

# Umjetna inteligencija

## 1. Uvod u umjetnu inteligenciju

prof. dr. sc. Bojana Dalbelo Bašić  
doc. dr. sc. Jan Šnajder

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet elektrotehnike i računarstva

Ak. god. 2013./2014.



Creative Commons Imenovanje–Nekomercijalno–Bez prerada 3.0

v1.2



# Danas...

- 1 Mogu li strojevi misliti?
- 2 Mi i strojevi
- 3 Inteligencija i umjetna inteligencija
- 4 Turingov test
- 5 Povijest umjetne inteligencije

# Mogu li strojevi misliti?

- Tisuće godina staro pitanje: “Kako mi mislimo?”
- Zajedno s nastankom računala nastalo je i uvjerenje da ćemo **inteligenciju reproducirati računalom**
- Što je to uopće **inteligencija**? Što podrazumijevamo pod pojmom **umjetna inteligencija**?



I prije nastanka računala postojali su **pokušaji da napravimo svoju kopiju** ...

# Povijesni pokušaji: Frankenstein

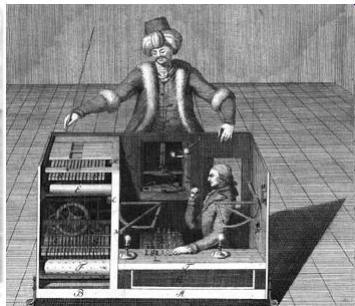
- Izvorna priča Mary Shelley  
“*Frankenstein, ili moderni Prometej*”,  
izdana 1818. godine, opisuje pokušaj  
znanstvenika Victora Frankensteina da  
stvari umjetan život



B. Wrightson: Frankenstein creates the fiend

## Povijesni pokušaji: Turčin

- 1770. godine Wolfgang von Kempelen konstruirao je automat koji igra šah i izvodi konjićev obilazak
- Automat je izlagan i demonstriran 80 godina po Europi i Americi
- Vješto konstruirana mehanička iluzionistička naprava



# Danas: Amazon Mechanical Turk

## Mechanical Turk is a marketplace for work.

We give businesses and developers access to an on-demand, scalable workforce. Workers select from thousands of tasks and work whenever it's convenient.

389,697 HITS available. [View them now.](#)

### Make Money by working on HITS

HITS - Human Intelligence Tasks - are individual tasks that you work on. [Find HITS now.](#)

As a Mechanical Turk Worker you:

- Can work from home
- Choose your own work hours
- Get paid for doing good work



or [learn more about being a Worker](#)

### Get Results from Mechanical Turk Workers

Ask workers to complete HITS - Human Intelligence Tasks - and get results using Mechanical Turk. [Register Now](#)

As a Mechanical Turk Requester you:

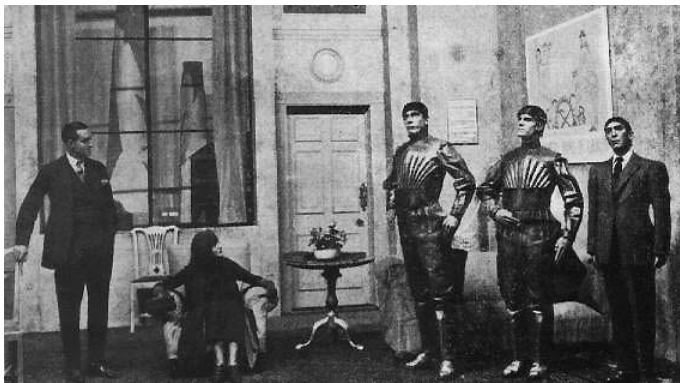
- Have access to a global, on-demand, 24 x 7 workforce
- Get thousands of HITS completed in minutes
- Pay only when you're satisfied with the results



- Velik broj ljudi plaćen da obavlja HIT-ove (*Human Intelligence Tasks*) – zadatke koji iziskuju ljudsku inteligenciju
- “Artificial Artificial Intelligence”, *crowdsourcing*

## Povijesni pokušaji: Robot

- Godine 1921. češki pisac Karel Čapek napisao je dramu *R. U. R.* (*Rossum's Universal Robots*)
- *Robot* (češki *robota*) – rad, prisilan rad





## Isaac Asimov: “Ja, robot”, 1942.

### Three Robot Laws:

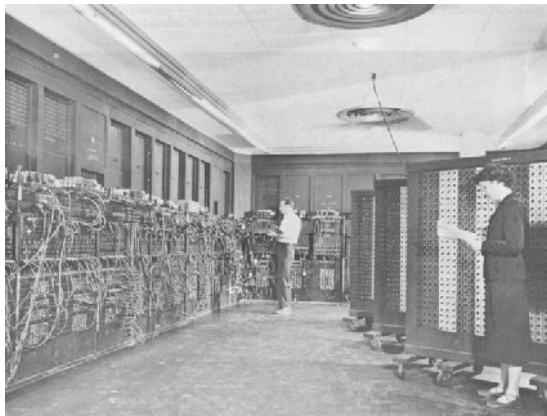
- 1 A robot may not injure a human being or, through inaction, allow a human being to come to harm
- 2 A robot must obey any orders given to it by human beings, except where such orders would conflict with the First Law
- 3 A robot must protect its own existence as long as such protection does not conflict with the First or Second Law



*I, Robot (20th Century Fox, 2004)*

# Računala i elektronički mozak

- 1945. godine razvijen je ENIAC, prvo elektroničko računalo
- U početku razvoja računala smatralo se da su računala istovjetna **elektroničkom mozgu**



## Mogu li strojevi misliti?

- Računala danas upravljaju vrlo složenim procesima, računalom simuliramo rješavanje složenih problema, donošenje odluka, zaključivanja, prirodan jezik, ...



*Rodney Brooks i robot Cog, MIT Media Lab*

# Što ćete naučiti na predmetu *Umjetna inteligencija*?

- Pregled temeljnih postupaka i algoritama UI
- Upoznat ćete sadašnja **ograničenja i mogućnosti** UI
- Upoznat ćete **prednosti i nedostatke** različitih metoda
- Moći ćete prepoznati probleme u kojima je pogodno primijeniti metode umjetne inteligencije
- Pregled različitih filozofskih pogleda na UI

# Danas...

- 1 Mogu li strojevi misliti?
- 2 **Mi i strojevi**
- 3 Inteligencija i umjetna inteligencija
- 4 Turingov test
- 5 Povijest umjetne inteligencije

# Deep Blue vs. Garry Kasparov (1)

- 1997. godine računalo Deep Blue (IBM) pobijedilo je svjetskog šahovskog prvaka Garryja Kasparova
- Je li Deep Blue inteligentan?



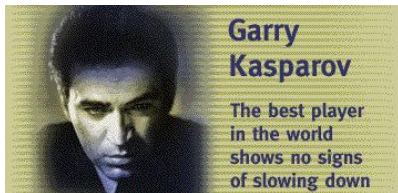
## Deep Blue vs. Garry Kasparov (2)



**200,000,000 šahovskih pozicija** u sekundi

Posjeduje **malo znanja** o šahu, ali **ogromnu sposobnost** izračunavanja

Stroj **nema osjećaje niti intuiciju**, ne zaboravlja, ne može se zbuniti niti osjećati neugodno



**3 šahovske pozicije** u sekundi

Posjeduje **mного znanja** o šahu, ali bitno **manju sposobnost** izračunavanja

Ima osjećaje i **istančanu intuiciju**, ali može osjećati **umor i dosadu** te gubiti koncentraciju

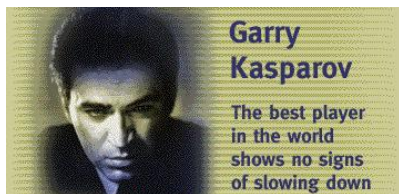
Pretraživanje velikog broja mogućih kombinacija ne zahtijeva inteligenciju!

## Deep Blue vs. Garry Kasparov (3)



Deep Blue **ne uči**, pa ne može iskoristiti umjetnu inteligenciju da bi naučio od svog protivnika

Deep Blue nevjerojatno učinkovito **rješava probleme iz domene šaha**, no manje je “inteligentan” čak i od malog djeteta



Garry Kasparov može učiti i **brzo se prilagoditi** na temelju svojih uspjeha i pogrešaka

Garry Kasparov je općenito vrlo inteligentan. Autor je nekoliko knjiga i govori mnoge jezike



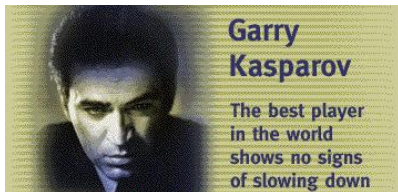
# Deep Blue vs. Garry Kasparov (4)



Izmjene u načinu igre mogu napraviti samo članovi razvojnog tima, i to tek nakon igre

Deep Blue je vrlo vješt u procjeni šahovskih pozicija, no nije u stanju procijeniti slabosti svoga protivnika

Deep Blue mora provesti temeljito pretraživanje svih mogućih pozicija da bi odredio optimalni potez



Garry Kasparov u svakom trenutku **može promijeniti** svoj način igre

Garry Kasparov je vješt u procjeni svoga protivnika, i u **iskorištavanju protivnikovih slabosti**

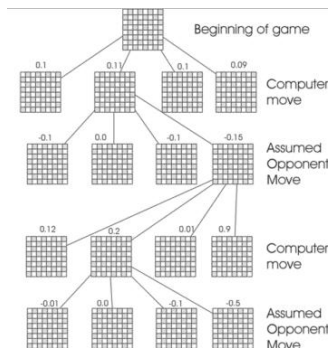
Garry Kasparov je sposoban **selektivno pretraživati** da bi odredio sljedeći potez

# Pretraživanje prostora stanja

- Rješavanje ovakvih teških problema iziskuje **pretraživanje** velikog prostora stanja
- U prosjeku je moguće napraviti 35 različitih poteza
- Da bi se na majstorskoj razini igrao šah, potrebno je pretraživati **8 koraka unaprijed**, što znači da treba ispitati oko  $35^8$  ili  $2 \cdot 10^{12}$  stanja

## Kombinatorna eksplozija

Broj kombinacija **raste eksponencijalno** u svakom koraku (“netraktabilan problem”)



# Pretraživanje prostora stanja

- Šah je razmjerno jednostavan – faktor grananja je 35, a pravila igre stanu na jednu stranicu
- Znatno složenije: interpretacija rečenice prirodnog jezika

## Višeznačnost prirodnog jezika

*John saw a boy and a girl with a red wagon with one blue and one white wheel dragging on the ground under a tree with huge branches.*

- Ova rečenica može imati 8064 tumačenja – višeznačna je i za ljude!

# Razumijevanje prirodnog jezika

- *Flying planes can be dangerous.*  
(*Flying planes is dangerous* or *Flying planes are dangerous*)
- *The man tried to take a picture of a man with a turban.*  
(Did the man try to take a picture with a turban, or take a picture of a man who is wearing a turban?)
- *The man saw the boy with the telescope.*

Prevođenje i komunikacija prirodnim jezikom podrazumijeva **opće znanje** i **razumijevanje konteksta** pomoću kojih se razrješavaju višeznačnosti

# Strojno prevođenje

- Strojno prevođenje jedan je od najtežih zadataka umjetne inteligencije, odnosno **obrade prirodnog jezika** kao njezine podgrane

*I have a dream, that my four little children will one day live in a nation where they will not be judged by the color of their skin but by the content of their character. I have a dream today*

– Martin Luther King

- Prijevod engleski → španjolski → engleski:

*I am a sleepy, that my four small children a day of alive in a nation in where they will not be judged by the color of its skin but by the content of its character. I am a sleepy today.*

# IBM Watson – projekt DeepQA



- 16.2.2011.: Superračunalo **IBM Watson** pobijedilo je u igri Jeopardy najbolje ljudske natjecatelje i osvojilo \$35.734
- Napredni postupci **obrade prirodnog jezika, prikazivanja znanja, zaključivanja i pretraživanja informacija**

# Wolfram Alpha – Computational Knowledge Engine



The screenshot shows the Wolfram Alpha interface. At the top, the logo features a red starburst icon followed by the text "WolframAlpha™ computational... knowledge engine". Below the logo is a search bar containing the text "How do you feel today?". To the right of the search bar are a star icon and a menu icon. Below the search bar is a navigation bar with icons for keyboard, camera, list, and share, followed by the text "Examples" and "Random". Below the navigation bar is a message: "Assuming 'How do you feel today' is a phrase | Use as a question about Alpha instead". Below this message is a box labeled "Input interpretation:" containing the text "How are you?". Below that is a box labeled "Result:" containing the text "I am doing well, thank you.". At the bottom left, it says "Computed by Wolfram Mathematica". At the bottom right, there is a "Download page" link with a download icon.

WolframAlpha™ computational... knowledge engine

How do you feel today? ☆ ☰

Examples Random

Assuming "How do you feel today" is a phrase | Use as a question about Alpha instead

Input interpretation:

How are you?

Result:

I am doing well, thank you.

Computed by Wolfram Mathematica

Download page

# Zadatci teški za računalo, a jednostavni za čovjeka

- Razumijevanje prirodnog jezika
- Zdravorazumsko zaključivanje (engl. *common sense reasoning*)
- Raspoznavanje uzoraka, razumijevanje slike i dinamičke scene
- Kretanje i navigacija
- Zadatci koju uključuju kreativnost
- ...

Činjenica je: **mi puno toga znamo.**

## UI-potpuni problemi (*AI-complete problems*)

Računalni problemi čija je složenost istovjetna rješavanju središnjeg problema umjetne inteligencije: izgradnji stroja inteligentnog koliko i čovjek



# Amazon Turk: tipični HIT-ovi

- Označiti objekte koji se nalaze na slici
- Iz skupa slika odabrati sliku koja najbolje predstavlja neki proizvod
- Provjeravati prikladnost sadržaja slika koje su *uploadali* korisnici
- Klasifikacija objekata u satelitskim snimkama
- Prevođenje rečenica s jednog jezika na drugi
- Ocjenjivanje relevantnosti rezultata tražilice za zadane upite
- Ocjenjivanje sličnosti zadanih parova riječi



# StarCraft AI Competition (2010)



- Agent (intelligentan program koji samostalno djeluje u okolini) mora biti sposoban riješiti niz teških problema (**planiranje, optimizacija, višeagentsko upravljanje**) u ograničenom vremenu i s ograničenim resursima

# Danas...

- 1 Mogu li strojevi misliti?
- 2 Mi i strojevi
- 3 Inteligencija i umjetna inteligencija**
- 4 Turingov test
- 5 Povijest umjetne inteligencije

# Što je inteligencija?

- *lat. intelligere* – razabirati, shvaćati, razumijevati
- Inteligencija je deskriptivan pojam – opisuje neka svojstva jedinke ili grupe jedinki
- Ne postoji suglasnost oko definicije inteligencije
- Većina definicija uključuje koncepte kao što su **apstraktno rasuđivanje, razumijevanje, samosvijest, komunikacija, učenje, planiranje i rješavanje problema**

# Inteligencija – neke definicije

- Inteligencija – svojstvo uspješnog snalaženja jedinke u novim situacijama (R. Pintner).
- Inteligencija – sposobnost učenja prilagodbe na okolinu (Colvin)
- Inteligencija – opća sposobnost apstraktnog zaključivanja pri rješavanju problema (Terman)
- Inteligencija – urođena opća kognitivna sposobnost (Burt)
- Inteligencija – svrsishodno i prilagodljivo ponašanje u danim okolnostima (Psihologija, grupa autora, ŠK, Zagreb, 1992.)
- Inteligencija se manifestira u odnosu na neki posebni društveni i kulturni kontekst (J. Weizenbaum, 1975.)

# Pragmatičan (inženjerski) pristup inteligenciji

- Umjesto diskusije je li neko ponašanje inteligentno ili ne, možemo prihvatiti jedan pragmatičan pristup:

*Ako je neko ponašanje interesantno (ljudsko, mrava, slona, robota ...) – kako to ponašanje nastaje?*

- Takav pristup omogućava razumijevanje principa na kojima se temelji inteligencija.
- “*understanding by building*”
- **Kognitivna znanost** – interdisciplinarno istraživanje uma

# Što je *umjetna* inteligencija?

- Grana računarske znanosti:

**Tehničke znanosti** → **Računarstvo** → **Umjetna inteligencija**

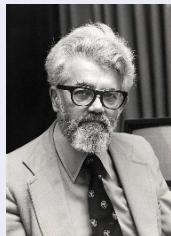
- Područja umjetne inteligencije (prema *Association of Computing Machinery, ACM*):

- ① Opće područje (kognitivno modeliranje, filozofske osnove)
- ② Ekspertni sustavi i primjene
- ③ Automatsko programiranje
- ④ Dedukcija i dokazivanje teorema
- ⑤ Formalizmi i metode prikaza znanja
- ⑥ Strojno učenje
- ⑦ Razumijevanje i obrada prirodnih i umjetnih jezika
- ⑧ Rješavanje problema, metode upravljanja i metode pretraživanja prostora stanja
- ⑨ Robotika
- ⑩ Računalni vid, raspoznavanje uzoraka i analiza scena
- ⑪ Raspodijeljena umjetna inteligencija

# Naziv “umjetna inteligencija” (1)

Dartmouth Conference (Hanover, New Hampshire), 1956.

*“... 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.**”* (McCarthy et al. 1955)



*“We think that a significant advance can be made in one or more of these problems if a carefully selected group of scientists **work on it together for a summer.**”*



## Naziv “umjetna inteligencija” (2)

- Znanstvenici s vodećih institucija: CMU, Stanford, MIT, IBM
- Dartmutska konferencija nije donijela spektakularne rezultate, ali je ustanovila novo područje – **umjetnu inteligenciju** – područje različito od operacijskih istraživanja ili teorije upravljanja, koja su prije toga bavila nastojala odgovoriti na slična pitanja

### John McCarthy, (1956.)

*“Umjetna inteligencija – naziv za znanstvenu disciplinu koja se bavi izgradnjom računalnih sustava čije se **ponašanje** može tumačiti kao inteligentno”*

- Intelligenti strojevi vs. inteligentno ponašanje strojeva

# Definicije umjetne inteligencije (1)

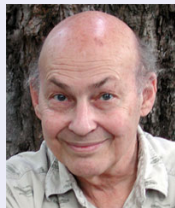
Patrick. H. Winston (MIT)

*“Proučavanje postupaka koji mogućim čine percipiranje, rasuđivanje i reagiranje.”*



Marvin Minsky (MIT)

*“Znanost o tome kako postići da strojevi izvode zadatke koji bi, kada bi ih radio čovjek, iziskivali inteligenciju.”*



## Definicije umjetna inteligencije (2)

Elain Rich (University of Texas at Austin)

*“Umjetna inteligencija bavi se izučavanjem kako računalo učiniti sposobnim da obavlja poslove koje u ovom času ljudi obavljaju bolje.”*



Eugene Charniak (Brown University)

*“Proučavanje mentalnih svojstava kroz uporabu računalnih modela.”*



# Klasifikacija definicija umjetne inteligencije

- Nema opće prihvaćene definicije umjetne inteligencije
- Pokušaj sistematizacije definicija:

<b>Razmišljati ljudski</b>	<b>Razmišljati racionalno</b>
<b>Ponašati se ljudski</b>	<b>Ponašati se racionalno</b>

# Klasifikacija definicija umjetne inteligencije (2)

## Razmišljati **ljudski**

- *“Uzbudljivi novi pokušaj da se omogući razmišljanje računalima. . . strojevi s umovima, u punom i doslovnom smislu.”* (Haugeland, 1985)
- *“Automatizacija aktivnosti koje asociiramo s ljudskim razmišljanjem, poput donošenja odluka, rješavanja problema, učenja. . .”* (Bellman, 1978)

## Ponašati se **ljudski**

- *“Proces stvaranja strojeva koji obavljaju funkcije koje zahtijevaju inteligenciju koju imaju ljudi”* (Kurzweil, 1990)
- *“Proučavanje kako učiniti da računala rade stvari u kojima su, trenutno, ljudi bolji”* (Rich i Knight, 1991)

## Razmišljati **racionalno**

- *“Proučavanje mentalnih svojstava kroz uporabu računalnih modela.”* (Charniak i McDermott, 1985)
- *“Proučavanje postupaka koji mogućim čine percipiranje, rasuđivanje i reagiranje.”* (Winston, 1992)

## Ponašati se **racionalno**

- *“Polje rada koje želi objasniti i emulirati inteligentno ponašanje u smislu računalnih procesa”* (Schalkoff, 1990)
- *“Grana računarnih znanosti koja se bavi automatizacijom inteligentnog ponašanja”* (Luger i Stubblefield, 1993)

# Definicija umjetna inteligencije

D. W. Patterson (1990.)

*“Umjetna inteligencija grana je računarske znanosti koja se bavi proučavanjem i oblikovanjem računarskih sustava koji pokazuju **neki oblik inteligencije**. Takvi sustavi mogu učiti, mogu donositi zaključke o svijetu koji ih okružuje, oni razumiju prirodni jezik te mogu spoznati i tumačiti složene vizualne scene te obavljati druge vrste vještina za koje se zahtijeva **čovjekov tip inteligencije**.”*

# Umjetna inteligencija i druge znanosti

- Humanističke znanosti: **lingvistika, filozofija, psihologija**
- Prirodne znanosti: **matematika, biologija**
- **Kognitivna znanost**: interdisciplinarno znanstveno istraživanje uma (računarstvo, neuroznanost, psihologija, lingvistika, antropologija)



# Kognitivna znanost – umjetna inteligencija

<b>Kognitivna znanost</b>	<b>Umjetna inteligencija</b>
Inteligencija	Umjetna inteligencija
Znanje	Baza znanja ( <i>knowledge base</i> )
Spoznaja	Obrada informacija ( <i>information processing</i> )
Učenje	Strojno učenje ( <i>machine learning</i> )
Usvajanje/razumijevanje jezika	Obrada prirodnog jezika



# Danas...

- 1 Mogu li strojevi misliti?
- 2 Mi i strojevi
- 3 Inteligencija i umjetna inteligencija
- 4 Turingov test**
- 5 Povijest umjetne inteligencije

# Mogu li strojevi misliti?

Alan Turing, *Can machines think?* (1950.)

*"I believe that **in about fifty years' time** it will be possible to program computers to make them play the imitation game so well that an average interrogator will not have more than 70 per cent chance of making the right identification after five minutes of questioning."*



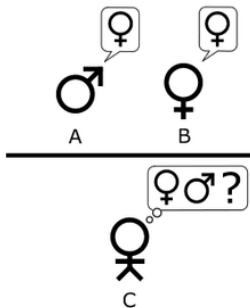
# Ispitivanje inteligencije

- Alan Turing u časopisu *Mind*, članku “*Computing Machinery and Intelligence*” (1950.) predložio je operacionalizaciju pitanja “mogu li strojevi razmišljati”
- Pitanje “**Mogu li strojevi razmišljati?**” zamijeniti pokusom “**igra oponašanja**”
- Pokus uspoređuje performanse pretpostavljenog inteligentnog stroja i čovjeka na temelju nekog skupa upita



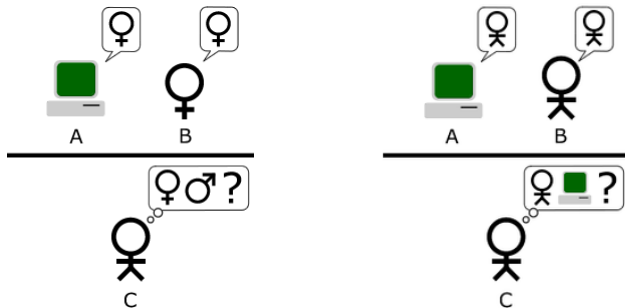
# Turingov test (1)

- U igru su uključena tri sudionika s različitim ciljevima: A, B (ispitanici) i C (ispitivač). A i B su suprotnih spolova
- **Cilj igrača C:** postavljanjem pitanja odrediti spol ispitanika
- **Cilj igrača B:** pomoći ispitivaču C
- **Cilj igrača A:** navesti ispitivača C na pogrešnu identifikaciju
- Pokus se ponavlja i mjeri se uspješnost ispitivača C



## Turingov test (2)

- Što će se dogoditi ako stroj preuzme ulogu igrača B?
- Hoće li ispitivač C učiniti jednak broj pogrešaka kao kada u igri sudjeluju muškarac i žena?
- **Turing: Ako je broj pogrešaka jednak, onda je stroj inteligentan**
- Standardna varijanta: ispitivač C treba razabrati čovjeka od stroja



## Turingov test (2)

**Q:** Koje bi sposobnosti (inteligentan) stroj trebao imati, a da prođe TT?

- obrada prirodnog jezika
- prikaz (predstavljanje) znanja
- automatsko zaključivanje
- učenje

Turing je predviđao da će do 2000. računala (s oko 120 MB memorije) imati 30% šanse zavarati ljude

**Q:** U koju kategoriju spada definicija inteligencije prema TT?

Razmišljati <b>ljudski</b>	Razmišljati <b>racionalno</b>
Ponašati se <b>ljudski</b>	Ponašati se <b>racionalno</b>

**A:** Ponašati se ljudski

# Nedostatci Turingovog testa

- Ljudska vs. opća inteligencija (ljudi se ponekad ponašaju neinteligentno, a inteligentno ponašanje ne mora nužno biti ljudsko)
- Prava vs. simulirana inteligencija (filozofski protuargument ponašajno-orijentiranoj UI)
- Naivnost ispitivača (dokazano u slučaju ELIZA-bota)
- Irelevantnost testa

## Irelevantnost testa

Udžbenici aeronautike cilj aeronautike ne definiraju kao:

*“Izgradnja strojeva koji lete tako slično golubovima da mogu prevariti druge golubove”*



- TT je značajniji za filozofiju UI-a, nego što je to za sam razvoj UI-a

# Loebnerova nagrada

- 1990. godine ustanovljena je **Loebnerova nagrada**: \$100,000 i zlatna medalja za prvi razgovorni program (*chatbot*) čiji se odgovori ne budu razlikovali od čovjekovih
- Kontroverzno natjecanje upitne koristi za UI
- Glavna nagrada još uvijek nije osvojena
- Dobitnici nagrade za “program najbliži čovjeku”:
  - ▶ 2013. Mohan Embard: **Chip**
  - ▶ 2012. Stephen Worswick: **Mitsuku**
  - ▶ 2011., 2010. Bruce Wilcox: **Suzette**
  - ▶ 2009. David Levy: **Do-Much-More**
  - ▶ 2008. Fred Roberts: **Elbot**
  - ▶ 2007. Robert Medeksza: **Ultra Hal**
  - ▶ 2006. Rollo Carpenter: **Joan**
  - ▶ 2005. Rollo Carpenter: **George**
  - ▶ 2004. R. Wallace: **A.L.I.C.E.**





# Obrnuti Turingov test: CAPTCHA

- CAPTCHA – Completely Automated Public Turing Test to Tell Computers and Humans Apart



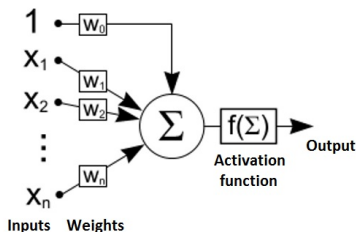
- Istraživanje (provedeno pomoću Amazon Mechanical Turka) pokazuje da je CAPTCHA “često složenija no što bi trebala biti” – prosječno vrijeme rješavanja je 9,8 sekundi (Bursztein et al., 2010)

# Danas...

- 1 Mogu li strojevi misliti?
- 2 Mi i strojevi
- 3 Inteligencija i umjetna inteligencija
- 4 Turingov test
- 5 Povijest umjetne inteligencije

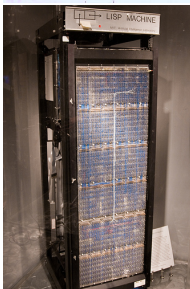
## Početak: 1943. – 1952.

- 1943. J. McCulloch, W. Pitts: model umjetnog neurona
- 1949. D. Hebb: pravilo za modificiranje veze između dva neurona
- 1951. Minsky i Edmons: prva neuronsku mrežu od 40 neurona (vakumske cijevi)
- 1950. A. Turing: Turingov test, strojno učenje, genetički algoritmi, podržano učenje



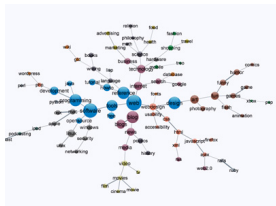
## 1952. – 1969. Rani entuzijazam, velika očekivanja (1)

- 1952. A. Samuel: igra dame, program koji uči
- 1956. Newell, Shaw i Simon: Logic Theorist (LT) – skraćeni dokaz teorema iz knjige *Principia Mathematica*
- 1957. Newel & Simon: GPS, prvi program koji je utjelovio ljudski način razmišljanja
- 1958. J. McCarthy: LISP
- 1960.–1962. Widrow i Hoff: Adaline
- 1962. F. Rosenblatt: dokaz konvergencije perceptrona



## 1952. – 1969. Rani entuzijazam, velika očekivanja (2)

- 1965. Joseph Weizenbaum – razgovorni program ELIZA
- 1965. Robinson – pravilo rezolucije
- 1966. Quillian – semantičke mreže
- 1969. Minsky, Papert: “Perceptrons” – ograničenje neuronske mreže



## ELIZA – primjer razgovora

- Men are all alike
- In what ways?
- They are always bugging us about something or other
- Can you think of specific example?
- Well, my boyfriend made me come here
- Your boyfriend made you come here?
- He says I am depressed much of the time
- I am sorry that you are depressed
- Its true, I am unhappy
- Do you think coming here will help you not to be unhappy?
- I need some help that much seems certain
- What would it mean to you if you got some help?
- Perhaps I could learn to get along with my mother
- Tell me more about your family

## 1952. – 1969. Otrežnjenje (1)

- Rezultati ranih sustava pokazali su se slabi na širem rasponu problema ili na težim zadacima
- Rani programi sadržavali su **malo ili ništa znanja**, a uspjeh se temeljio na jednostavnim sintaktičkim manipulacijama

### Neuspjeh strojnog prevođenja (1957.)

Strojno prevođenje (financirano zbog ubrzanja prevođenja ruskih radova o Sputniku) temeljilo se na sintaktičkim transformacijama i zamjenama riječi na temelju engleske i ruske gramatike. Rezultat:

*“The spirit is willing but the flesh is weak”*

→ *“The vodka is good but the flesh is rotten”*



## 1952. – 1969. Otrežnjenje (2)

- Drugi veliki problem – **netraktabilnost** mnogih problema koje je UI pokušavala riješiti
- Početni uspjeh bio je moguć zbog malog broja kombinacija u mikrosvjetoima (pojednostavljeni problemi)
- Prije razvoja teorija izračunljivosti mislilo se da će se “skaliranje” na veće probleme riješiti povećanjem računalne snage!
- 1969. Minsky i Papert: *Perceptrons* – obeshrabrenje istraživanja neuronskih mreža



## 1970. – 1979. Sustavi temeljeni na znanju

- DENDRAL, Feigenbaum, Buchanan (Stanford) – sustav temeljen na znanju zaključuje o molekularnim strukturama organskih spojeva na temelju spektroskopije masa – 450 pravila
- MYCIN, Shortliffe (Stanford), 550 pravila, različit od DENDRALA: nema teorijskog modela kao podlogu, uvođenje faktora izvjesnosti
- Napredak u obradi prirodnog jezika
- PROLOG – logički programski jezik popularan u Europi
- 1975. Minsky, teorija okvira (frames)

## 1980. – danas

- 1980 – UI je industrija! (od nekoliko milijuna dolara u 1980. do milijardu dolara u 1988.)
- 1982 McDermott – DEC R1 ekspertni sustav
- 1980-ih – Povratak neuronskih mreža (Werbos – algoritam *backpropagation*)
- **Inteligentni agenti** (agent – percepcija okoline kroz senzore i djelovanje na sredinu kroz akcije)
- **Robotika**
- **Strojno učenje**

## Sažetak

- Nastojanja da se napravi inteligentan stroj sežu daleko u prošlost
- Mnogi zadatci koji su jednostavni za čovjeka, teški su za računalo. Jako teške zadatke nazivamo **UI-potpuni zadatci**
- Ne postoji opće prihvaćena definicija UI, no postoje četiri osnovna tipa definicija (**ponašanje/razmišljanje, racionalno/ljudski**)
- **Turingov test** mjeri inteligenciju stroja kroz igru oponašanja. Test je interesantan, ali u praksi nije toliko značajan
- Kroz povijest, UI je imala uspone i padove. Rana ekstravagantna obećanja uglavnom nisu ispunjena
- Računala danas mogu uspješno (i bolje od ljudi) **rješavati mnoge specifične probleme**



*Sljedeća tema: Pretraživanje prostora stanja*