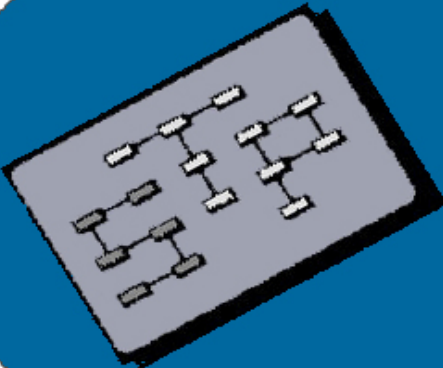
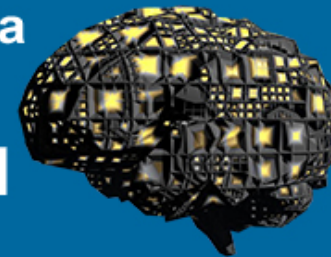


Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte

Sistēmu teorijas un projektēšanas katedra

MĀKSLĪGĀ INTELEKTA PAMATI



1. Modulis "Mākslīgā intelekta jēdziens, pētījumu jomas un attīstības vēsture"

1.2. Tēma

# Mākslīgā intelekta attīstības vēsture

---

Dr.habil.sc.ing., profesors **Jānis Grundspenķis**, Dr.sc.ing., lektore **Alla Anohina**

*Sistēmu teorijas un projektēšanas katedra*

*Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte*

*Rīgas Tehniskā universitāte*

*E-pasts:* {janis.grundspenkis, alla.anohina}@rtu.lv

*Kontaktadrese:* Meža iela 1/4- {550, 545}, Rīga, Latvija, LV-1048

*Tālrunis:* (+371) 67089{581, 595}

# Tēmas mērķi un uzdevumi

Tēmas mērķis ir dot ieskatu mākslīga intelekta attīstības vēstures etapos. Apgūstot tēmu, Jūs iepazīsit ar tām jomām, no kurām mākslīgais intelekts pārmantoja daudz ideju un viedokļu, kā arī ar svarīgākiem notikumiem un atklājumiem mākslīgā intelekta nozarē kopš antīkās pasaules.

# Mākslīgā intelekta pamati (1)

Mākslīgais intelekts pārmantoja daudzas idejas, viedokļus un tehnikas no citām disciplīnām, it īpaši šādām:

- Filosofijas (428 p.m.ē.- līdz mūsdienām)
- Matemātikas (9. g.s. - līdz mūsdienām)
- Ekonomikas (1776. - līdz mūsdienām)
- Neirozinātnes (1861.- līdz mūsdienām)
- Psiholoģijas (1879. - līdz mūsdienām)
- Datorinženierijas (1940. - līdz mūsdienām)
- Vadības teorijas un kibernetikas (1948. - līdz mūsdienām)
- Lingvistikas (1957. - līdz mūsdienām)

# Mākslīgā intelekta pamati (2)

## Filosofija (428 p.m.ē.- līdz mūsdienām)

Filosofi padarīja mākslīgo intelektu par iespējamu, apskatot idejas par to, ka prāts ir līdzīgs fiziskai ierīcei, kas darbojas ar zināšanām. Šīs zināšanas ir iekodētas ierīcē kādā iekšējā valodā, un var tikt izmantotas, lai atrastu pareizu darbību.

Tādējādi, pamatjautājumi, kas tiek risināti ir šādi:

- Vai var tikt izmantoti formālie likumi, lai veiktu ticamus slēdzienus?
- Kā prāts rodas fiziskās smadzenēs?
- No kurienes rodas zināšanas?
- Kā zināšanas noved līdz darbībai?

# Mākslīgā intelekta pamati (3)

## Matemātika (9. g.s. - līdz mūsdienām)

Matemātiķi nodrošināja līdzekļus darbam ar loģiski noteiktiem apgalvojumiem, kā arī ar nenoteiktiem, varbūtiskiem spriedumiem. Viņi arī lika pamatus spriešanai par algoritmiem.

Pāreja no filosofijas uz formālo zinātņi prasīja matemātisku formalizāciju  
3 galvenās jomās: skaitļošanā, loģikā un varbūtību teorijā.

Tādējādi, risināmi jautājumi ir šādi:

- Kādi ir formālie likumi, lai veiktu ticamus slēdzienus? (formāla loģika)
- Kas var tikt izskaitļots? (algoritmi)
- Kā cilvēki spriež ar nenoteiktu informāciju? (varbūtību teorija, izplūdušas kopas)

# Mākslīgā intelekta pamati (4)

Ekonomika (1776. – līdz mūsdienām)

Pētījumi ekonomikā ir devuši ieguldījumu mākslīgajā intelektā, risinot šādus jautājumus:

- Kā mums ir jāpieņem lēmumi, lai maksimizētu ieguvumu? (lietderības teorija un lēmumu teorija)
- Kas mums ir jāizdara, lai citi nevarētu virzīties uz priekšu? (spēļu teorija)
- Kā jārīkojas, kad ieguvums ir tālā nākotnē? (operāciju pētīšana, Markova lēmumu procesi)

# Mākslīgā intelekta pamati (5)

## Neirozinātne (1861.- līdz mūsdienām)

Neirozinātnes ieguldījums mākslīgajā intelektā ir saistīts ar pētījumiem par to, kā cilvēku smadzenes apstrādā informāciju. Tas noveda pie mākslīgu neironu tīklu parādīšanās, kas imitē cilvēku smadzeņu neironus, un var tikt izmantoti klasifikācijas, tēlu pazīšanas, optimizācijas, vadības un citu uzdevumu risināšanai.

## Psiholoģija (1879. – līdz mūsdienām)

Psihologi nostiprināja ideju, ka cilvēki un citi dzīvnieki var tikt apskatīti kā informācijas apstrādes mašīnas. Pētījumu pamatjautājumi ir saistīti ar to, kā cilvēki un dzīvnieki domā un darbojas.

# Mākslīgā intelekta pamati (6)

## Datorinženierija (1940. - līdz mūsdienām)

Datorinženierija nodrošināja artefaktus, kas padarīja iespējamus mākslīgā intelekta lietojumus. Mākslīgā intelekta lietojumiem ir tendence būt sarežģītiem un liela apjoma, un tie nevarētu strādāt bez sasniegumiem datoru ātrumā un atmiņā, ko nodrošināja datorindustrijā. Tādējādi, šajā disciplīnā pamatjautājums ir, kā būvēt efektīvus datorus.

## Vadības teorija un kibernetika (1948. – līdz mūsdienām).

Galvenais šīs jomas ieguldījums mākslīgajā intelektā ir saistīts ar atgriezeniskās saites teoriju, kas ļāva izvirzīt ideju par to, ka visa intelektuāla uzvedība ir atgriezeniskās saites mehānismu rezultāts, t.i., tādu mehānismu, ko iespējams var imitēt dators.



# Mākslīgā intelekta pamati (7)

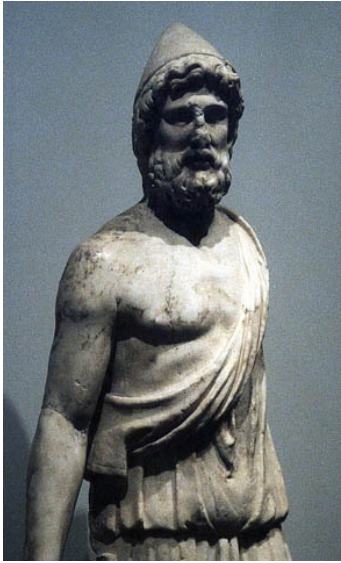
## Lingvistika (1957. – līdz mūsdienām)

Lingvisti parādīja, ka valodas izmantošana labi iederas psihologu modelī par cilvēkiem un dzīvniekiem kā informācijas apstrādes mašīnām. Pētījumi par to, kā valoda saistās ar domāšanu, deva ieguldījumu dabīgās valodas apstrādē un zināšanu atspoguļošanā mākslīgā intelekta jomā.

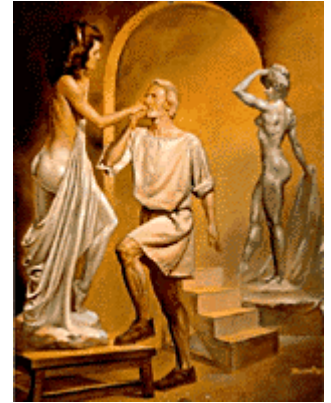
# Mākslīgā intelekta vēsture

Mākslīgais intelekts ir salīdzinoši jauna zinātnes nozare, jo nopietni pētījumi tajā ir sākušies tikai 20.gadsimta vidū, kad tika sasniegts tāds tehnoloģijas attīstības līmenis, kas padarīja par iespējamo intelektuālu mašīnu radīšanu. Taču, intelektuālu mašīnu jēdziena saknes ir atrodamas antīkajā mitoloģijā, dažādu gadsimtu literatūras avotos, filosofijas meklējumos un artefaktos.

# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (1)



- Grieķu mīti par Hēfaistu un Pigmalionu ietvēra sevī ideju par intelektuāliem robotiem. Citi mīti antīkajā pasaulē saturēja cilvēkam līdzīgus artefaktus. Daudzas mehāniskās rotaļlietas un modeļus faktiski izveidoja antīkās pasaules reālas personas, piemēram, Dedalo un citi



# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (2)

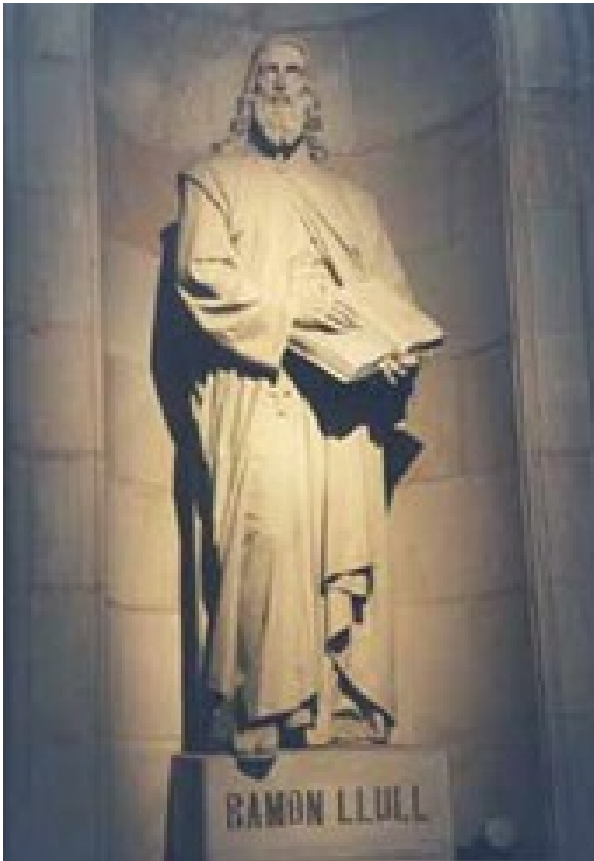
- 3. gadsimts pirms mūsu ēras
  - Ar šo gadsimtu datēts papiruss, ko nopirka Edvins Smits (Edwin Smith) 1882.gadā antikvariātā, atspoguļoja 48 galvas brūču aprakstus, kas tika izteikti veidā "simptoms-diagnoze-ārstēšana-prognoze", piemēram, "IF pacientam ir šis simptoms, THEN viņam ir šāda trauma ar šādu prognozi, ja tiks izmantota šāda ārstēšana". Tā bija pirmā zināmā "ekspertu sistēma"
- 5. gadsimts pirms mūsu ēras
  - Aristotelis izgudroja silogismu loģiku, pirmo formālo deduktīvas spriešanas sistēmu, kas arī mūsdienās ir viena no pamata stratēģijām mākslīgajā intelektā



Aristotelis

# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (3)

- 13. gadsimts



Ramons Luls

- Tika izveidotas runājošas galvas, starp to īpašniekiem ir bijuši Rodžers Bēkons (Roger Bacon) un Alberts Liels (Albert the Great)
- Ramons Luls (Ramon Llull), Spānijas teologs, radīja pirmo ierīci, kas atklāja nematemātiskus patiesumus, kombinējot vārdus no saraksta

# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (4)

- 15. -16. gadsimts

- Tika radīta iespiešanas mašīna, kas izmantoja kustīgu veltni, un 1456. gadā tika iespiesta Gutenberga (Gutenberg) Bībele
- Tika radīti pulksteņi, t.i. pirmās mērīšanas iekārtas



Gutenberga Bībele



Bezalels un Golems

- Pulksteņu meistari paplašināja savu meistarību, sākot radīt mehāniskus dzīvniekus
- 1580.gadā Bezalels (Judah Loew ben Bezalel) izgudroja Golemu, cilvēku no māla, kas tika atdzīvīnāts



# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (5)

- 17. gadsimts

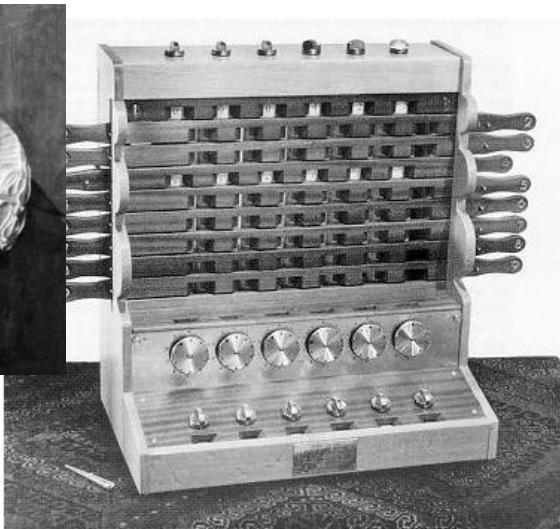
- Gadsimta sākumā Renē Dekarts (René Descartes) izvirzīja ideju, ka dzīvnieku ķermeni nav nekas cits, kā sarežģītas mašīnas. Daudzi citi 17.gadsimta domātāji piedāvāja variācijas un pilnveidojumus Dekarta mehānismam



Renē Dekarts



Vilhelms Šikards



Šikarda mehāniskā skaitļošanas mašīna

- 1623.gadā Vilhelms Šikards (Wilhelm Schickard) radīja pirmo mehānisko skaitļošanas mašīnu

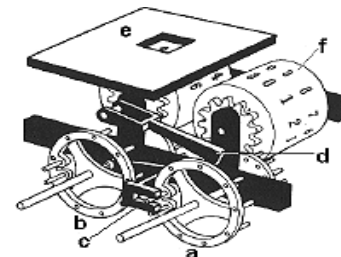
# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (6)

- 17. gadsimts (turp.)



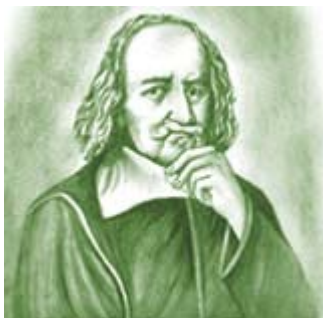
Blezs Paskals

- 1642.gadā Blezs Paskals (Blaise Pascal) izveidoja otro mehānisko, bet pirmo ciparu (astoņciparu) skaitļošanas mašīnu, ko nosauca par "Pascaline"



Pascaline

- 1651.gadā Tomass Hobbs (Thomas Hobbes) publicēja darbu "Leviatans" (The Leviathan), kurā viņš izvirzīja ideju, ka cilvēki kolektīvi, pateicoties viņu organizācijai un mašīnu izmantošanai, varētu radīt jaunu intelektu



Tomass Hobbs



Leviatans



# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (7)

- 17. gadsimts (turp.)

Gotfrids Leibnics



- 1673.gadā Gotfrids Leibnics (Gottfried Leibnitz) uzlaboja iepriekš minētās Šikarda un Paskala skaitļošanas mašīnas, radot "Stepped Reckoner", kas nodrošināja reizināšanas un dalīšanas operācijas



Stepped Reckoner



Leibnitz Computer

- 1694.gadā Leibnics izgudroja "Liebnitz Computer", kas reizināja, izmantojot atkārtojošas saskaitīšanas algoritmu, ko izmanto arī mūsdienās. Viņš arī izgudroja bināru sistēmu un paredzēja universālus spriešanas rēķinus, ar kuriem argumenti varētu tikt noteikti mehāniski

# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (8)

- 18. gadsimts



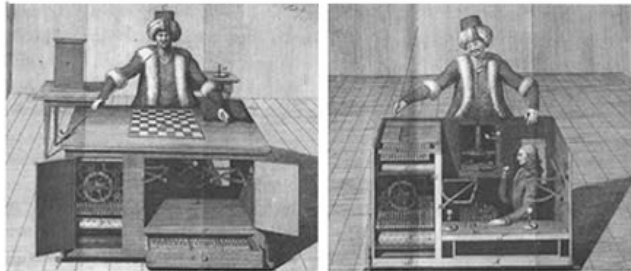
Džonatans Svifts

- 1726.gadā Džonatans Svifts (Jonathan Swift) paredzēja automātisku grāmatu rakstītāju savos "Gulivera ceļojumos"



Gulivers

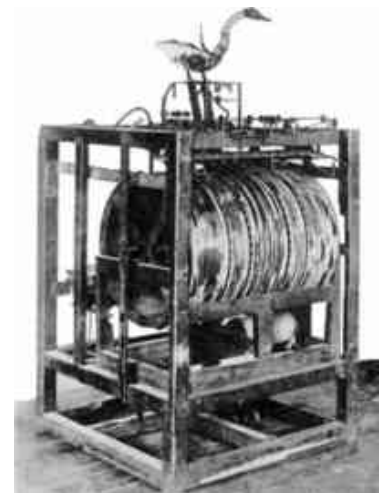
- Mehānisku rotaļlietu pārpilnības gadsimts, ieskaitot slaveno Žaka de Vokansona (Jacques de Vaucanson) mehānisko pīli un Volfgana fon



The Turk



Kempelena (Wolfgang von Kempelen) mehānisko šahistu "The Turk"



Žaka de Vokansona mehāniskā pīle

# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (9)

- 19. gadsimts

- 1805.gadā Žozefs-Marija Žakards (Joseph-Marie Jacquard) izgudroja pirmo patiešām programmējamo ierīci, lai vadītu stelles ar instrukcijām, ko nodrošināja perfokartes



Žozefs-Marija Žakards



Stelļu vadības ierīce

- 1811.-1816.gados Anglijā ludīti, kurus vadīja Neds Ludds (Ned Ludd), sagrauj mašīnu tehniku



# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (10)

- 19. gadsimts (turp.)

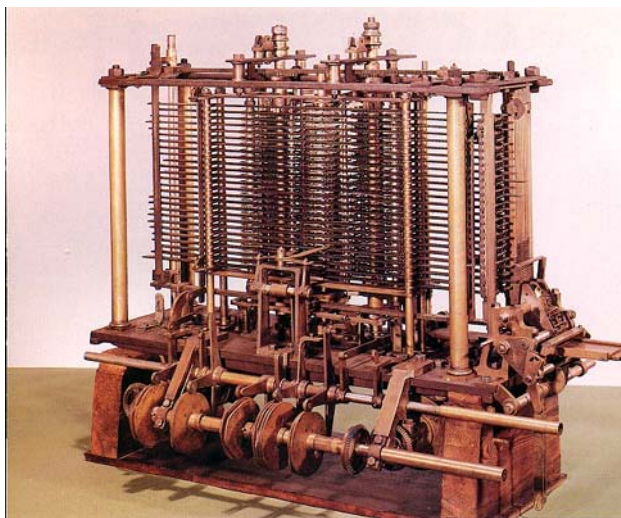


Roberts de Niro  
Frankenšteina lomā

- 1818.gadā Marija Šelija (Mary Shelley) publicēja stāstu par Frankenšteinu, monsturu, kas tika savākts no mirušu cilvēku ķermeņu daļām un atdzīvināts, izmantojot elektrību



Marija Šelija



Bebidža analītiskais dzinējs

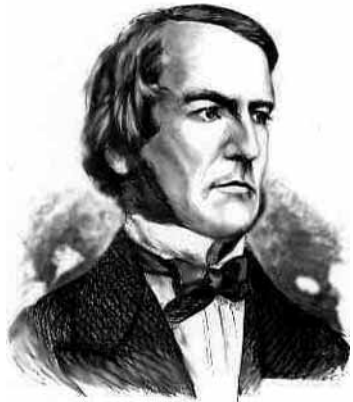
- 1832.gadā Čarlizs Bebidžs (Charles Babbage) projektēja "analītisku dzinēju", mehānisku programmējamu datoru



Čarlizs Bebidžs

# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (11)

- 19. gadsimts (turp.)



Džordžs Būls

- 1847.gadā Džordžs Būls (George Boole) izstrādāja bināru algebru
- 1879.gadā Gotlobs Frēge (Gottlob Frege) izgudroja predikātu loģiku



Gotlobs Frēge



Leonardo Tores i  
Kvedo

- Gadsimta beigās Leonardo Tores i Kvedo (Leonardo Torres y Quevedo) izgudroja ar relejiem aktivējamu automātu, kas spēlēja galotnes šahā

# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (12)

- 19. gadsimts (turp.)
  - 1890.gadā Hermans Hollerihs (Herman Hollerith) patentēja tabulācijas mašīnu, kas apstrādāja iedzīvotāju skaitīšanas datus, kas atradās uz perfokartēm



Hollerihā tabulācijas mašīna

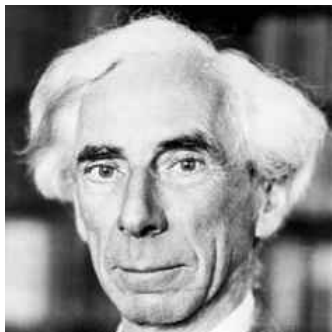


Hermans Hollerihs

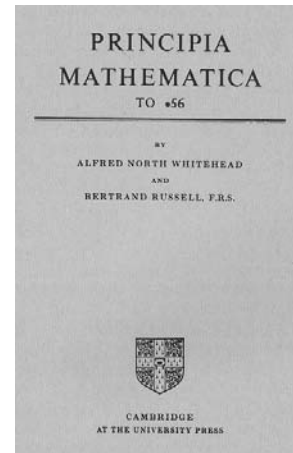
# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (13)

- 20. gadsimta pirmā puse

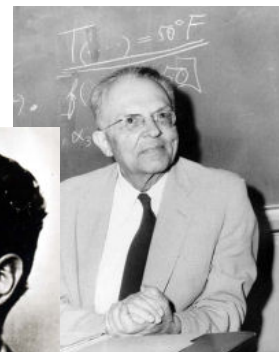
Bertrams Rassels



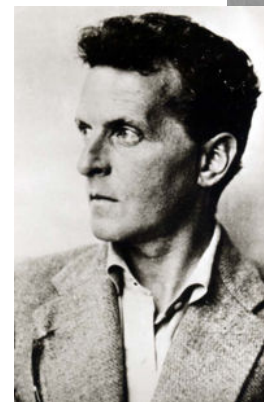
- Bertrams Rassels (Bertrand Russell) un Alfrēds Vaitheds (Alfred North Whitehead) publicēja "Matemātikas principus" (Principia Mathematica), kas izdarīja revolūciju formālajā loģikā. Rassels, Ludvigs Vitgenšteins (Ludwig Wittgenstein) un Rūdolfs Karnaps (Rudolf Carnap) ieviesa filosofiju zināšanu loģiskajā analīzē



Alfrēds Vaitheds



Rūdolfs Karnaps



Ludvigs Vitgenšteins



# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (14)

- 20. gadsimta pirmā puse (turp.)



Karels Čapeks

- 1923.gadā čehu rakstnieka Karela Čapeka (Karel Capek) luga "R.U.R." (Rossum's Universal Robots) tika rādīta Londonā. Tā bija pirmā vārda "robots" izmantošana angļu valodā



- 1928.gadā Džons fon Neimans (John von Neumann) ieviesa minimaksa teorēmu, kas joprojām tiek izmantota par pamatu spēļu programmām



Džons fon Neimans



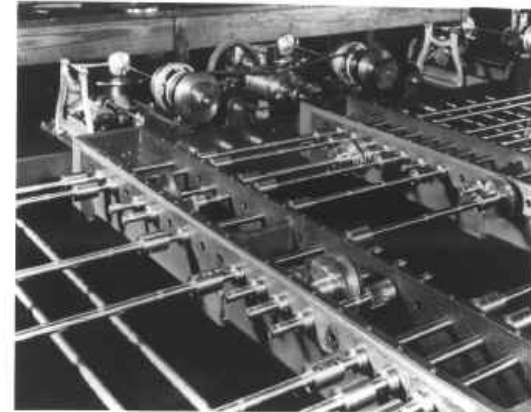
# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (15)

- 20. gadsimta pirmā puse (turp.)

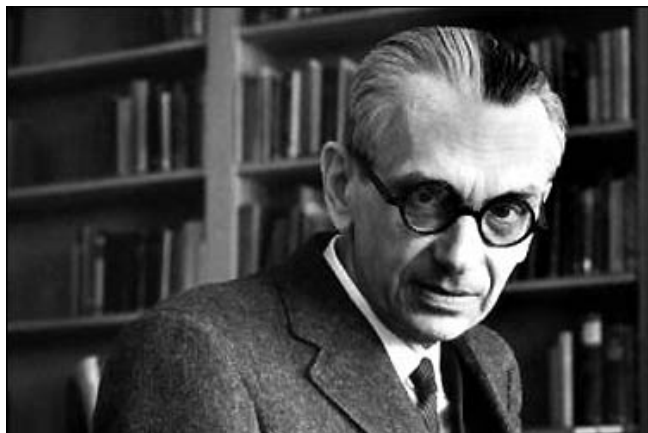


Vanevers Bušs

- 1931.gadā Vanevera Buša (Vannevar Bush) mehāniskais diferenciālais analizators spēja risināt diferenciālvienādojumus



Mehāniskais diferenciālais analizators



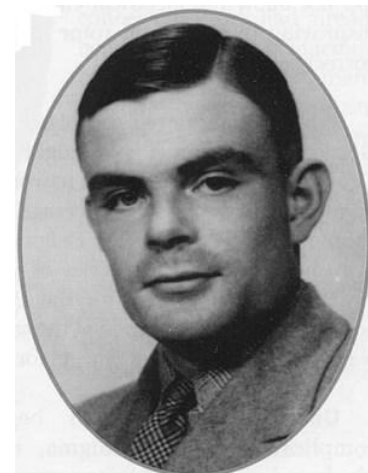
Kurts Gēdels

- 1931.gadā Kurts Gēdels (Kurt Godel) demonstrēja, ka matemātikas teorēmas, par kurām mēs zinām, ka tās ir patiesas, var būt nepierādāmas. Tas nozīmē, ka cilvēki var atpazīt kādu teikumu patiesuma nozīmi, bet to patiesumu nevar izsecināt neviena loģiskā sistēma

# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (16)

- 20. gadsimta pirmā puse (turp.)

- 1937.gadā Alans Tjūrings (Alan Turing) iedomājās universālu Tjūringa mašīnu, kas varētu imitēt jebkuras citas skaitļošanas mašīnas darbību. Taču, viņš arī atzina, ka eksistē noteikts aprēķinu veids, ko neviena mašīna nevar izpildīt
- 1937.gadā Alans Tjūrings un Alonzo Čērčs (Alonzo Church) neatkarīgi viens no otra nonāca pie vienas un tās pašas tēzes, ka visas problēmas, ko cilvēki var atrisināt, var tikt reducētas uz algoritmu kopu



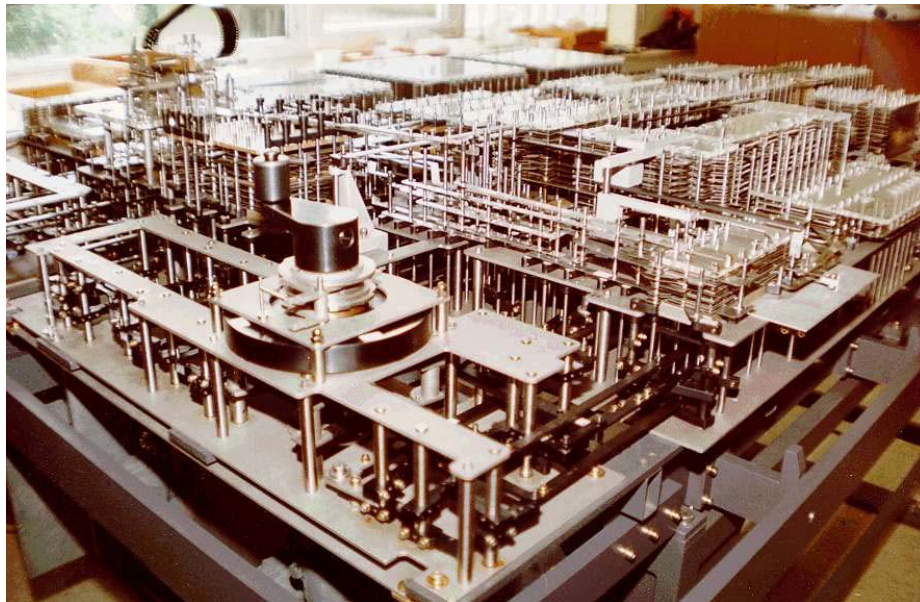
Alans Tjūrings



Alonzo Čērčs

# Notikumi pirms mākslīgā intelekta zinātnes parādīšanos (17)

- 20. gadsimta pirmā puse (turp.)
  - 1941.gadā Konrāds Zuse (Konrad Zuse) uzbūvēja pirmo ar programmu vadāmo datoru. Tas izpildīja vairākas instrukcijas sekundē. Programma tika ievadīta ar kinolenti un perfokartēm, kas saturēja instrukcijas



Pirmais ar programmu vadāmais dators



Konrāds Zuse

# Mākslīgā intelekta zinātnes vēsture

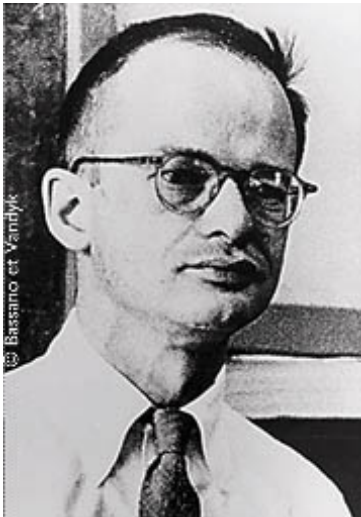
Mākslīgā intelekta zinātnes vēsturi var sadalīt šādās pārklājošās fāzēs:

- Mākslīgā intelekta pirmsākumi (1943.-1956.)
- Agrīnais entuziasms, lielās cerības (1952.-1969.)
- Realitātes doza (1966.-1974.)
- Zināšanās sakņotas sistēmas (1969.-1979.)
- Mākslīgais intelekts kļūst par industriju (1980.-1988.)
- Atgriešanās pie neironu tīkliem (1986.-mūsdienas)
- Pašreizējie notikumi (1987.-mūsdienas)

# Mākslīgā intelekta pirmsākumi – 1943.-1956. (1)



Vorens Makkalohs



Valters Pits

- 1943.gadā Vorens Makkalohs (Warren McCulloch) un Valters Pits (Walter Pitts) publicēja darbu “Loģiskie rēķini idejām, kas piemīt nervu aktivitātei” (A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity), kas tagad vispār ir atzīts par pirmo darbu mākslīgajā intelektā. Tajā autori ierosināja mākslīgā neirona modeli, kurš balstījās uz psiholoģiju un neironu funkcijām smadzenēs, izteikumu loģikas formālo analīzi un Tjūringa skaitļošanas teoriju



# Mākslīgā intelekta pirmsākumi – 1943.-1956. (2)



Arturo  
Rozenbluts



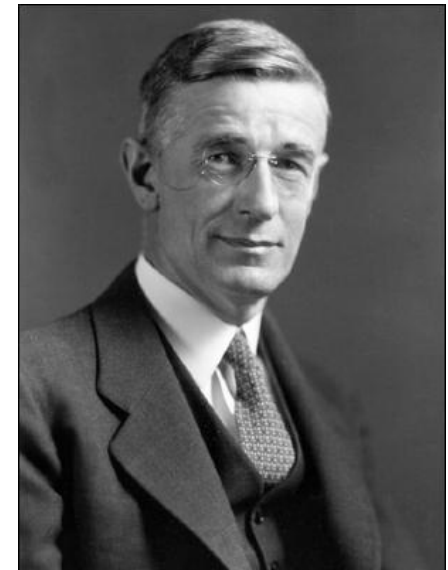
Norberts  
Viners



Džulians  
Bigelovs

- 1943.gadā Arturo Rozenbluts (Arturo Rosenblueth), Norberts Viners (Norbert Wiener) un Džulians Bigelovs (Julian Bigelow) ieviesa terminu „kibernētika”

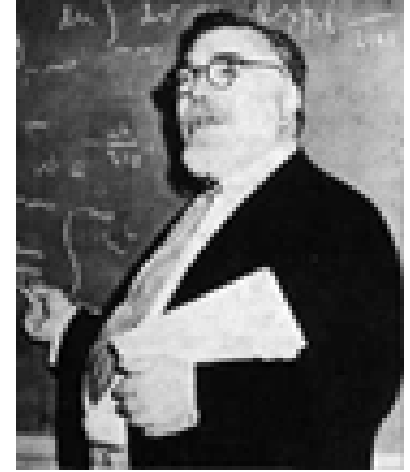
- 1945.gadā Vanevers Bušs (Vannevar Bush) publicēja darbu “Kā mēs varam domāt” (As We May Think), kas saturēja nākotnes vīziju, kurā datori atbalsta cilvēkus daudzās aktivitātēs



Vanevers Bušs

# Mākslīgā intelekta pirmsākumi – 1943.-1956. (3)

- 1948.gadā Norberts Viners publicēja grāmatu “Kibernētika”. Viņš definēja atgriezeniskās saites matemātisku teoriju bioloģiskās un inženiersistēmās, kas palīdzēja precizēt priekšstatu par to, ka intelekts ir informācijas saņemšanas un apstrādes process, lai sasniegtu mērķus



Norberts Viners



Donalds O'Hebs

- 1949.gadā Donalds O'Hebs (Donals O.Hebbs) piedāvāja veidu, kā mākslīgie neironu tīkli var apmācīties

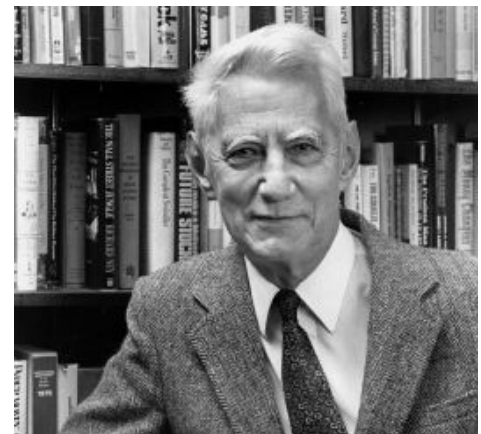
# Mākslīgā intelekta pirmsākumi – 1943.-1956. (4)



Alans Tjūrings

- 1950.gadā Tjūrings publicēja darbu “Skaitļošanas mehānismi un intelekts” (Computing Machinery and Intelligence), kurā viņš aprakstīja Tjūringa testu, t.i. veidu, kā noteikt intelektuālu uzvedību

- 1950.gadā Klods Šenons (Claude Shannon) publicēja detalizētu analīzi šaham kā pārmeklēšanas problēmai



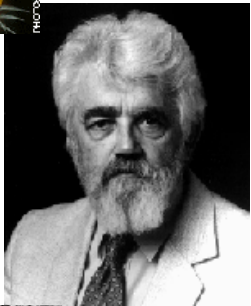
Klods Šenons



# Mākslīgā intelekta pirmsākumi – 1943.-1956. (5)



Marvins  
Minskis



Džons  
Makkartijs



Klods Šenons

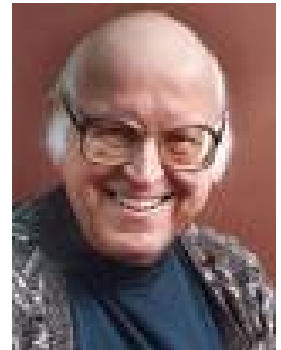


Nataniels  
Ročesters

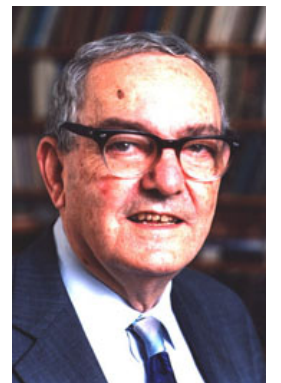
- 1951.gadā Marvins Minskis (Marvin Minsky) un Dens Edmonds (Dean Edmonds) uzbūvēja pirmo neironu tīklu datoru "SNARC", kas imitēja žurku, kas meklē ceļu labirintā
- 1956.gadā Džons Makkartijs (John McCarthy), Marvins Minskis, Klods Šenons un Nataniels Ročesters (Nathaniel Rochester) organizēja 2 mēnešu garu vasaras skolu, kurā piedalījās ASV zinātnieki, kas bija ieinteresēti automātu teorijā, neironu tīklos un intelekta studijās. Džons MakKartijs ierosināja jaunu vārdu „mākslīgais intelekts”

# Mākslīgā intelekta pirmsākumi – 1943.-1956. (6)

- 1955.-1956.gados Alens Ņuels (Allen Newell), Herberts Saimons (Herbert Simon) un J.C. Šovs (J.C. Shaw) demonstrēja pirmo mākslīgā intelekta spriešanas programmu „Logic Theorist”. Tā pierādīja teorēmas, atspoguļojot katru problēmu kā koku (grafu speciālveidu), un mēģinot atrisināt to, izvēloties zaru, kas visticamāk vedīs pie pareiza slēdziena. Tādējādi, tā izmantoja pārmeklēšanas, uz mērķi orientētas uzvedības un likumu pielietošanas kombināciju



Alens Ņuels



Herberts Saimons

# Agrīnais entuziasms, lielās cerības - 1952.-1969. (1)

Šajā laikā dominēja Tjūringa uzskats, ka „mašīna nevar izdarīt X”, un mākslīgā intelekta pētnieki demonstrēja, ka viens X pēc otra tiek no šī saraksta svītrots:

- 1957.gadā Njels, Šovs un Saimons demonstrēja programmu “General Problem Solver”, kas imitēja cilvēka problēmu risināšanas protokolus, balstoties uz “līdzekļi-gala rezultāti” analīzi. Minētās analīzes galvenā ideja ir tāda, ka tā identificē atšķirību starp sākuma stāvokli un mērķa stāvokli, un tad mēģina atrast operatoru, kas ļauj veikt pāreju no sākuma stāvokļa uz mērķa stāvokli. Ja šādu operatoru atrast neizdodas, tad problēma tiek dalīta apakšproblēmās, kuras risina, izmantojot to pašu ideju

# Agrīnais entuziasms, lielās cerības - 1952.-1969. (2)

- 1952.- 1962.gados Arturs Samuels (Arthur Samuel) uzrakstīja virkni dambretes programmu, kas sasniedza turnīru spēlētāju līmeni
- 1958.gadā Džons Makkartijs izdarīja 3 nozīmīgus atklājumus:
  - definēja augsta līmeņa valodu LISP, kas bija pirmā neprocedurālā programmēšanas valoda, kuru joprojām izmanto mākslīgā intelekta lietojumu izstrādei
  - ieinteresēja doktorantus nodibināt Digital Equipment Corporation (DEC) un izgudroja minidatorus ar laika dalīšanu
  - publicēja "Programmas ar veselo saprātu" (Programms With Common Sense), kurā aprakstīja programmu „Advice Taker”, kas izmantoja zināšanas, lai atrastu problēmas risinājumus. Programma varēja pievienot jaunas aksiomas un tādējādi sasniegt kompetenci bez pārprogrammēšanas



Džons Makkartijs

# Agrīnais entuziasms, lielās cerības - 1952.-1969. (3)

- 1958.gadā Herberts Gelertners (Herbert Gelertner) un Nataniels Ročesters uzrakstīja programmu „Geometry Theorem Prover”, kas izmantoja problēmsfēras semantisko modeli
- 1958.gadā parādījās Marvina Minska darbs “Heiristiskas programmēšanas un mākslīgā intelekta dažas idejas” (Some Methods of Heuristic Programming and Artificial Intelligence)
- 50.gadu beigās - 60.gadu sākumā Margareta Mastermane (Margaret Masterman) ar saviem kolēģiem izstrādāja semantiskos tīklus mašintulkošanai



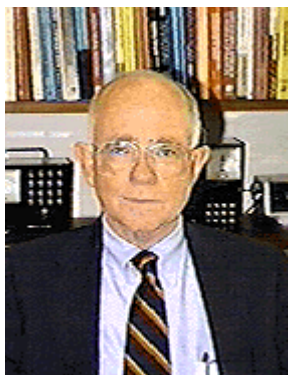
Marvins Minskis

# Agrīnais entuziasms, lielās cerības - 1952.-1969. (4)

- 60.gados Rejs Solomonofs (Ray Solomonoff) lika pamatus mākslīgā intelekta matemātiskajai teorijai, ieviešot universālas Beiesa metodes induktīviem spriedumiem
- 1962.gadā tika nodibināta pirmā industriālo robotu kompānija "Unimation"



Rejs Solomonofs



Bernijs Vidrovs

- 1962.gadā Bernijs Vidrovs (Bernie Widrow) izgudroja Adalines neironu tīklu
- 1962.gadā Frenks Rozenblats (Frank Rosenblatt) izgudroja perceptronu

# Agrīnais entuziasms, lielās cerības - 1952.-1969. (5)

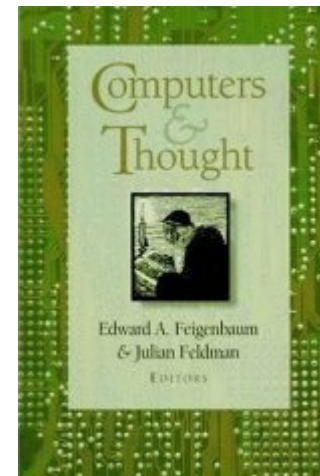
- 1963.gadā Džeims Sleigls (Jame Slagle) uzrakstīja programmu "SAINT" LISP valodā, kas spēja risināt noslēgtu formu integrēšanas problēmas
- 1963.gadā Tomass Evans (Thomas Evens) izstrādāja programmu "ANALOGY", kas risināja ģeometrisku analogu meklēšanas problēmas

Edvards  
Feigenbaums



Džulians  
Feldmans

- 1963.gadā Edvards Feingenbaums (Edward Feigenbaum) un Džulians Feldmans (Julian Feldman) publicēja pirmo mākslīgā intelekta rakstu krājumu "Datori un domāšana" (Computers and Thought)





# Agrīnais entuziasms, lielās cerības - 1952.-1969. (6)

- 1964.gadā Berta Rafaela (Bert Raphael) programma "SIR" (Semantic Information Retrieval) demonstrēja zināšanu loģiskas atspoguļošanas spēku jautājumu-atbilžu sistēmā. Tā spēja saprast ļoti ierobežotas angļu valodas jautājumus un dot atbildes
- 1965.gadā Alans Robinsons (Alan Robinson) izgudroja mehānisku pierādījumu procedūru, tā saucamo rezolūcijas metodi, kas ļāva programmām strādāt efektīvi ar formālu loģiku kā zināšanu atspoguļošanas valodu
- 1966.gadā Ross Kvilians (Ross Quillian) demonstrēja semantiskos tīklus



# Agrīnais entuziasms, lielās cerības - 1952.-1969. (7)

- 1967.gadā Daniels Bobrovs (Daniel Bobrow) izstrādāja programmu "STUDENT", kas risināja algebras izstāstītas problēmas



Daniels Bobrovs



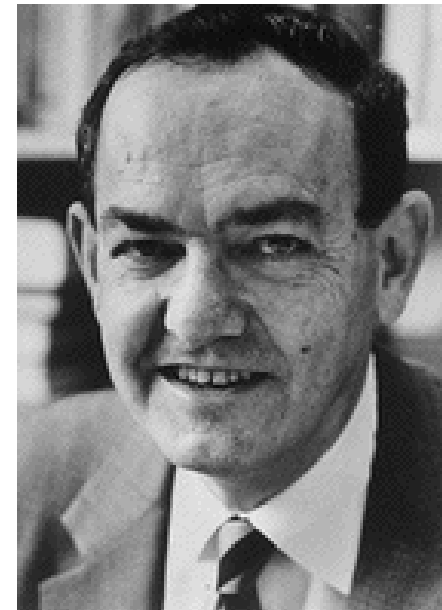
Shakey

- 1969.gadā Stenfordas universitātē tika radīts mobilais robots "Shakey", kas kombinēja pārvietošanās, uztveres un problēmu risināšanas spējas, un spēja atpazīt figūras un krāsas, kā arī pārvietoties starp dažādu krāsu blokiem 8 istabās

# Realitātes doza – 1966.-1974. (1)

Sākotnējā periodā mākslīgā intelekta pētnieki nekautrējās ar prognozēm, piemēram, Herberta Saimona prognozes dažādos gados ir bijušas šādas:

- 1957.gadā: „Tagad pasaulē ir mašīnas, kas domā, kas mācās un rada. Jau paredzamā nākotnē to risināto problēmu loks būs samērojams ar cilvēku”
- 1958.gadā: “10 gados dators būs pasaules čempions šahā”



Herberts Saimons

# Realitātes doza – 1966.-1974. (2)

Taču mākslīgā intelekta jomā parādījās vairākas grūtības:

- Pirmās no tām parādījās tādēļ, ka agrīnām programmām bija maz vai vispār nebija zināšanu par problēmsfēru un tās guva panākumus ar vienkāršām sintaktiskām manipulācijām. Piemēram, 1965.gadā Jozefs Veizenbaums (Joseph Weizenbaum) izstrādāja programmu "ELIZA", kas varēja iesaistīties nopietnā dialogā par jebkuru tēmu, bet patiesībā tā aizņemās un manipulēja ar teikumiem, ko ievadīja cilvēks. Tipiskas problēmas parādījās arī mašīntulkošanā, kur domāja, ka pietiks ar vienkāršu gramatikas likumu pārceļšanu no vienas valodas uz citu un vārdu aizvietošanu, izmantojot elektronisko vārdnīcu. Taču, izrādījās, ka ir vajadzīgas arī vispārīgas zināšanas par problēmsfēru.

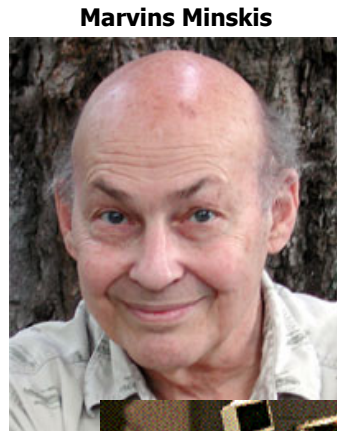
# Realitātes doza – 1966.-1974. (3)

Taču mākslīgā intelekta jomā parādījās vairākas grūtības (turp.):

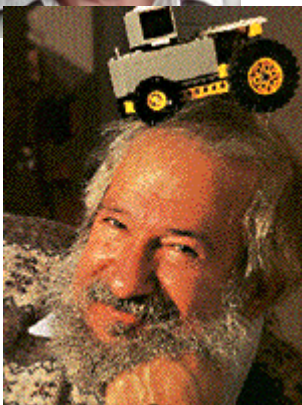
- Otrās grūtības saistījās ar to, ka lielākā daļa mākslīgā intelekta programmu ņēma faktus par problēmu un centās izstrādāt soļu secību, kas problēmu atrisinātu, kombinējot soļus, kamēr atrada pareizo kombināciju. Pirmās programmas bija realizējamas, jo mikropasaule saturēja ļoti maz objektu. Tolaik ticēja, ka vajag tikai lielāku atmiņu un ātrākus datorus, lai atrisinātu arī lielākas problēmas

# Realitātes doza – 1966.-1974. (4)

Taču mākslīgā intelekta jomā parādījās vairākas grūtības (turp.):



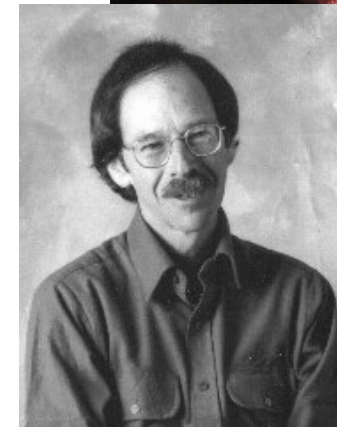
- Trešās grūtības radās sakarā ar fundamentāliem ierobežojumiem uz pamatstruktūrām, kas tika lietotas, lai ģenerētu intelektuālu uzvedību. 1969.gadā Marvina Minska un Seimora Peiperta (Seymour Papert) grāmata „Perceptrons” (Perceptron) pierādīja, ka lai gan perceptroni var iemācīties visu, ko tie ir spējīgi atspoguļot, tie var atspoguļot pārāk maz. Tādējādi, viņi demonstrēja iepriekš nezināmus neironu tīklu ierobežojumus



Seimors Peiperts

# Realitātes doza – 1966.-1974. (5)

Huberts Dreifuss



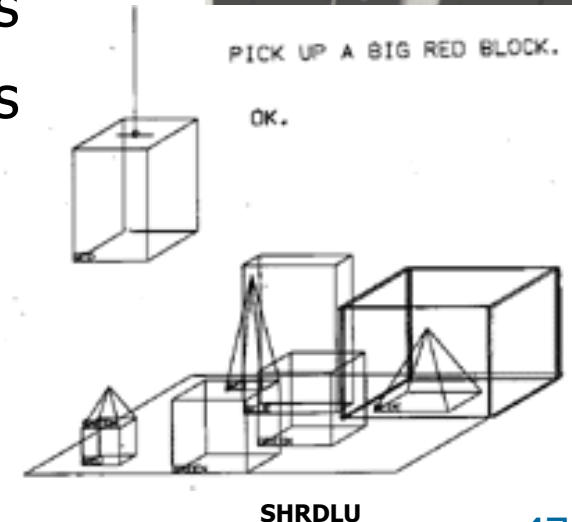
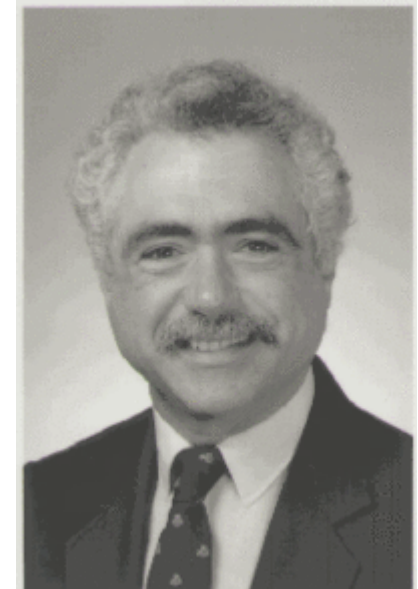
Stjuarts Dreifuss

- 1965.gadā brāļi Huberts Dreifuss (Hubert L.Dreyfus), filosofs, un Stjuarts Dreifuss (Stuart E.Dreyfus), matemātiķis, uzrakstīja rakstu "Alķīmija un mākslīgais intelekts" (Alchemy and Artificial Intelligence), kas bija virzīts pret mākslīgo intelektu
- 1966.gadā ASV Nacionālā Pētījumu Padome pārtrauca visu atbalstu pētījumiem automātiskajā tulkošanā



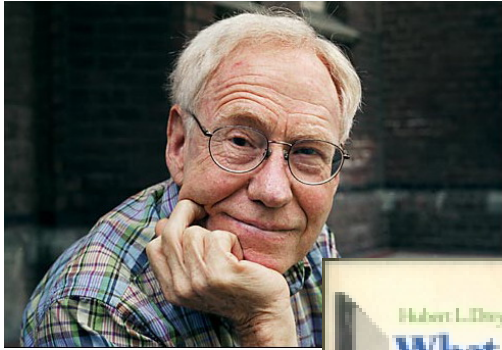
# Realitātes doza – 1966.-1974. (6)

Terijs Vinograds

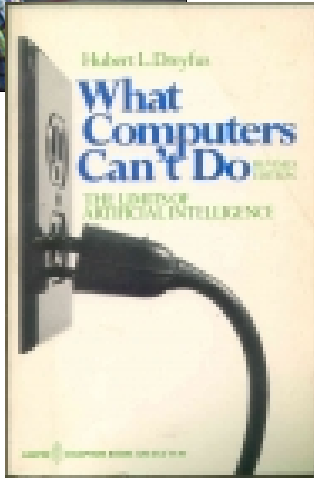


- 1968.-1969.gados Terijs Vinograds (Terry Winograd) uzrakstīja programmu "SHRDLU", kas imitēja bloku pasauli un robota roku, un lietotājs varēja dot komandas vienkāršā angļu valodā. Taču tika atzīts, ka tehnika, ko izmantoja šī programma, nestrādās citās ierobežotās zināšanu sfērās, jo ir vajadzīgas liela apjoma vispārīgas zināšanas

# Realitātes doza – 1966.-1974. (7)



Huberts Dreifuss



- 1972.gadā Huberts Dreifuss uzrakstīja vēl vienu grāmatu "Ko datori nevar darīt" (What Computers Can't Do), kas arī tika virzīta pret mākslīgo intelektu

- 1973.gadā Lielbritanijā parādījās priekšlikums pārtraukt lielāko daļu mākslīgā intelekta pētījumu

# **Zināšanās sakņotas sistēmas – 1969.-1979. (1)**

No iepriekšējiem etapiem var redzēt, ka tajos attīstījās pieejas, kas mēģināja atrast vispārīgas nozīmes mehānismus, kā savienot elementārus spriešanas soļus, lai iegūtu sarežģītu atrisinājumu. Šīs pieejas tiek sauktas par vājām metodēm, jo tās izmanto virspusēju informāciju par problēmsfēru.

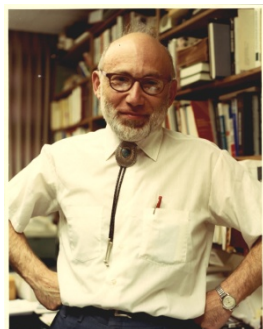
# Zināšanās sakņotas sistēmas – 1969.-1979. (2)



Brūss Bučanans



Edvards Feigenbaums



Džoša Lederbergs

1969.gadā parādījās pirmā programma ar nosaukumu "DENDRAL", ko izstrādāja Brūss Bučanans (Bruce Buchanan), Edvards Feigenbaums (Edward Feigenbaum) un Džoša Lederbergs (Joshua Lederberg). Tā koncentrējās uz zināšanu lietošanu, plašākiem spriešanas soļiem un tipisku gadījumu atrisināšanu šaurās ekspertīzes problēmsfērās. Šajā programmā skaidri tika atdalītas zināšanas no spriešanas komponentes. Programma risināja molekulāras struktūras atrašanas problēmu, balstoties uz informāciju, ko nodrošināja masspektrografs. Tā bija pirmā sekmīgā zināšanās sakņotā programma zinātniskajai spriešanai.

# Zināšanās sakņotas sistēmas – 1969.-1979. (3)

- 1967.gadā Džoels Mozess (Joel Moses) demonstrēja simboliskās spriešanas spēku integrācijas problēmai “Macsyma” programmā. Tā bija pirmā sekmīgā zināšanās sakņotā programma matemātikā



Džoels Mozess



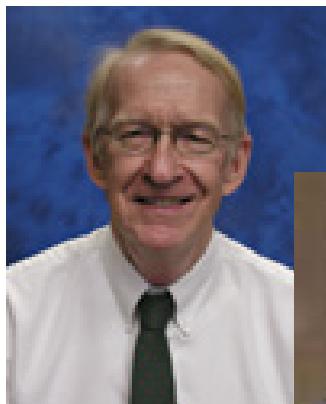
Ričards  
Grīnblats

- 1967.gadā Ričards Grīnblats (Richard Greenblatt) uzbūvēja uz zināšanām balstītu šaha programmu “MacHack”

# Zināšanās sakņotas sistēmas – 1969.-1979. (4)



Edvards Feigenbaums



Brūss Bučanans



Edvards Šortliffs

- 1974.gadā Feigenbaums, Bučanans un Edvards Šortliffs (Edward Shortliffe) izstrādāja programmu "MYCIN" medicīnas diagnostikai. Pretstātā "DENDRAL" tai nebija vispārīgā teorētiskā modeļa, no kura likumi tika atvasināti, bet likumi tika iegūti intensīvi aptaujājot ekspertus. Pie tam likumi atspoguļoja nenoteiktību, kas ir saistīta ar medicīnas zināšanām. Tādējādi, likumos tika ietverti pārliecības faktori



# Zināšanās sakņotas sistēmas – 1969.-1979. (5)

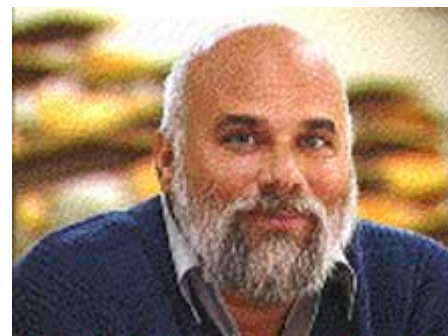
- 1974.gadā Erls Sacerdoti (Earl Sacerdoti) izstrādāja vienu no pirmajām plānošanas programmām "AVSTRIPS" un hierarhiskas plānošanas tehnikas
- 1970.gadu beigās Džons Makdermots (John McDermott) izstrādāja pirmo komerciālo ekspertu sistēmu "XCON/R1", kas palīdzēja konfigurēt specifiskas datorsistēmas, ko pasūtīja klients
- 1979.gadā Duda (Duda) izstrādāja programmu, kas balstījās uz varbūtisku spriešanu. Tā bija sistēma "PROSPECTOR", kas realizēja spriedumus ģeoloģijā



Duda

# Zināšanās sakņotas sistēmas – 1969.-1979. (6)

Problēmsfēras zināšanu svarīgums kļuva acīm redzams arī dabīgās valodas apstrādē. Vairāki pētnieki proponēja viedokli, ka spēcīga valodas izpratne prasa vispārīgas zināšanas par pasauli un vispārīgas metodes, kā lietot šīs zināšanas. Rodžers Šenks (Roger Schank) uzsvēra to, ka nav tādas lietas kā sintakse.



Rodžers Šenks

- 1969.gadā Rodžers Šenks definēja konceptuālu atkarību modeli dabīgās valodas izpratnei. Tas ļāva datoriem veikt ticamākus slēdzienus par “semantisku primitīvu” nozīmi teikumos, pat tad, kad vārdi tika izmantoti sekundārās nozīmēs
- 1969.gadā Joriks Vilks (Yorick Wilks) izstrādāja valodas semantikas saistības skatu, un tas tika iebūvēts pirmajā ar semantiku vadītajā mašīntulkošanas programmā

# Zināšanās sakņotas sistēmas – 1969.-1979. (7)

- 1970.gadā Viljams Vuds (William Wood) izdomāja morfológiskas analīzes shēmu, ko nosauca par “Augmented Transition Network”. Kombinējot sintaktiskus likumus ar semantisku analīzi, shēma spēja atšķirt teikumu nozīmes
- 1973.gadā Viljams Vuds izstrādāja “Lunar” programmu, kas ļāva ģeologiem uzdot jautājumus angļu valodā par klints paraugiem, kas tika atvesti no misijas uz Mēness. Tā bija pirmā dabīgās valodas programma, ko izmantoja citi cilvēki, nevis sistēmas autori

# Zināšanās sakņotas sistēmas – 1969.-1979. (8)

Šajā laikā tika izstrādātas daudzas zināšanu atspoguļošanas shēmas un valodas:

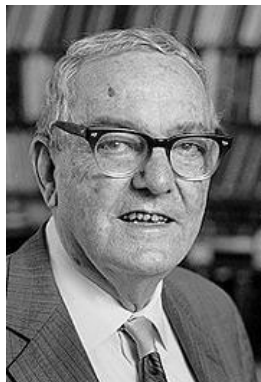
- 1971.-1972.gados Alens Kolmerauers (Alain Colmerauer) un Filips Rusels (Phillipe Roussel) izstrādāja valodu PROLOG, kas kļuva par populāru mākslīgā intelekta lietojumu izstrādes valodu ārpus ASV
- 1970.gadu vidū Alens Kejs (Alan Key) un Adele Goldberga (Adele Goldberg) izstrādāja Smalltalk valodu, dodot spēku objektorientētai programmēšanai un uz ikonām orientētai lietotāja saskarnei
- 1975.gadā Marvins Minskis publicēja darbu par freimiem kā zināšanu atspoguļošanas valodu
- 1977.gadā Rodžers Šenks un citi papildināja konceptuālu atkarību teoriju ar scenāriju izmantošanu

# Zināšanās sakņotas sistēmas – 1969.-1979. (9)

Citi notikumi šajā laika periodā:

- 1970.gadā Džeims Karbonels (Jaime Carbonell) izstrādāja datorizētas apmācības programmu "SCHOLAR". Tā izmantoja semantiskos tīklus kā zināšanu atspoguļošanas shēmu
- 1973.gadā robotikas grupa Edinburgas universitātē izstrādāja robotu "Freddy", kas spēja izmantot redzi, lai noteiktu atrašanās vietu un savākt modeļus
- 1974.gadā Pauls Verboss (Paul J.Werbos) izgudroja atpakaļizplatīšanas algoritmu daudzslāņu neironu tīkliem

# Zināšanās sakņotas sistēmas – 1969.-1979. (10)



Herberts Saimons

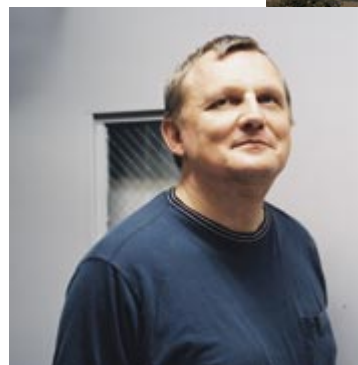
- 1978.gadā Herberts Saimons iegūst Nobela prēmiju ekonomikā par savu ierobežotas lietderības teoriju, vienu no stūrakmeņiem mākslīgajā intelektā

- 1978.gadā Marks Stefiks (Mark Stefik) un Pīters Frīdlands (Peter Friedland) uzrakstīja programmu "MOLGEN", kas demonstrēja, ka objektorientētas programmēšanas zināšanu atspoguļošana var tikt izmantota gēnu klonēšanas eksperimentu plānošanai
- 1979.gadā Hansa Berlinera (Hans Berliner) bekgemona spēļu programma uzvarēja pasaules čempionu šajā spēlē Luidži Villu (Luigi Villa)



# Zināšanās sakņotas sistēmas – 1969.-1979. (11)

- 1979.gadā Bils Vanmuels (Bill VanMuele) demonstrēja "MYCIN" zināšanu atspoguļošanas vispārīgumu un spriešanas stilu savā "EMYCIN" programmā
- 1979.gadā Džeks Maiers (Jack Mayers) un Harijs Pople (Harry Pople) izstrādāja uz zināšanām balstītu medicīnas diagnostikas programmu "INTERNIST"
- 1979.gadā Hans Moravecs (Hans Moravec) uzbūvēja "Stanford Cart", pirmo ar datoru vadīto autonomo transporta līdzekli



Hans Moravecs



Stanford Cart

# Mākslīgais intelekts kļūst par industriju - 1980.-1988. (1)

- 1981.gadā japāņi paziņoja par 5.paaudzes projektu: 10 gados uzbūvēt intelektuālus datorus, izmantojot PROLOG valodu, kas spētu veikt miljoniem spriedumu sekundē. Kā vēl vienu mērķi izvirzīja ideju par pilnīgu dabīgās valodas izpratni. Baidoties no japāņu dominantes, līdzīgus projektus sāka investēt arī ASV un Lielbritānijā
- 1983.gadā Dennijs Hils (Danny Hill) nodibināja pirmo kompāniju ar nosaukumu "Thinking Machines", kas masveidā ražoja paralēlus datorus
- 1985.gadā mākslīgā intelekta konferencē tika demonstrēta rasēšanas programma "Aaron", ko radīja Harolds Kohens (Harold Cohen)

# Mākslīgais intelekts kļūst par industriju - 1980.-1988. (2)

- 1988. gadā DEC korporācijas mākslīgā intelekta grupai bija līdz 40 izvērstām ekspertu sistēmām
- Šajā laika posmā daudzas kompānijas piedāvāja programmatūras rīkus ekspertu sistēmu būvēšanai, savukārt, aparatūras kompānijas būvēja darba stacijas, kas tika optimizētas LISP valodā uzrakstītu programmu izstrādei un darbam ar tām. Pāri par 100 kompānijām būvēja robotu redzes sistēmas

# Atgriešanās pie neironu tīkliem - 1986.-mūsdienas

Neskatoties uz to, ka neironu tīklu jomā pētījumi praktiski tika pārtraukti pēc Minska un Peiperta grāmatas „Perceptrons”, darbi tika turpināti citās sfērās, it īpaši fizikā un psiholoģijā. 1980.gadu vidū 4 dažādas grupas par jaunu izgudroja atpakaļizplatīšanās apmācības algoritmu daudzslāņu neironu tīkliem.

Šajā laikā tika publicēti vairāki nozīmīgi raksti, kas demonstrēja neironu tīklu pielietojumu dažādību, piemēram, mākslīgās runas ģenerēšanā, transportlīdzekļu vadīšanā, u.t.t.

# Pašreizējie notikumi – 1987.-mūsdienas (1)

Šajā mākslīgā intelekta attīstības vēstures etapā mainās mākslīgā intelekta pētījumu saturs un metodoloģija, t.i. sāk būvēt mākslīgā intelekta sistēmas :

- pamatojoties uz eksistējošām teorijām, nevis piedāvājot jaunas teorijas;
- pamatojoties uz stingrām teorēmām vai rūpīgiem eksperimentiem, nevis uz intuīciju;
- kas atbilst reālas pasaules lietojumiem, nevis „rotalietu” piemērus.

# Pašreizējie notikumi – 1987.-mūsdienas (2)

- 90.gados revolūcija notiek visās mākslīgā intelekta jomās: robotikā, datorredzē, mašīnas apmācībā, zināšanu atspoguļošanā, intelektuālās sistēmās, aģentu sistēmās, virtuālajā realitātē, u.c.
- Vairākos darbos (Judea Pearl 1982, Eric Horvitz un David Heckerman 1986) parādījās ideja par tā saucamo normatīvo ekspertu sistēmu, tādu, kas darbojas saprātīgi saskaņā ar lēmumu teorijas likumiem un necenšas imitēt cilvēkus-ekspertus
- 1987.gadā Etjens Vengers (Etienne Wenger) publicēja grāmatu "Mākslīgais intelekts un apmācības sistēmas: skaitļošanas un kognitīvas pieejas zināšanu komunikācijai" (Artificial Intelligence and Tutoring Systems: Computational and Cognitive Approaches to the Communication of Knowledge), kas kļuva par nozīmīgu šķirtni intelektuālu mācību sistēmu izstrādē



# Pašreizējie notikumi – 1987.-mūsdienas (3)

- 1988.gadā Džudea Pērla (Judea Pearl) darbā “Varbūtiskā spriešana intelektuālās sistēmās” (Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems) par jaunu akceptēja varbūtību un lēmumu pieņemšanas teoriju mākslīgajā intelektā
- 1993.gadā Jans Horsvils (Jan Horswill) izveidoja robotu “Polly”, pirmo robotu, kas pārvietojas, izmantojot redzi, un darbojas ar dzīvniekiem līdzīgu ātrumu, t.i. 1 metrs/sekundē
- 1995.gadā Ernsta Dikmana (Ernst Dickmann) mašīna ar robotu kontrolētām bremzēm nobrauca vairāk nekā 1000 jūdzes no Minhenes uz Kopenhāgenu un atpakaļ, laiku pa laikam izpildot manevrus, lai apdzītu citus automobiļus

# Pašreizējie notikumi – 1987.-mūsdienas (4)

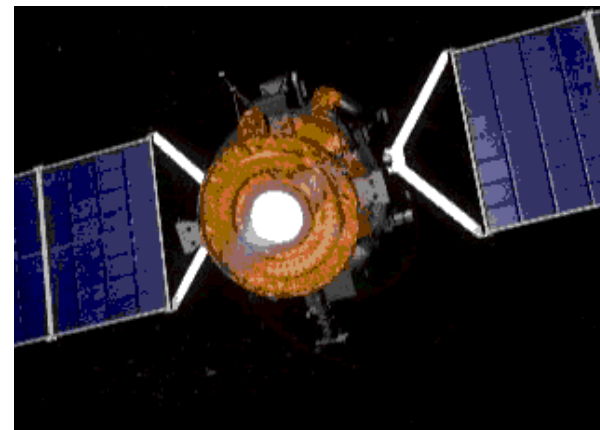
- 1997.gadā "IBM Computer" korporācijas "Deep Blue" šaha programma uzvarēja tā laika pasaules čempionu šahā Garriju Kasparovu



RoboCup

- 1997.gadā notika pirmais oficiālais RoboCup futbola mačs ar 40 interaktīvu robotu komandām

- 1999.gadā mākslīgā sistēma "RemoteAgent" pirmo reizi kontrolēja kosmosa kuģi "Deep Space II"



Deep Space II

# Pašreizējie notikumi – 1987.-mūsdienas (5)

- 2000.-līdz mūsdienām kompānija Honda pilnveido robotu ASIMO, kas parādījās no 1986.gada izstrādāta un visu šo laiku attīstāma eksperimentāla modeļa. Robots ir līdzīgs nelielam astronautam (tā augstums ir 130 cm un svars 54 kg), kas pārvietojas uz 2 kājām cilvēkam līdzīgajā manierē



ASIMO

Tērzēšanas roboti



Audra



Alberts



Karaliene Nefertiti  
(Queen Nefertiti)



Robots Šekspirs  
(ShakespeareBot)

- 2000. – līdz mūsdienām strauji attīstās tērzēšanas roboti, ar kuriem var runāt par visdažādākajām tēmām un saņemt pretī loģiskus un pareizus teikumus un atbilde

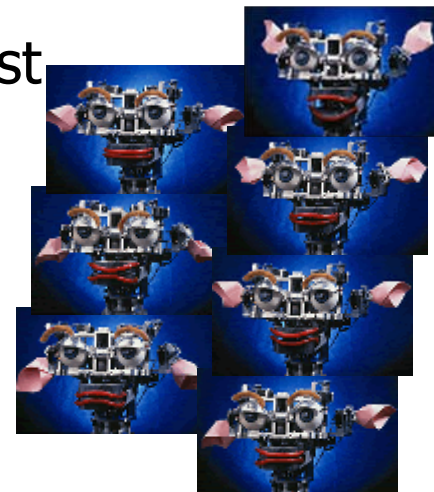
# Pašreizējie notikumi – 1987.-mūsdienas (6)

- 1990.gadu beigās uz mākslīgo intelektu balstītas informācijas izguves programmas kļūst būtiskas plaši izplatītajā tīmekļa izmantošanā
- 2000. gadā interaktīvi robotveida mājas dzīvnieki kļūst komerciāli pieejami. Masačusetas Tehnoloģiskais institūts piedāvā "Kismet" robotu ar seju, kas spēj izteikt emocijas.



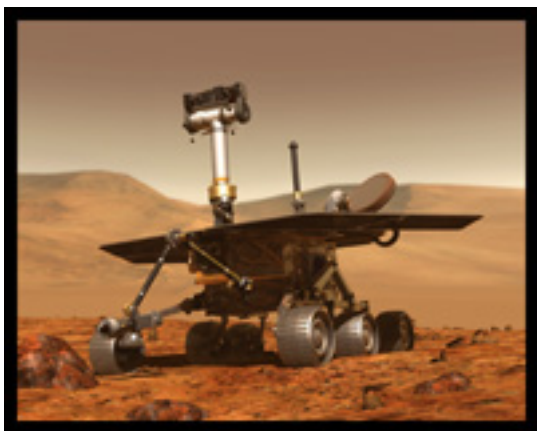
Nomad

Karnegī Mellonas universitātes robots "Nomad" pētīja attālus reģionus Antarktīkā un meklēja meteorītus



Kismet robota dažādas emocijas

# Pašreizējie notikumi – 1987.-mūsdienas (7)



- 2003.gadā NASA divi roboti-dvīņi nolaižas uz Marsa. To misija bija saistīta ar dažādu klints un augsnes paraugu pētīšanu, kas varētu atklāt ūdens vēsturi uz Marsa

- 2005.gadā Sauthemptonas universitātē tika izstrādāta ultravieglā mākslīgā roka, kas var imitēt cilvēku rokas kustības. Tai ir 5 pirksti, katrs no kuriem strādā neatkarīgi



# Pašreizējie notikumi – 1987.-mūsdienas (8)

- 2006.gadā Kanāls "Discovery" Kanādā un Amerikas Savienotajās Valstīs parādīja Džošu Bongarda (Joshua Bongard) izgudrotu robotu ar pašdziedēšanas spējām. Piemēram, ja robots konstatē, ka viņam trūkst kājas, tas izgudro jaunu veidu kā turpināt iešanu
- 2006.gadā Šaha programmas daudzprocesoru versija "Deep Fritz" nospēlēja sešu spēļu maču ar pasaules čempionu šahā Vladimiru Kramniku. Mačs beidzās ar "Deep Fritz" uzvaru (4:2)

