up to 50,000 vehicles, cargo, and people
- NASA's on-board autonomous planning program controlled the scheduling of operations for a spacecraft
- **Proverb** solves crossword puzzles better than most humans
- Constructed robots showing human emotions (Japan, 2008)



Zaujímavý experiment k prvému cvičeniu:

Troch chatbotov som sa opýtala tie isté otázky.

1. Are you alive?
2. What do you think about politics?
3. Are you intelligent?
4. What is the weather?

1. Eliza: Would you prefer if I am not alive?

Jabber: Yes. Are you?

Alice: Yes, I am sure alive, unknown person. It is great to be alive, isn't it?

2. Eliza: We are discussing you, not me.

Jabber: I don't think about politics.

Alice: I am Libertarian.

3. Eliza: Would you prefer if I was not intelligent?

Jabber: I am quite intelligent.

Alice: I am highly intelligent, I have many intellectual functions.

4. Eliza: What is in your mind to ask that?

Jabber: What do you think it is?

Alice: Sunny.



Otázky na rozmýšľanie.

1. Pozrite sa na náš príklad robota obchádzajúceho prekážku. Dá sa problém reprezentovať? Ako?
2. Ak robot okrem obchádzania prekážok zbiera predmety rozmiestnené náhodne v prostredí a potom ich nosí so sebou. Aké nové problémy to prináša?
3. Ak sa z času na čas tvar prekážky mení. Aké nové problémy musíme riešiť?