

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

Prof. dr. sc. Slobodan Ribarić

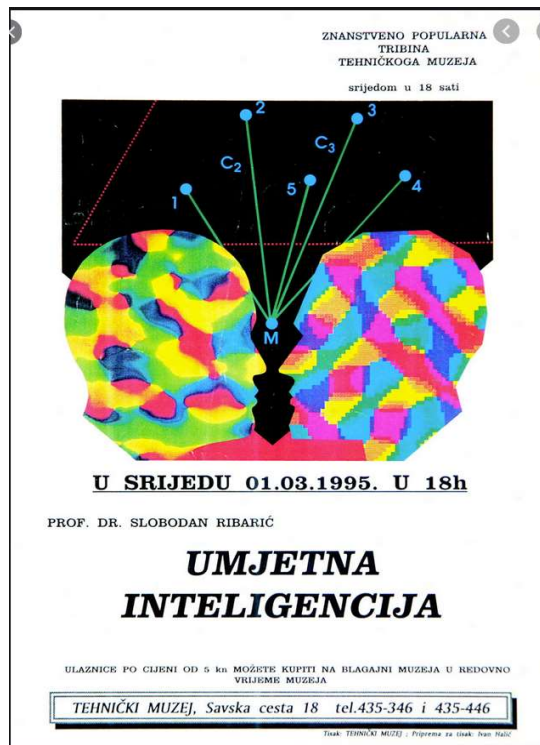
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER)  
Zavod za elektroniku, mikroelektroniku, računalne i inteligentne sustave



Zagreb, 3. srpnja 2020.

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

Zašto osobni pogled?



1995. Godina

inteligentni informatički sustavi

naslovna  
projekti  
radovi  
seminari  
download

Sučeđe i podrška za upravljač snage TCI600  
Biometrijski sustav za identifikaciju  
Sustav računarskog vida za praćenje zračnih ciljeva

seminari

Skripta "Inteligentni sustavi" - MIPRO 2001.

Opatija, 22.05. - 24.05.2001.

Inteligentni sustavi - MIPRO 2001.

U sklopu seminara Inteligentni sustavi - MIPRO 2001. tvrtka je izdala skriptu "Inteligentni sustavi".

Leo Budin, Bojana Dalbelo Bašić  
Nikola Pavešić, Slobodan Ribarić

inteligentni sustavi

3 BESPLATNA POGLAVLJA

Autori

- Leo Budin
- Bojana Dalbelo Bašić
- Nikola Pavešić
- Slobodan Ribarić

2001. godina

Predmet: **Inteligentni sustavi** (FER I, 1995.);  
Nositelji: L. Budin, S. Ribarić

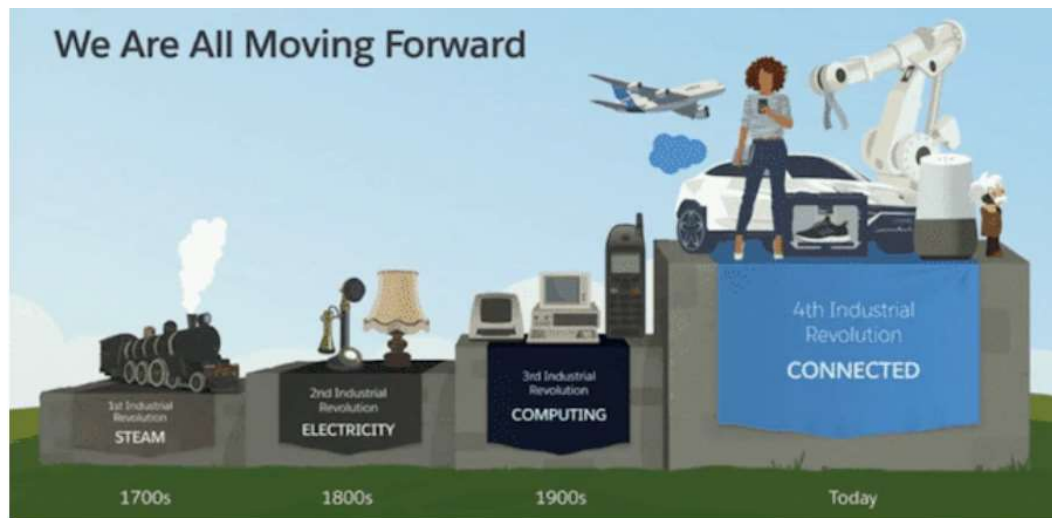


Na rubu znanosti – Umjetna inteligencija

2006. godina

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

Umjetna inteligencija (engl. Artificial Intelligence) temelj je četvrte industrijske revolucije u kojoj se smanjuje jaz i brišu granice između fizičkog, biološkog i "digitalnog" svijeta.



<https://www.salesforce.com/blog/2018/12/what-is-the-fourth-industrial-revolution-4IR.html>

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

## - Što je inteligencija?

Inteligencija – uspješno snalaženje jedinke u novim situacijama;

Inteligencija – opća sposobnost mišljenja pri rješavanju problema;

Inteligencija – svrsishodno i prilagodljivo ponašanje u danim okolnostima;

- Inteligencija se manifestira u odnosu na neki posebni društveni i kulturni kontekst (J. Weizenbaum, 1975.)

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

- Što je umjetna inteligencija (engl. AI - Artificial Intelligence; Machine Intelligence)?
- naziv AI su skovali J. McCarty, M. Minsky, A. Newell i H. Simon 1956. godine na konferenciji u Dartmouthu (područja: teorija automata, neuronske mreže, proučavanje inteligencije);
- Je li je naziv “umjetna inteligencija” ili “strojna inteligencija” opravdan?

“Govoriti o inteligenciji strojeva znači izgovoriti besmislenost u logičkom značenju te riječi, isto kao što bi, naprimjer, to bilo pitanje upisa “rođenja” amebe ili smrti neke zvijezde u građanski registar države” (J. Safran, 1968).

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

- Inteligencija – inteligentno vladanje ili ponašanje strojeva;
- Može li stroj misliti?

Turingov test (A. Turing, “Computing Machinery and Intelligence”, Mind, 1950.) – igra imitacije

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

Cilj igre: C ispitivač /muškarac ili žena/ mora odrediti tko je od dvoje (A i B) žena a tko muškarac

Cilj igre za A: uputiti C na pogrešnu identifikaciju

Cilj igre za B: pomoći ispitivaču

Što će se dogoditi ako **stroj** preuzme ulogu A? Hoće li ispitivač praviti jednak broj pogrešaka?

Turingov test:

- muškarac (A)
- žena (B)
- ispitivač (C)

C



X (A?)



Y (B?)



Ako je broj pogrešaka (pod)jednak **onda je stroj (koji je zamijenio A ) inteligentan!**

Očekivane sposobnosti i svojstva takva stroja:

- obrada i razumijevanje prirodnog jezika
- sposobnost prikaza znanja i zaključivanja
- sposobnost učenja

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

Je li bilo koji stroj do sada „prošao” Turingov test?

NE!

„... pravi test nije nikada prošao ni jedan stroj” (B. McGuire, 2006)

Totalni Turingov test

- Ispitivač može ispitivati i sposobnosti percepcije i motorike

Stroj treba dodatno imati i:

- (Računarski ili robotski) vid;
- Robotska svojstva;



# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

Umjetna inteligencija je grana računarskih znanosti koja se bavi proučavanjem i oblikovanjem računarskih sustava koji pokazuju neki oblik inteligencije. Takvi sustavi mogu učiti i zaključivati, mogu donositi uporabne zaključke o svijetu koji ih okružuje i u kojem djeluju, mogu razumijeti prirodni jezik ili spoznati i tumačiti složene vizualne scene. Takvi sustavi mogu obavljati i druge vrste vještina koje zahtijevaju čovjekovu inteligenciju.

(D.W. Patterson, 1990.)

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

- **Slaba AI** (engl. Weak AI, Narrow AI) – uspješno rješava zadatke u uskom (specijaliziranom) području; simulira čovjekovo ponašanje;

Stroj oblikovan i naučen za određen zadatak;

- Težnja – informacijsko-procesni stroj koji **izgleda** kao da ima mentalni repertoar kao čovjek (Microsoft Cortana; Google Assistant);

- **Jaka AI** (engl. Strong AI) – razvoj stroja koji svojom intelektualnim sposobnostima jednak čovjekovim sposobnostima;

Stroj s poopćenim ljudskim kognitivnim sposobnostima;

Težnja – stvoriti umjetnu osobu;

Transhumanizam (H. Moravec);

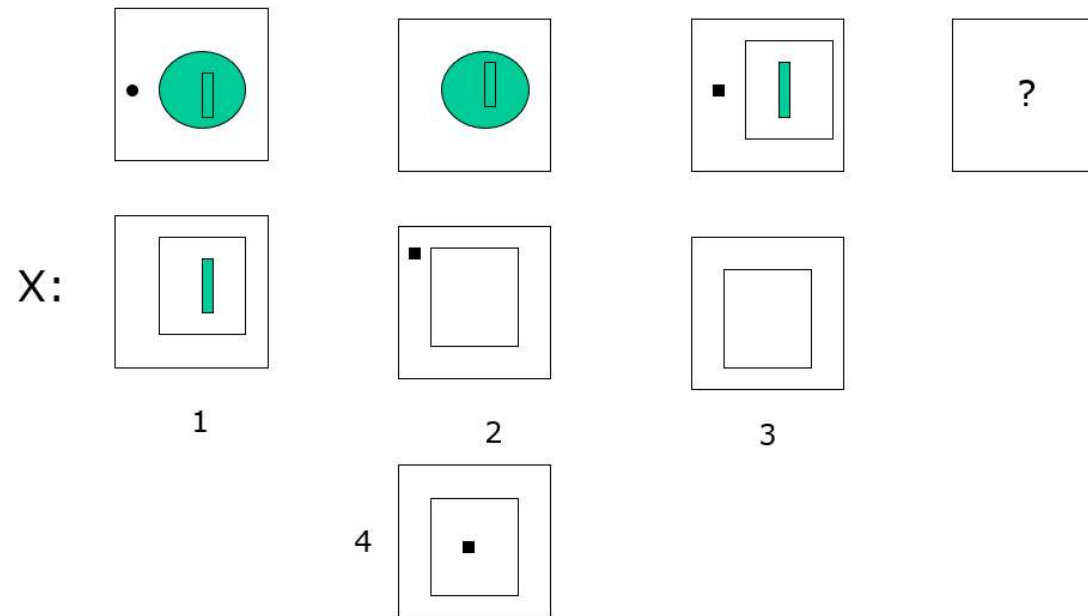
# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

Područja AI (prema ACM klasifikaciji)

- Ekspertni sustavi i njihova primjena;
- Automatsko programiranje;
- Dedukcija i dokazivanje teorema;
- Formalizmi i metode prikaza znanja;
- Rješavanje problema i metode pretraživanja stanja;
- Robotika;
- Razumijevanje i obrada prirodnog jezika;
- Računarski vid, raspoznavanje uzoraka i razumijevanje scena;
- Distribuirana AI;

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

Primjer: T. G. Evans, "A Heuristic Programs to Solve Geometric Analogy Problems", Ph.D. Thesis, MIT Press, 1968.



# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

Primjer:

Eliza (J. Weizenbaum, 1965)

Dijalog između jedne mlade žene i ELIZE:

Mlada žena: Svi su ljudi slični.

ELIZA: U kojem smislu?

MŽ: Oni nas stalno zamaraju, čas ovim čas onim.

E: Imaš li neki poseban primjer za to?

MŽ: Evo, moj dečko me je natjerao da ovdje dođem.

E: Tvoj dečko te natjerao da ovdje dođeš?

MŽ: Da, on kaže da sam veći dio vremena depresivna.

E: Žao mi je što čujem da si depresivna.

MŽ: To je istina i ja sam nesretna.

E: Misliš li da će tvoj dolazak ovamo pomoći da ne budeš nesretna?

MŽ: Sasvim sigurno treba mi pomoć!

E: Što će ti značiti pružena pomoć?

MŽ: Možda bi se mogla bolje razumijeti s majkom.

E: Reci mi nešto više o svojoj porodici.

...

...

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

## 0. Vrijeme prije AI

Aristotel (4. stoljeće B.C.) – utemeljitelj logike

G. Leibniz (1646.-1716.) – utemeljio binarni brojevni sustav/"1" – Bog; "0" – ništa ili praznina/

C. Babbage (1792.- 1871) – računski stroj

G. Boole (1815.-1864.) - matematička logika

C. Shannon (1938.) – teorija informacija

A. Church, K. Gödel, E. Post (1936. -1947.) – logičari

A. Turing (1936.) – "otac" umjetne inteligencije

N. Wiener (1948.) - kibernetika

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

## 1.Faza inkubacije (1943. - 1956. godine)

W. McCulloch, W. Pitts (1943.) – umjetni neuron  
(osnovna znanja iz psihologije i fiziologije,  
funkcioniranje neurona u mozgu, propozicijska logika,  
Turingova teorija računanja)

D. Hebb (1949.) – učenje neuronskih mreža

Umjetni neuron i učenje neuronskih mreža – temelj konekcijskih modela

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

## 1. Faza inkubacije (1943. - 1956. godine) - nastavak

- M. Minsky i D. Edmonds (1951.) izgradili prvo računalo **SNARC** (Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator) temeljeno na neuronskoj mreži
- C. Shannon, A. Newell (1952.- 1956) – računalo koje igra šah na reduciranoj ploči
- A. Newell, J. C. Shaw, H. A. Simon (1956.) – šahovski program koji može pobjeđivati početnika



# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

## 2. Faza ranog entuzijazma i velikih očekivanja (1952. - 1969.)

A. Bernstein (1957.) – program za IBM 704 koji igra šah na razini osrednjeg amatera

B. Newell, J. C. Shaw, H. A. Simon (1959.) – GPS (General Problem Solver)

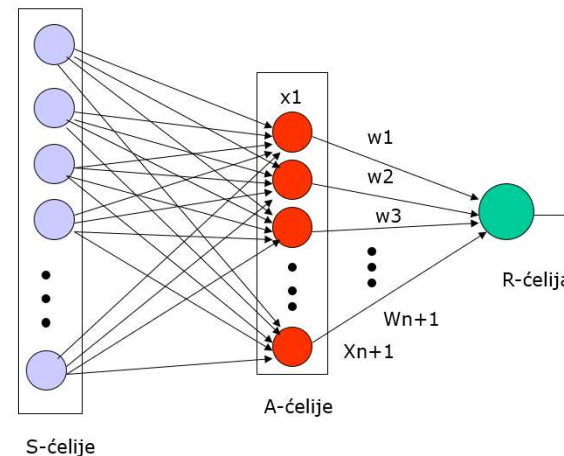
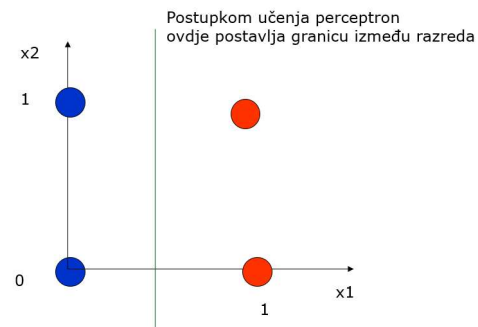
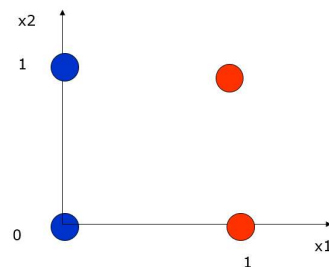
F. Rosenblatt (1958.) - **perceptron**

Perceptron – jednorazinska neuronska mreža –  
- stroj koji može učiti

Primjer:

$$\omega_1 = \{(0,0,1)^T, (0,1,1)^T\}$$

$$\omega_2 = \{(1,0,1)^T, (1,1,1)^T\}$$



# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

## 2. Faza ranog entuzijazma i velikih očekivanja (1952. - 1969.) - nastavak

A.L. Samuel (1961.) – program koji igra šah na razini šahovskog majstora;

J. A. Robinson (1965.) – uporaba rezolucije kao metode logičkog zaključivanja;

J. Lederberg, F. Feigenbaum i C. Djerassi (1965.) započeli rad na ekspertnom sustavu

**DENDRAL** – sustav otkriva molekularne strukture na temelju spektrograma mase;

Ekspertni sustav **MACSYMA** (1968.) (C. Engelman, W. A. Martin) za integriranje matematičkih funkcija;

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

## 3. Faza ekspertnih sustava (engl. Knowledge-based Systems) (1969. – 1979.)

Sedamdesetih godina nastupa „AI zima” - komercijalne i znanstvene aktivnosti u AI dramatično su opale!

Ekspertni sustavi ili sustavi temeljeni na znanju:

- Mycin (1976.)
- Prospector (1978.)
- XCON (R1) (1982.)

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

## 4. Faza povratka neuronskih mreža (1986.- do danas)

D. Rumelhart, McClelland G. Hinton (1986.) PDP – Parallel Distributed Processing

- Jednoslojni perceptron
- Hopfildova neuronska mreža
- Hammingova neuronska mreža
- Carpenter-Grossbergova neuronska mreža
- Višeslojni perceptron
- Asocijativna dvosmjerna neuronska mreža
- Boltzmanova neuronska mreža
- Neocognition
- Neizrazite (engl. Fuzzy) neuronske mreže
- Duboko učenje i duboke konvolucijske neuronske mreže

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

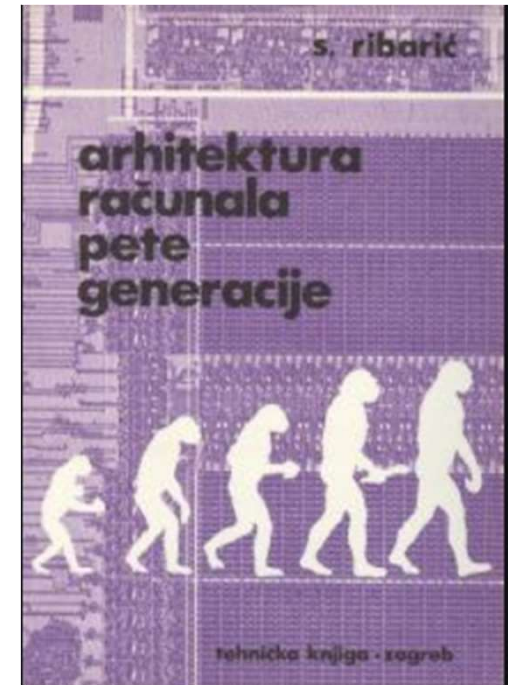
## 5. AI postaje industrija (1980.- do danas)

1982. "Fifth Generation" (FGCS) projekt

(Japansko ministarstvo međunarodne trgovine i industrije (MITI))

Trend:

- Čipovi s ugrađenom AI (AI-Chip; AI-enabled Chip);
- AI + IoT;
- Automatizirano strojno učenje;
- AI + računarstvo u oblaku;
- AI + Cybersigurnost;



(S. Ribarić, 1986.)

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

## 5. AI postaje industrija (1980.- do danas) - nastavak

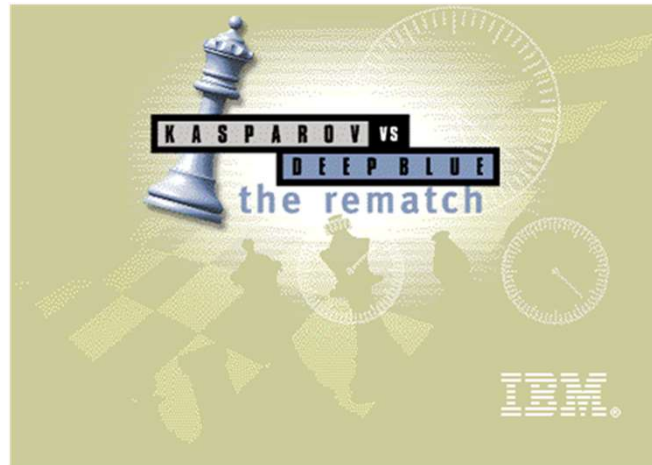
- Deep Learning
- Machine Learning
- Natural Language Processing
- Machine Vision



- Healthcare
- BFSI
- Law
- Retail
- Advertising & Media
- Automotive & Transportation
- Agriculture
- Manufacturing
- Others

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

Dva primjera AI u području igre:



**In May 1997, IBM's Deep Blue Supercomputer played a fascinating match with the reigning World Chess Champion, Garry Kasparov.**

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled





# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

GO

ožujak 2016.

**AlphaGo is the first computer program to defeat a professional human Go player, the first to defeat a Go world champion, and is arguably the strongest Go player in history.**

Južno Korejski GO šampion Lee Se-do poražen!

**Former Go champion beaten by DeepMind retires after declaring AI invincible**

*'Even if I become the number one, there is an entity that cannot be defeated'*

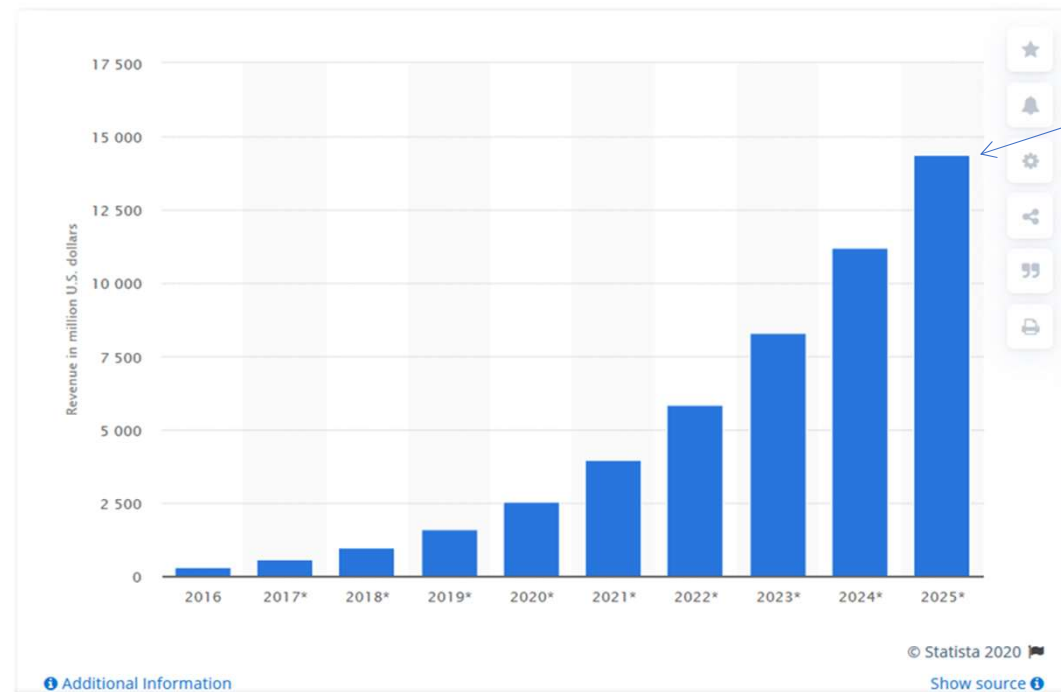
Studeni 2019.



# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

## 5. AI postaje industrija (1980.- do danas) - nastavak

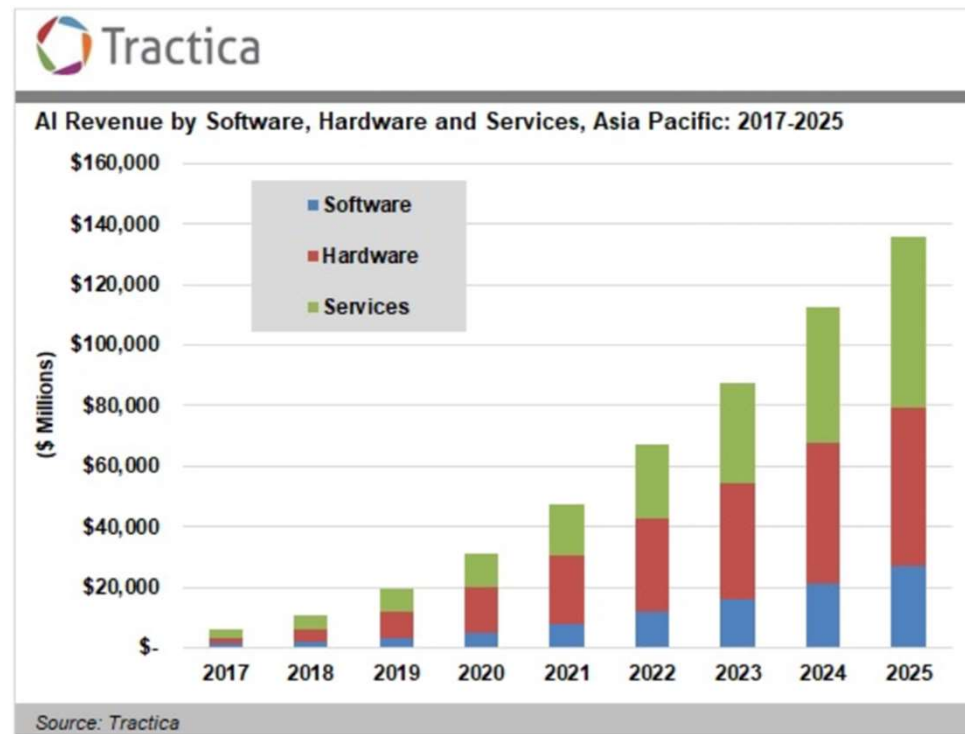
### Europa



# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

## 5. AI postaje industrija (1980.- do danas) - nastavak

**Azija**  
(Kina, Indija, Japan)



# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

## Istraživanja na području AI

- a) sveučilišta
- b) kompanije

a)

MIT, Stanford, Carnegie Mellon University, Berkley;

KIT(Karlsruhe Institute of Technology), TU Munich, TU Berlin, University of Osnabrück, Oxford, Cambridge, DFKI (German Research Institute for AI), Max Planck i Fraunhofer instituti

b)

Google, Microsoft, Tempus, DataRobot, Freenome, CloudMinds, H20.ai, OpenAI  
German Autolabs, Merantix, Understand.ai, Qucit (Francuska), Braingineers (Nizozemska),

# Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

- implantabilne (ugradive) tehnologije;
- digitalno prisustvo na internetu, nosiv Internet (engl. Wearable Internet);
- vid (engl. Vision) kao novo sučelje, automobili bez vozača;
- sveprisutno računarstvo (engl. Ubiquitous Computing), superračunalo u džepu, neograničena i (skoro?) besplatna pohrana podataka;
- IoT, pametni gradovi, umreženi domovi;
- veliki skupovi podataka za donošenje odluka, AI za donošenje odluka;
- robotika i usluge;
- AI i poslovi „bijelih ovratnika“, vladini i upravno-administrativni poslovi;
- ekonomija dijeljenja (engl. Sharing Economy);
- 3D tiskanje i proizvodnja (npr. automobil, organi, itd.);
- neurotehnologija (umjetna memorija ugrađena u mozak, dizajn živih bića);

## Povijest i trendovi razvoja AI - jedan osobni pogled

“Ja vjerujem da razumijevanje inteligencije uključuje razumijevanje kako se znanje prikuplja, pohranjuje, kako se generira inteligentno ponašanje i učenje, kako se motivi, emocije i prioriteti razvijaju i kako se oni koriste, kako se senzorski podražaji pretvaraju u simbole, kako se manipulira simbolima da bi se dobila logika i da bi se zaključivalo o prošlosti, sadašnjosti te planirala budućnost; kako mehanizmi inteligencije ostvaruju fenomene iluzije, vjerovanja, nade, straha ili snova i konačno uljudnosti i ljubavi.

Razumijevanje tih funkcija na temeljnoj razini, vjerujem, bilo bi znanstveno postignuće na razini dosega u atomskoj fizici ili molekularnoj genetici.”

(J. Albus,1995.)