

UMJETNA INTELIGENCIJA I 5G TEHNOLOGIJA

- GLAVNI POKRETAČI DIGITALIZACIJE

prof. dr. sc. Bojan Jerbić

Fakultet strojarstva i brodogradnje
Sveučilište u Zagrebu



Zagreb, 2019.



ŽIVIMO LI UISTINU U
BUDUĆNOSTI ?

...

PRVI "SELFIE" ...

1920

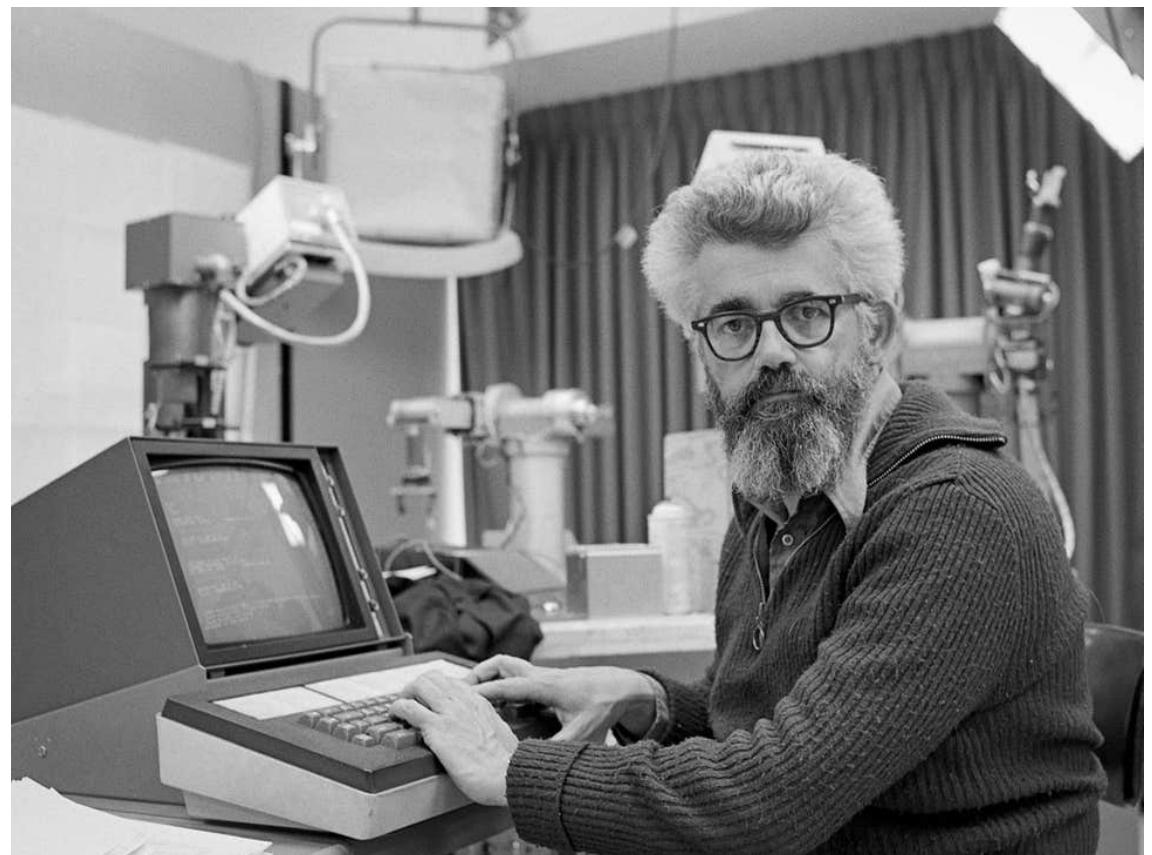


Source: Googling

The Convergence of key ICT Trends for Digitalization | 2018 | Page 8

UMJETNA INTELIGENCIJA ...

Pojam **UMJETNA INTELIGENCIJA** prvi je osmislio profesor matematike **John McCarthy 1955. godine**, osnivač MIT Artificial Intelligence Lab.



Izvor: *The Economist*, hbr.org/cover-story/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence

INTERNET OF THINGS ...

Kevin Ashton, engleski inovator, RFID pionit, suosnivač Auto-ID Center na MIT-u, **1999. godine** osmislio je pojam **“Internet of Things” (IoT)** kao jedan od managera Procter & Gamble ...

“... svakodnevni objekti - kao npr. hladnjak - s ugrađenim senzorima ili procesorima može se povezati u Internet, omogućavajući autonomnu komunikaciju s okolinom ...”



Izvor: *The Economist*, hbr.org/cover-story/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence

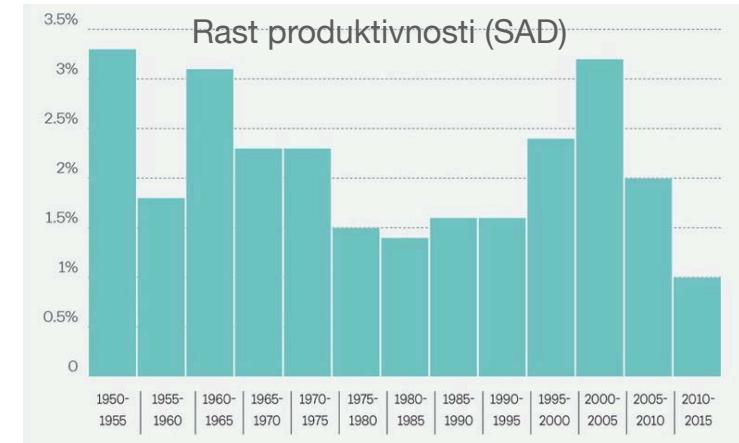
ROBOTIKA JE RAZOČARALA!!!

Ekonomist **Robert Gordon**: *Robotika je razočarala!!!*

”Po mom mišljenju, veliki utjecaj na poslovnu produktivnost od digitalne revolucije dogodio se između 1980. i 2005. To je doista učinilo razliku kada smo se riješili pisaćih strojeva i računskih strojeva i prebacili se na osobna računala sa softverom za proračunske tablice i softverom za obradu teksta.”

”Premještanje s papirnatih obrazaca koje je trebalo slati poštom imalo je ogromnu razliku u produktivnosti. No, taj je cijeli prijelaz - i sve to rezultiralo rastom produktivnosti - u osnovi završen do 2005. Kada idete u liječnički ured da se prijavite, kada odjavite u supermarketu, povezujete se s opremom i programima koji su barem 10 godina stari.”

Izvor: <https://www.vox.com/a/new-economy-future/robert-gordon-interview>



IPAK

...
...

INDUSTRIJA 4.0

"Industrija 4.0" označava "Četvrtu industrijsku revoluciju",

**novu razinu organizacije i
upravljanja sustavima,**

kroz cjelokupan vrijednosni lanac i
proizvodni životni ciklus.

Povezanost ljudi, objekata i sustava koja dovodi do dinamičnog, u stvarnom vremenu optimiranog i samostalno organiziranog sustava stvaranja novih vrijednosti.



INDUSTRIJA 4.0

"Industrija 4.0" označava "Četvrtu industrijsku revoluciju",

novu razinu organizacije i upravljanja sustavima,

kroz cjelokupan vrijednosni lanac i proizvodni životni ciklus.



Povezanost ljudi, objekata i sustava koja dovodi do dinamičnog, u stvarnom vremenu optimiranog i samostalno organiziranog sustava stvaranja novih vrijednosti.

POKRETAČI I4.0 - KONVERGENCIJA:

NETWORKING

Internet of Everything, Big Data to Smart Data

&

SMART SYSTEMS

CPS / Smart Everything

POKRETAČI I4.0 - KONVERGENCIJA:

NETWORKING

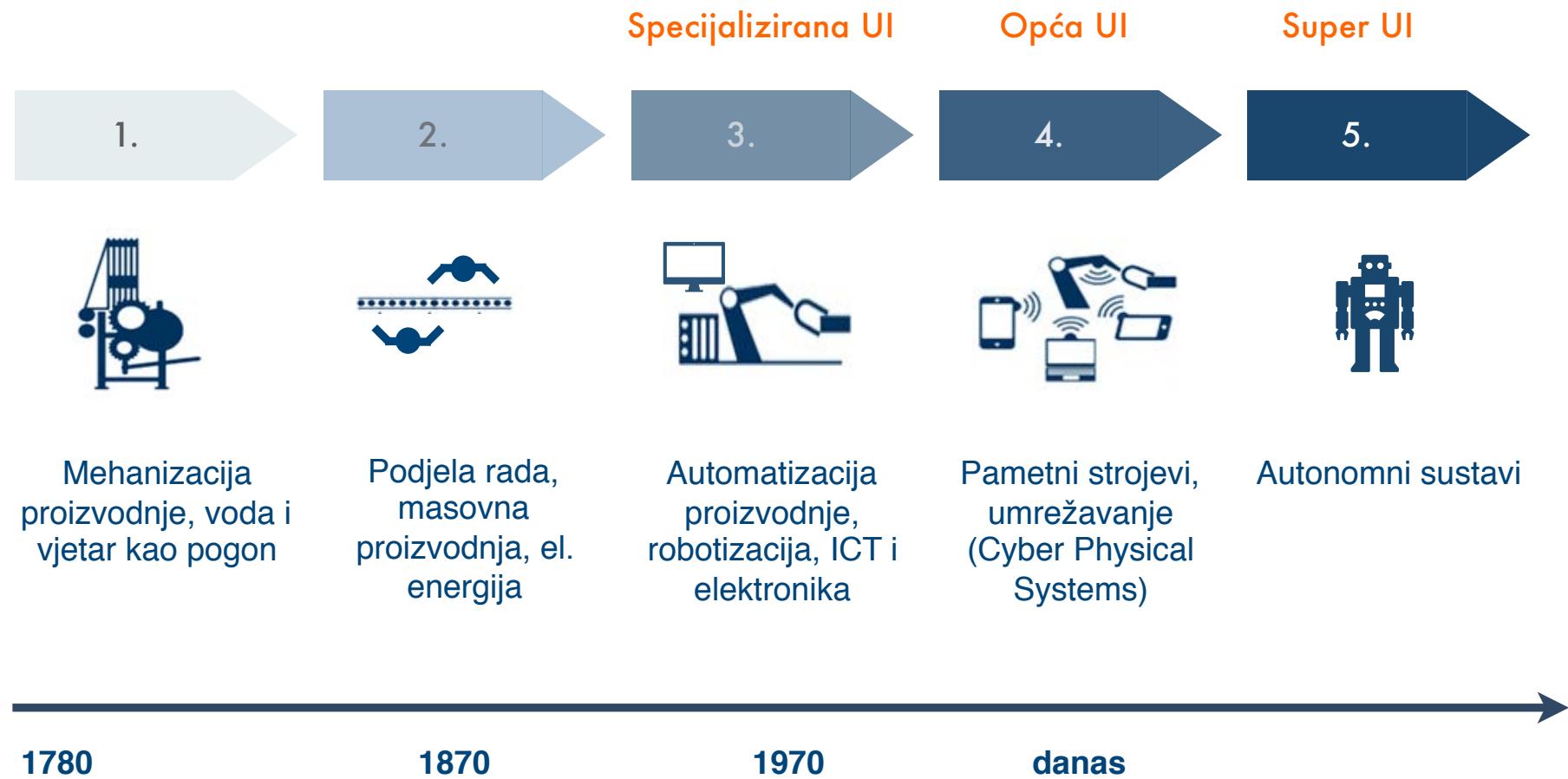
Internet of Everything, Big Data to Smart Data

&

SMART SYSTEMS

CPS / Smart Everything

INDUSTRIJSKE REVOLUCIJE I UMJETNA INTELIGENCIJA



UI DONOSI SA SOBOM NIZ POGODNOSTI

Npr.:

- ▶ **poboljšanje** ekonomskih rezultata
- ▶ **povećanje** razine produktivnosti,
- ▶ **unapređenje** ljudskih odluka.

UI donosi pogodnosti koje se još ne mogu predvidjeti ili ih je teško zamisliti.

...ALI I BROJNE IZAZOVE

Uključujući:

- ▶ **otvorenost** podataka koji su potrebni za obuku umjetne inteligencije
- ▶ **pristup** odgovarajućim računalnim resursima,
- ▶ **zakoni i propisi** koji reguliraju razvoj i primjenu UI adekvatno čuvajući građanske slobode,
- ▶ **etički okvir** za upravljanje korištenjem umjetne inteligencije,
- ▶ **objasnivost** sustava UI.

**GLAVNI ISKORAK JE NASTAO
NEDAVNO ...**

HIPOTEZA O JEDNOM PROGRAMU



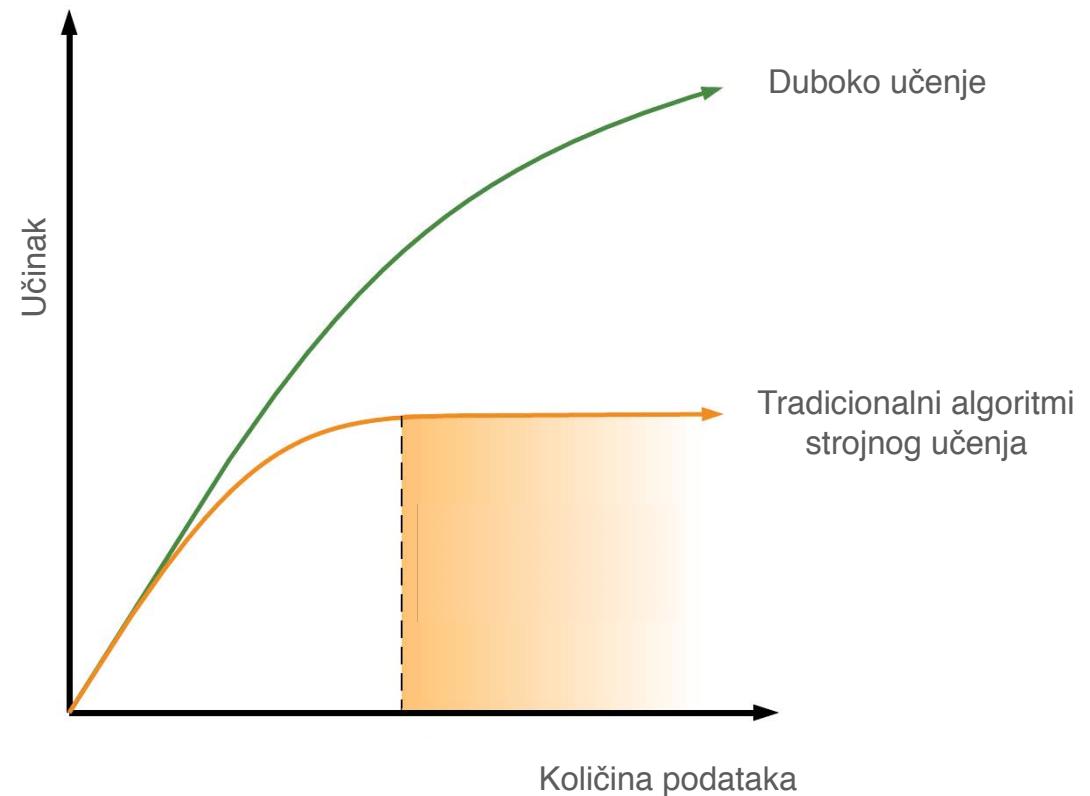
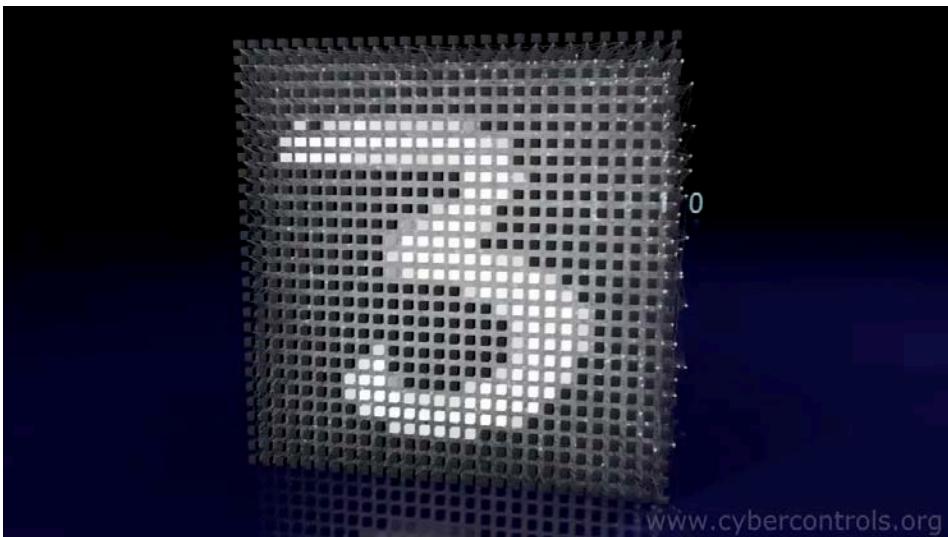
...

- ▶ “Ne-vektorski” pristupi (asocijativna inteligencija, vizualni korteks)
- ▶ “BLRC - Brain-like Robot Control”
- ▶ Evolucijski algoritmi
- ▶ Semantički modeli
- ▶ Vjerojatnosni modeli
- ▶ Višeslojne i hijerarhijske neuronske mreže (“duboke mreže”)
- ▶ “Deep Learning”
- ▶ “Creative AI”
- ▶ Kognitivni OS
- ▶ ...

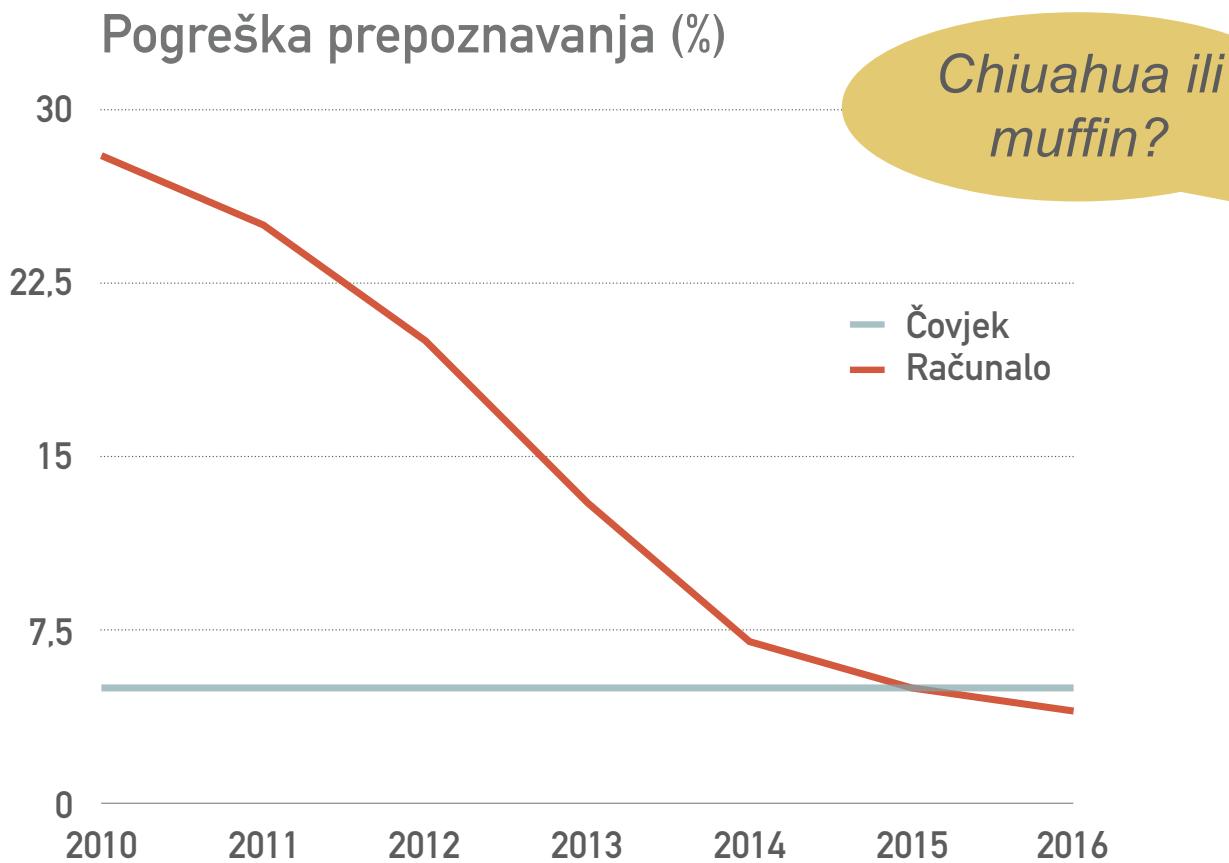
DUBOKO UČENJE

Umjesto programiranja pravila koji oponašaju ljudsko ponašanje, **duboko učenje procesira veliku količinu podataka pomoću modela baziranih na procesima u ljudskom mozgu**, tražeći sličnosti i korelacije između njih. To se zove duboko učenje - što je podskup Strojnog učenja.

Duboko učenje: što više podataka tim više znanja i bolja pouzdanost sustava!



DUBOKO UČENJE



Izvor: The Economist, hbr.org/cover-story/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence

PREPOZNAVANJE GOVORA

Prepoznavanje govora na mobilnim telefonima:

8,5% → 4,9%

Značajan napredak postignut je tek nakon 2016. godine!

Izvor: economist.com/special-report/21700756-artificial-intelligence-boom-based-old-idea-modern-twist-not;
hbr.org/cover-story/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence

NEMOJTE PODCIJENITI SNAGU UMJETNE INTELIGENCIJE!

Umjetna inteligencija je vjerojatno najvažnija tehnologija u povijesti!!!

To je tehnologija koja **zadire u našu antropološku prirodu**. Kognicija nas razlikuje od bilo čega na svijetu. Čovjek nikad nije u svojoj povijest došao tako blizu razvoju inteligentnih artefakata koji se mogu natjecati s našom kognitivnom dominacijom. **Razvoj umjetne inteligencije temeljno mijenja našu kulturu** u kojoj čovjek ima položaj bića odgovornih za donošenje odluka i djelovanja.

Pojavom intelligentnih i autonomnih robova, **strojevi će sve više biti zaduženi za odlučivanje, rješavanje problema i izvršavanje poslova**.

ČETIRI VALA

1 val:

stručni sustavi ili
sustavi utemeljeni
na pravilima

2 val:

učenje, klasifikacija,
opažanje

3 val:

uopćavanje,
predviđanje,
planiranje,
kontekstualna
inteligencija,
mogućnost objašnjenja

4 val:

svijest,
superinteligencija ...

Percepcija



Učenje



Apstrakcija



Zaključivanje



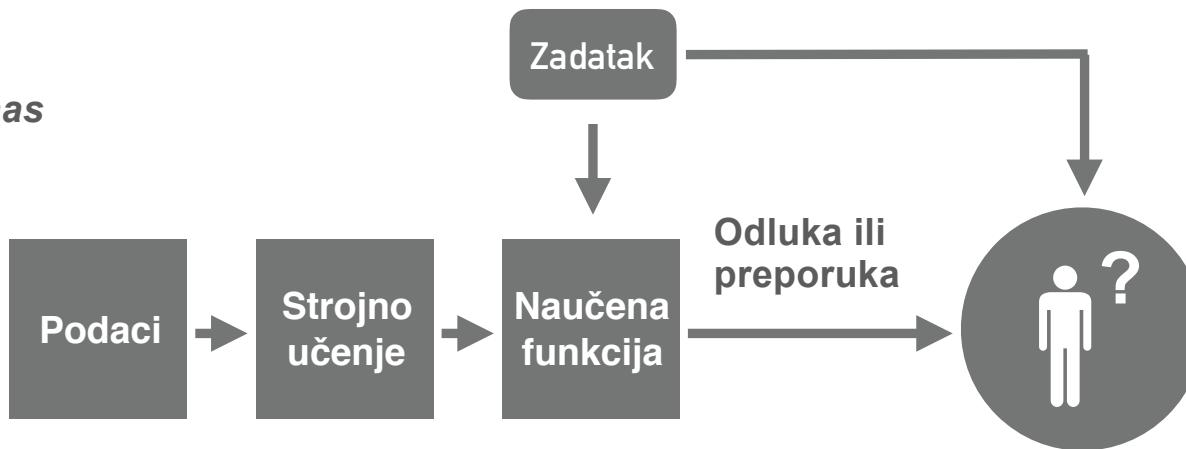
OPĆA UMJETNA INTELIGENCIJA



Source: **Story of Industrial Revolution and Artificial Intelligence**, Rojin Nair, General Manager Fintech Solutions, Published on September 9, 2018

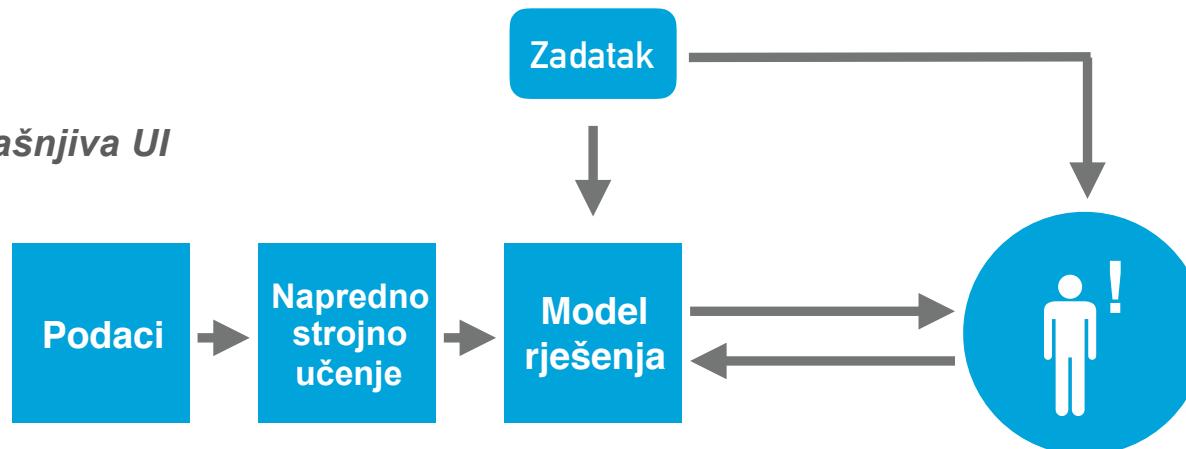
OBJAŠNJIVA UI

Danas



- ▶ Žašto tako?
- ▶ Zašto nije nešto drugo?
- ▶ Kada mogu vjerovati rješenju?
- ▶ Kako ispraviti grešku?

Objašnjiva UI



- ▶ Razumijem zašto.
- ▶ Razumijem zašto ne.
- ▶ Mogu vjerovati rješenju.
- ▶ Znam zašto dolazi do greške.

INVESTICIJE U RAZVOJ UMJETNE INTELIGENCIJE U 2016.

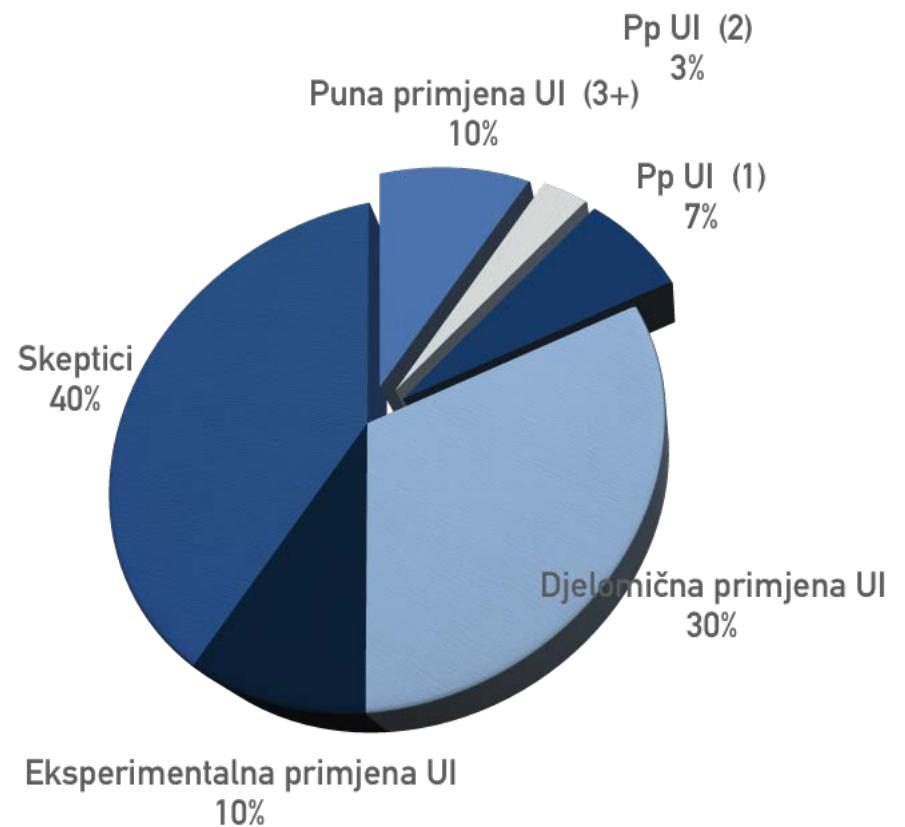
Od 2013. godine investicije su porasle 3x:

39 milijardi USD

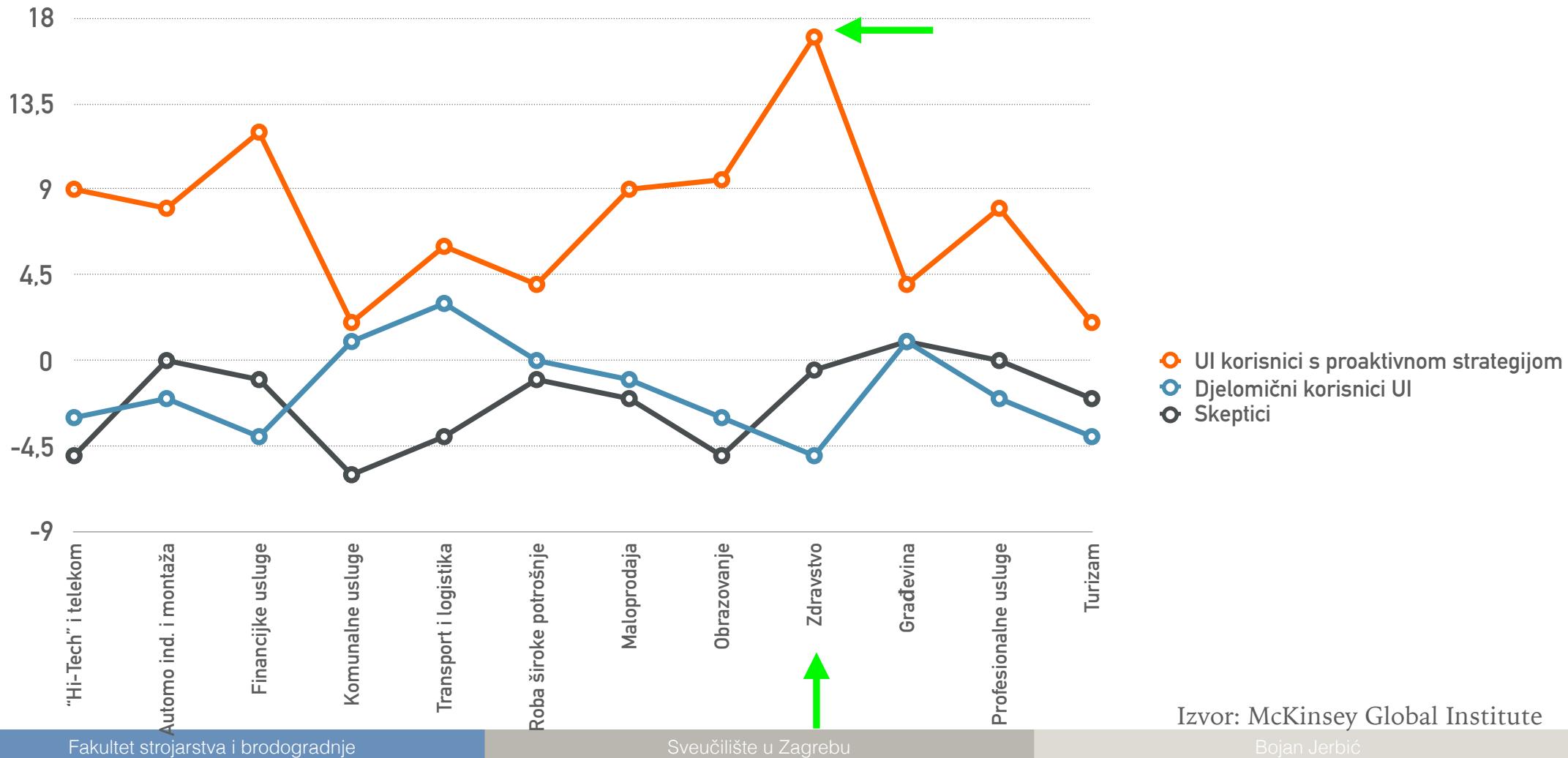


Izvor: McKinsey Global Institute

Globalna primjena UI



PROFITNE STOPE U ODNOSU NA RAZINU PRIMJENE UI



VRIJEDNOST UI

Samo zbog ubrzanog razvoja potaknutom umjetnom inteligencijom očekuje se do 2030. godine porast svjetskog BDP-a za 14%, što je ekvivalent od dodatnih 15.000 milijardi USD.

Artificial intelligence (AI) is a source of both huge excitement and apprehension. What are the real opportunities and threats for your business? Drawing on a detailed analysis of the business impact of AI, we at PwC identify the most valuable commercial opening in your market and how to take advantage of them.

Sizing the prize
What's the real value of AI for your business and how can you capitalise?

+14%
According to the PwC report, the real value of AI in 2030 will be \$15.7 trillion. This is equivalent to 14% of the projected global GDP in 2030.

+26%
According to the PwC report, the real value of AI in 2030 will be \$15.7 trillion. This is equivalent to 26% of the projected global GDP in 2030.



www.pwc.com/ai

NAJVEĆI UTJECAJI OČEKUJU SE U SLJEDEĆIM PODRUČJIMA:

- **Uslužni sektor:** Umjetna inteligencija omogućava sve širu zamjenu čovjeka u pružanju usluga, prvenstveno tamo gdje nema potrebe za motoričkom inteligencijom. Brojni su takvi primjeri (banke, pošte, dućani, ...)
- **Zdravstvo:** UI već danas doprinosi poboljšanju dijagnostike. Značajno će ubrzati razvoj novih lijekova, zahvaljujući masivnoj obradi podataka te mogućnosti korištenja nestrukturiranih podataka.
- **Finacijske usluge:** Finacijske spekulacije trebale bi biti zamijenjene intelligentnim sustavima za poslovne procjene.
- **Transport / Autonomni sustavi:** Preuzet će sve poslove i zadaće koji se temelje na rutini ili ograničenom skupu pravila. Poseban imakt se očekuje u području transporta, smanjujući rizike i nesreće te mijenjajući ekonomski principi u tom resoru.

PRIMJERI:

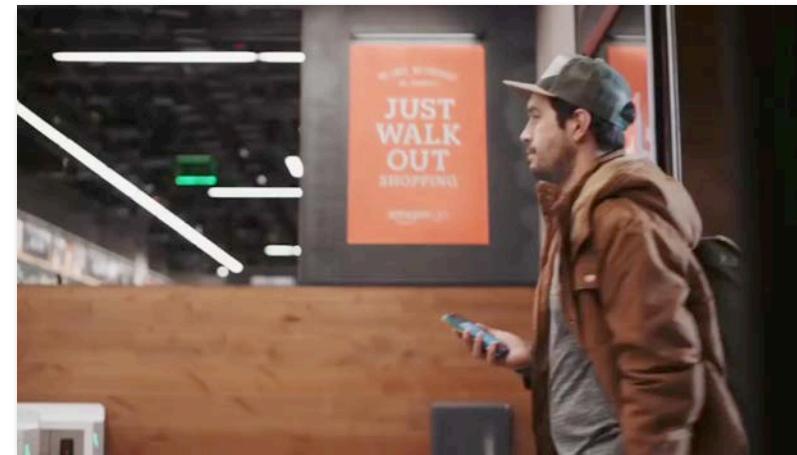
Google CAR

Bolji i sigurniji od ljudi!



3.6 mil. ljudi u SAD živi od vožnje!

**2.6% populacije u SAD i Europi živi
od vožnje!**



PayPal

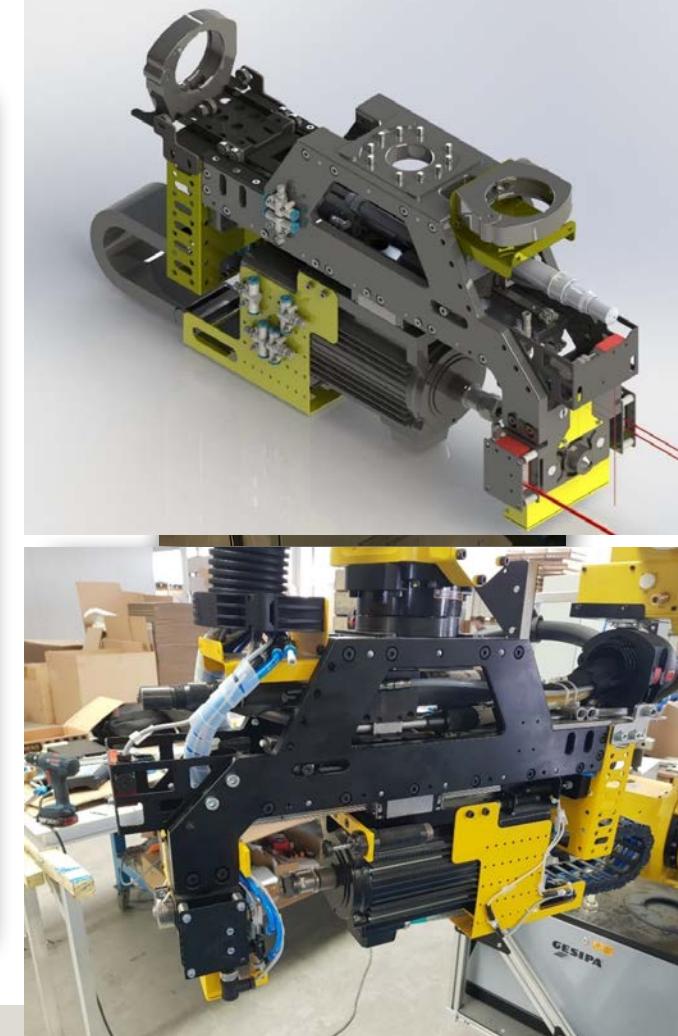


amazon

 **Spotify®**

 **f**

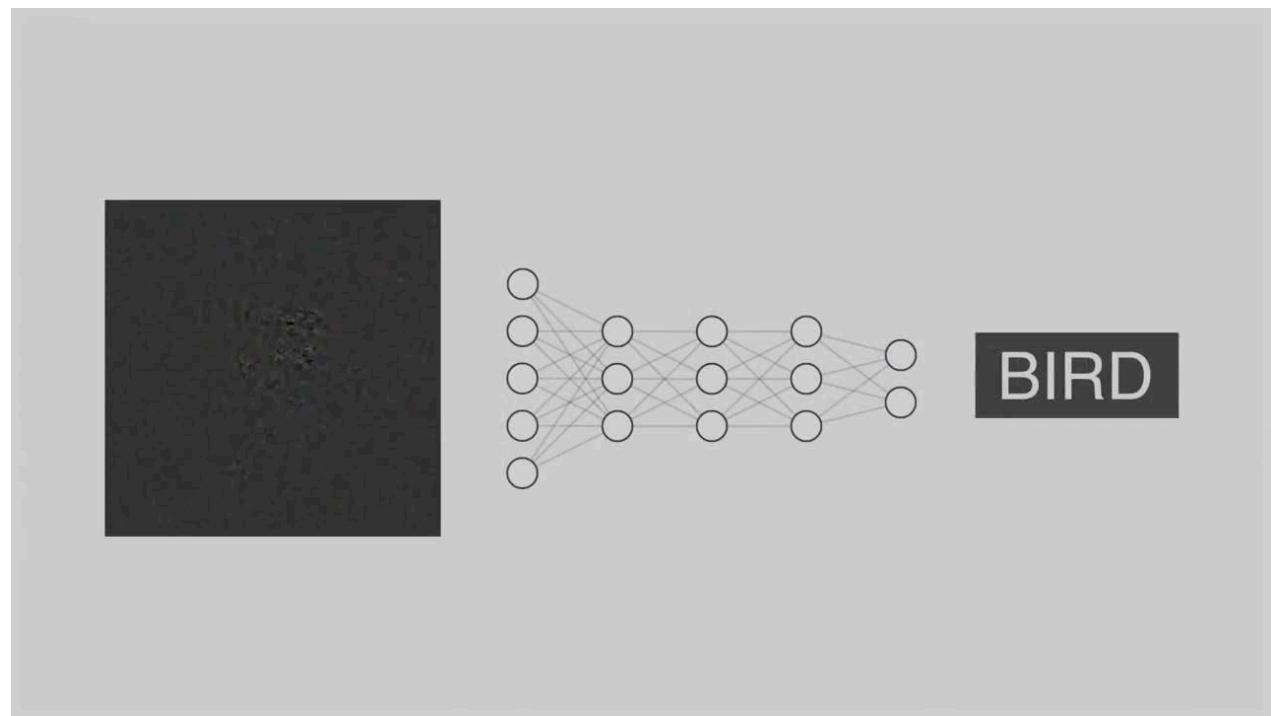
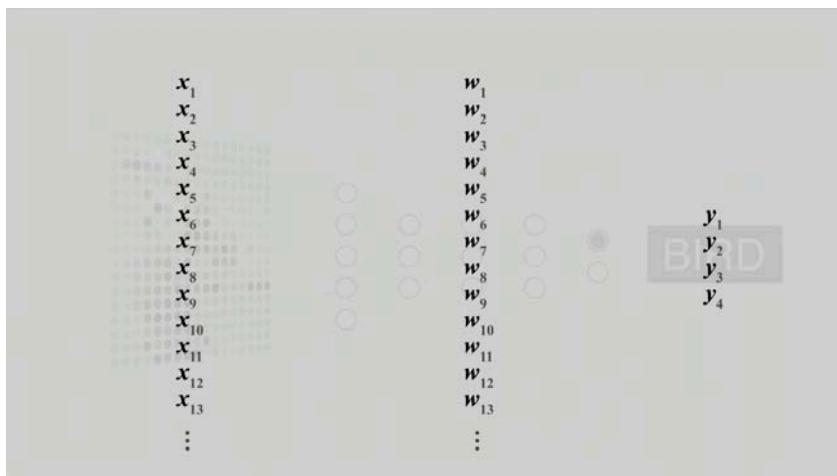
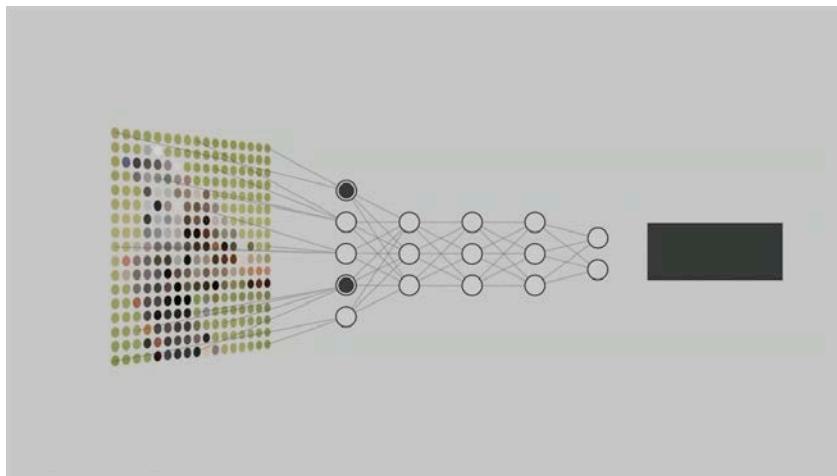
KLIMAOPREMA - FSB



“AUGMENTED AGE”

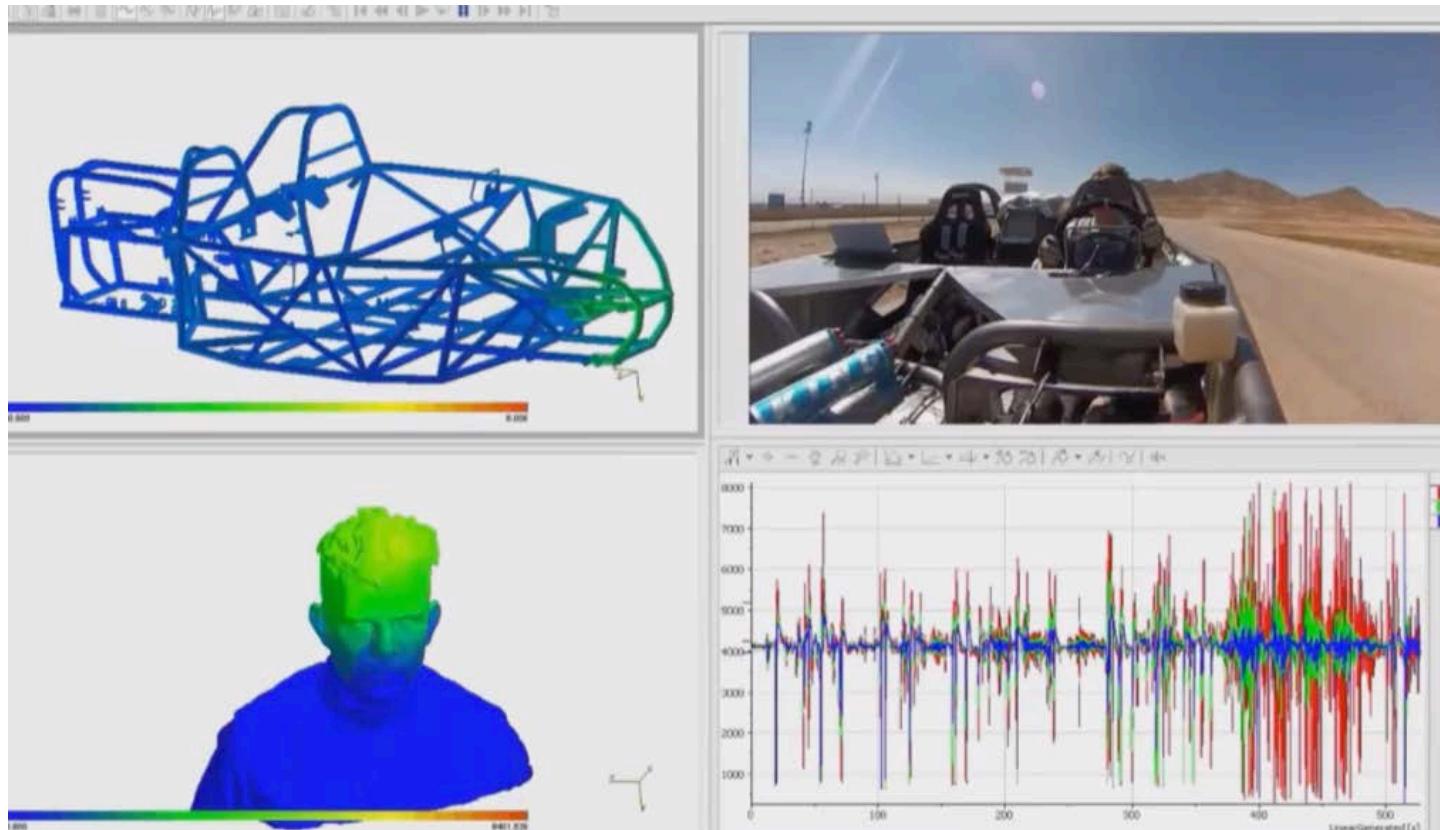
Osim inteligentne automatizacije, **UI također obećava povećanje ili proširenje ljudske inteligencije**, otvarajući vrata novim otkrićima. UI već transformira postojeću proizvodnju i svakodnevni život.

CREATIVE AI



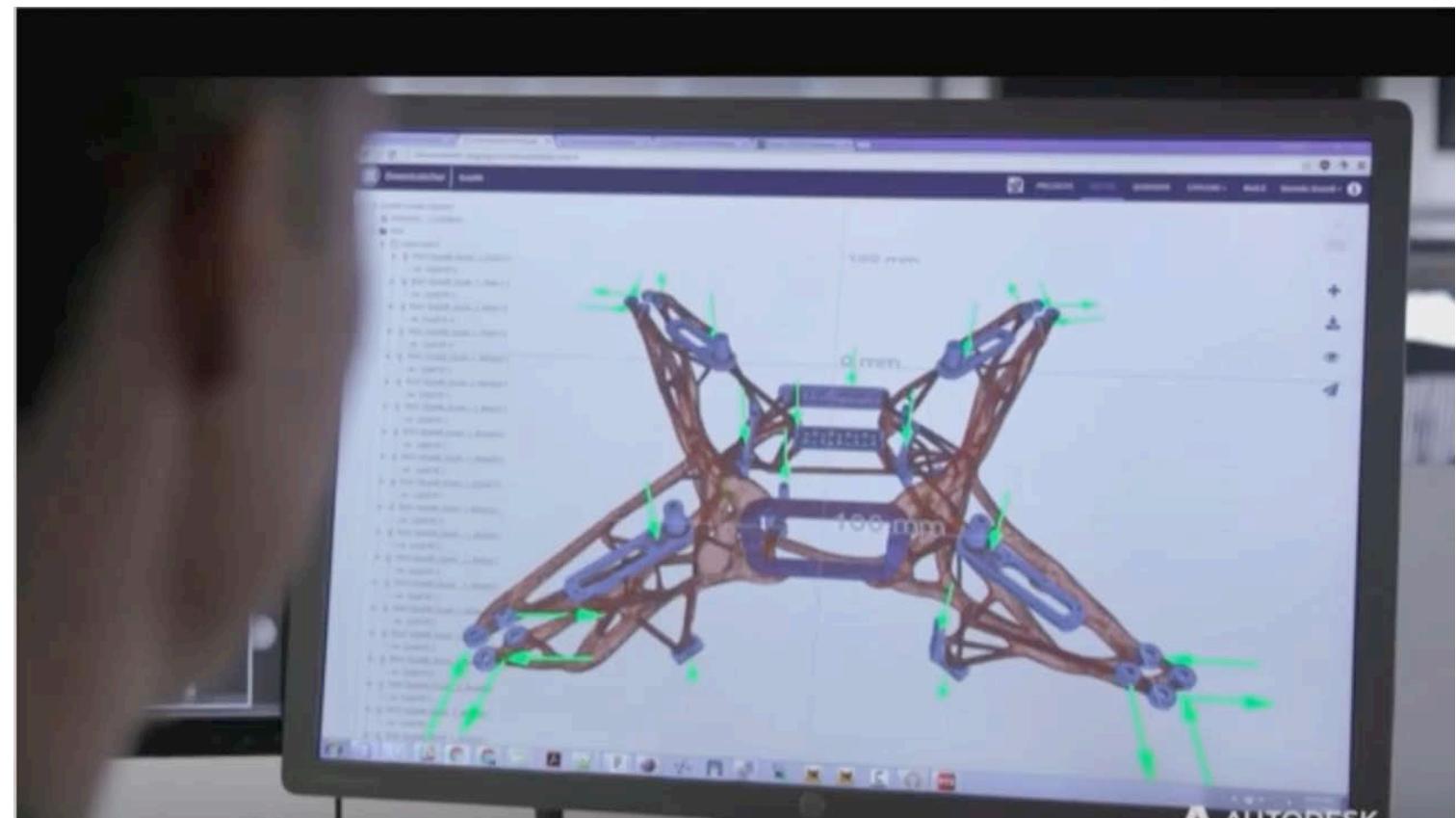
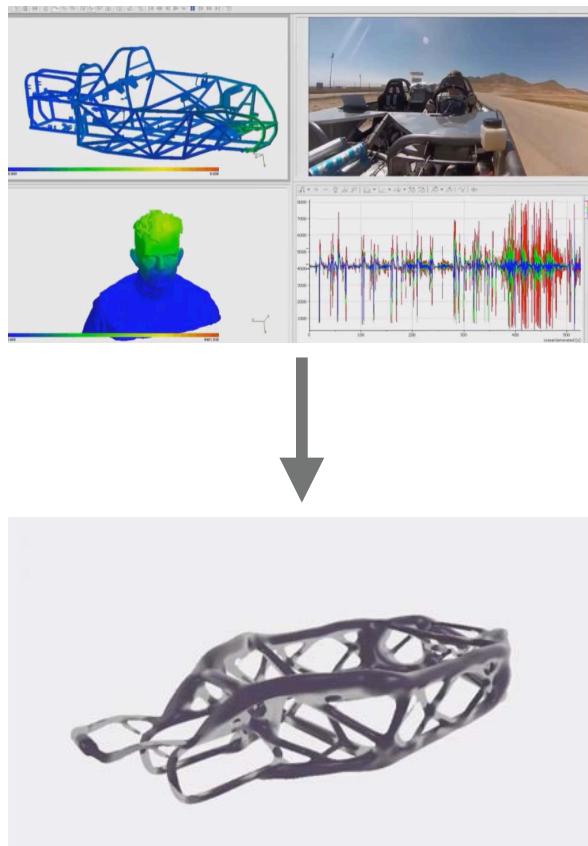
Source: How computers are learning to be creative by Blaise Agüera y Arcas

CREATIVE AI - POVEĆANJE KOGNITIVNIH SPOSOBNOSTI



(Source: Autodesk Education, Published on Oct 9, 2017, Learn about generative design from [Erin Bradner](#), Distinguished Research Scientist at the Autodesk Office of the CTO.)

CREATIVE AI - POVEĆANJE KOGNITIVNIH SPOSOBNOSTI



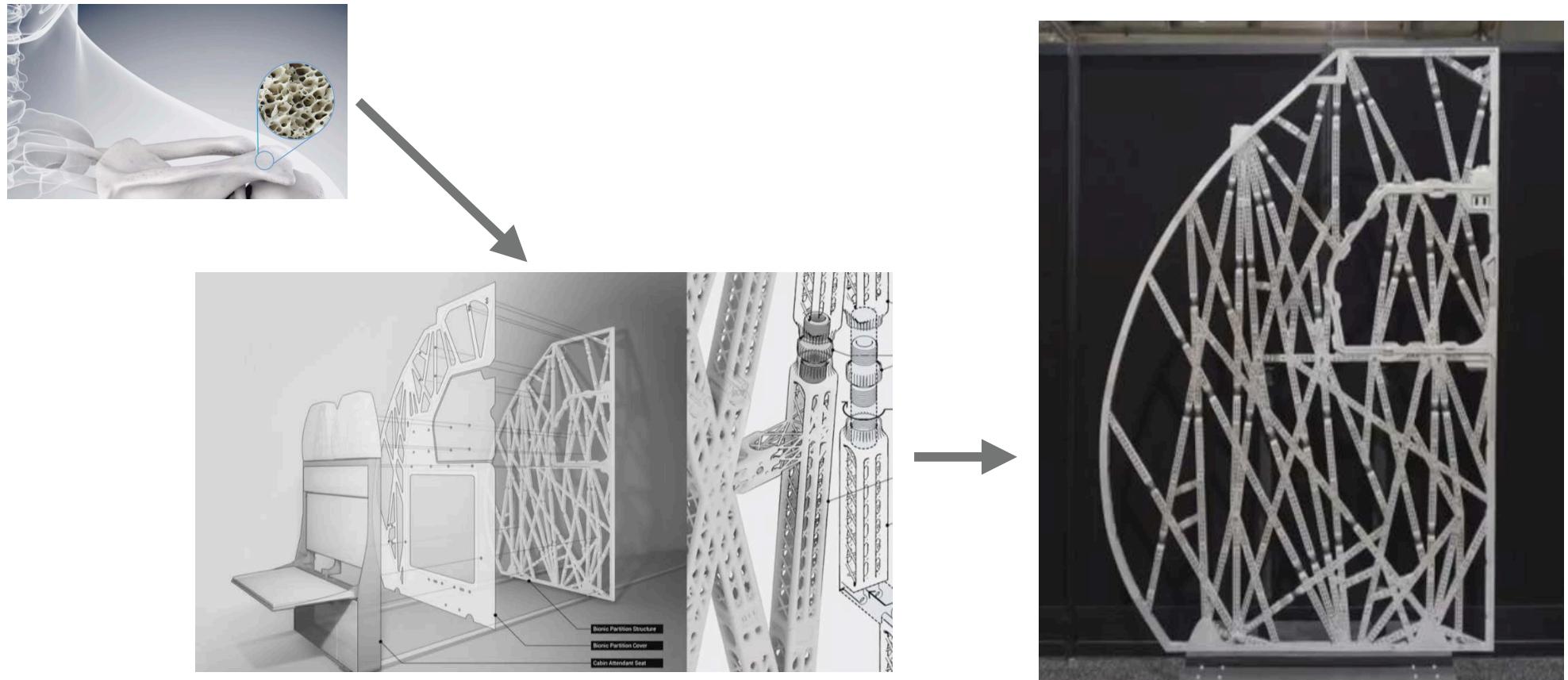
(Source: Autodesk Education, Published on Oct 9, 2017, Learn about generative design from [Erin Bradner](#), Distinguished Research Scientist at the Autodesk Office of the CTO.)

CREATIVE AI - POVEĆANJE KOGNITIVNIH SPOSOBNOSTI



(Source: Autodesk Education, Published on Oct 9, 2017, Learn about generative design from [Erin Bradner](#), Distinguished Research Scientist at the Autodesk Office of the CTO.)

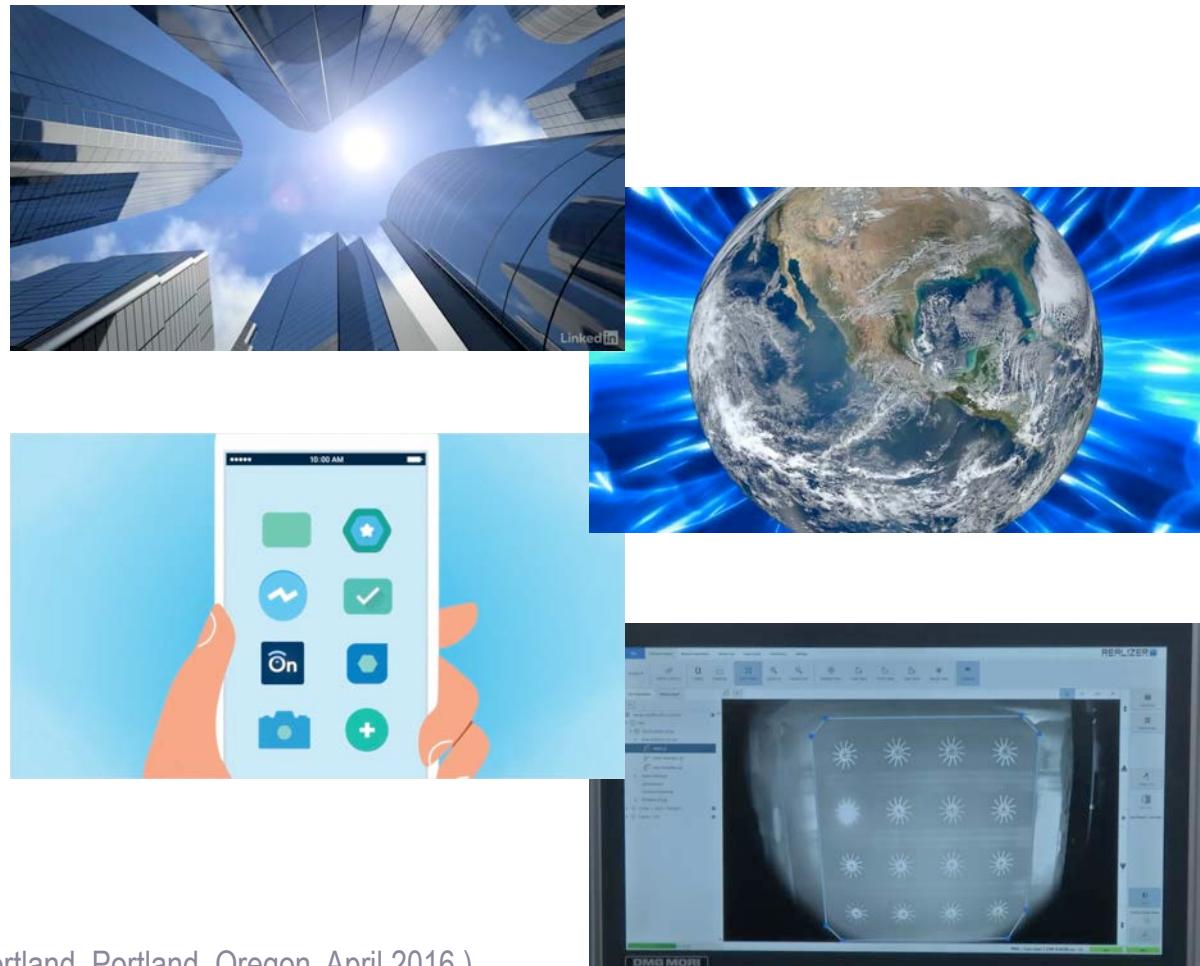
CREATIVE AI - POVEĆANJE KOGNITIVNIH SPOSOBNOSTI



(Source: Autodesk Education, Published on Oct 9, 2017, Learn about generative design from [Erin Bradner](#), Distinguished Research Scientist at the Autodesk Office of the CTO.)

NOVO RAZUMIJEVANJE TEHNOLOGIJE

- Od izolacije do umrežavanja
- Od ekstrakcije do agregacije
- Od upravljanja do autonomije
- Od komponenata do molekula
- ...



(Izvor: Maurice Conti, TEDx Portland, Portland, Oregon, April 2016.)

UMJETNA INTELIGENCIJA JE KLJUČNI POKRETAČ DIGITALIZACIJE

Internet stvari predstavljaju fizičku stranu UI.
Mreža pete generacije bit će najvažniji pokretač IoT-a!

POKRETAČI I4.0 - KONVERGENCIJA:

NETWORKING

Internet of Everything, Big Data to Smart Data

&

SMART SYSTEMS

CPS / Smart Everything

ŠTO OČEKUJEMO OD 5G?

- ▶ **1000x** povećanje volumena mobilnih podataka
- ▶ **10x - 100x** više umreženih uređaja
- ▶ **5x** manja latencija signala (vrijeme kašnjenja)
- ▶ **10x - 100x** povećanje brzina prijenosa podataka
- ▶ **10x** smanjenje potrošnje energije - produljenje životnog ciklusa baterije
- ▶ Inteziviranje “Cloud Computing” tehnologija
- ▶ Lokalizacija < 1m

IZRAVAN UTJECAJ 5G TEHNOLOGIJE

Tvornice budućnosti

- Upravljanje vremenski kritičnim procesima
- Daljinsko upravljanje
- Umrežavanje ljudi, stvari i sustava

Energetika

- Globalno upravljanje energetskim mrežama

E-zdravlje

- Proširenje robotske primjene
- Udaljeni nadzor i upravljanje medicinskim postupcima

Transport

- Autonomno upravljanje
- Masovno umrežavanje prometnih informacija
- Digitalizacija transporta i logistike

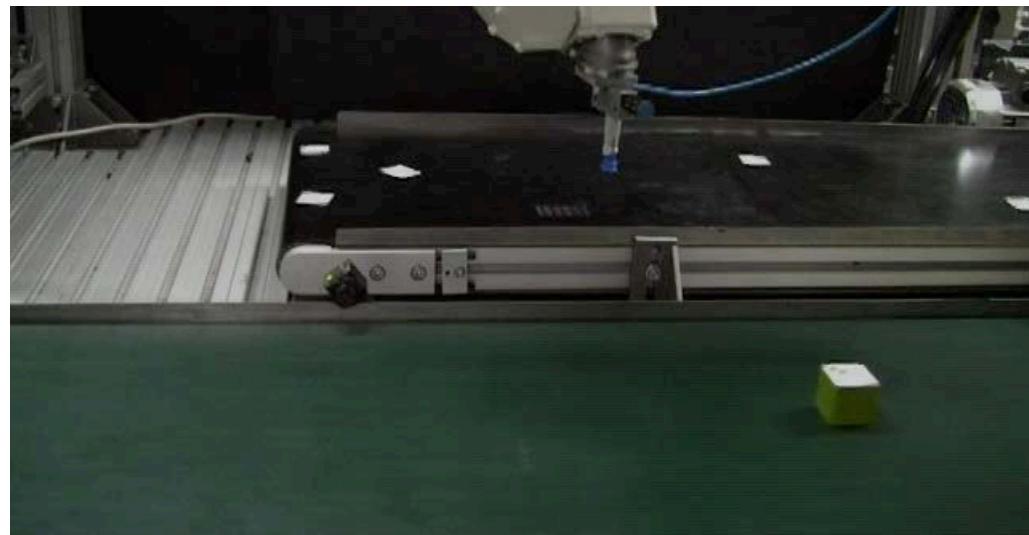
Zabava

- Reprodukcija visoke vjernosti
- “Live Event Experience”
- “Immersive Media”
- Globalne mreže računalnih igara

ZAŠTO ROBOTIKA TREBA 5G

- ▶ **Latencija**, latencija i latencija
- ▶ **Povećanje točnosti**, mogućnost primjene u nestrukturiranoj i dinamičnoj okolini
- ▶ **Velika mrežna propusnost** omogućit će “Cloud based” upravljanje i robotski web
- ▶ **Bežični prijenos signala**
- ▶ **Nove mogućnosti** u medicinskoj primjeni (operacije na daljinu, “telepresence”, ...)
- ▶ **Mobilna robotika** (rekonfigurable tvornica - “conscious factory”, primjena u poljoprivredi, “health-tracking collars for cows”)
- ▶ **Humanoidna robotika**
- ▶ **HM/RI** - “Human-Machine/Robot Interface”, mogućnost hibridnih sustava

LATENCIJA



BEŽIČNI PRIJENOS SIGNALA



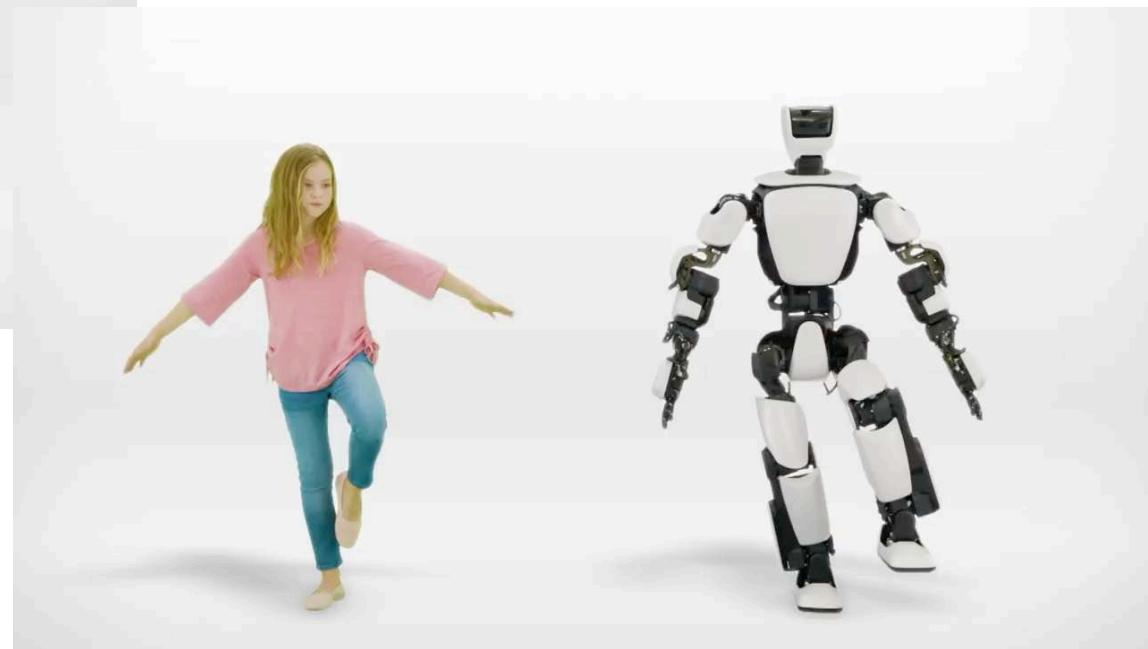
PRIMJENA ROBOTA U MEDICINI

Remote surgery

Telepresence



HUMANOIDNA ROBOTIKA



(Izvor: Toyota)



Izvor: DLR, German Aerospace Center, Institute of Robotics and Mechatronics

IZAZOVI

...

UI U SREDIŠTU DOBRIH I LOŠIH ISHODA

Npr.:

- ▶ Napredna umjetna inteligencija može razviti nove medicinske tehnologije sposobne spasiti milijune ljudskih života. [UI će odlučiti to učiniti]. **Zato trebamo razvijati AI.**
- ▶ Napredna UI mogla bi nadvladati svaki ljudski utjecaj i ugroziti čovječanstvo. [AI će odlučiti to učiniti]. **Stoga ne bismo trebali razvijati AI.**

GUBIMO LI KONTROLU NAD UI?

- **Što kada UI pokuša unaprijediti svoje sposobnosti i pogriješi?**
- **Kako će robot samostalno procijeniti što je dobro, a što loše?** To znači da bi robot trebao razumjeti moralne koncepte, pa onda i našu kulturu. Kako to matematizirati?
- **Kada prestaje odgovornost programera na moralnoj ili etičkoj razini?**
- Iz perspektive teorije odlučivanja, izbor za neko rješenje proizlazi iz kombiniranja empirijskog uvjerenja s vrijednosnom prosudbom. **Očekujemo da prava UI, umjetna opća inteligencija, bude sposobna promijeniti svoja empirijska uvjerenja.** (Ili njegov probabilistički svjetski model, itd.). U jeziku Bayesove teorije odlučivanja postoji komplementarni tehnički pogled na problem.

PROBLEM UPRAVLJIVOSTI I SIGURNOSTI

Korištenje sirovih i nestrukturiranih podataka u autonomnim sustavima stvorit će sustave koji su refleksija dijela društva i pojačavaju postojeće kognitivne predrasude.

Korištenje pak modificiranih podataka rezultirat će kognitivno pristranim strojevima. Ako autonomni sustav uči na temelju modificiranih podataka on će pojačati iskrivljenje slike ili modela koji uči.

Kognitivna pristranost je sustavni uzorak odstupanja od norme ili racionalnosti u prosudbi. Mogući problemi:

- Previše podataka opterećuje, pa agresivno filtriramo. **Buka postaje signal.**
- Nedostatak značenja zbunjuje, pa popunjavamo praznine. **Signal postaje priča.**
- Treba djelovati brzo, pa naprečac zaključujemo. **Priče postaju odluke.**
- Na kraju: **Odluke oblikuju naše mentalne modele svijeta u kojem živimo.**

KOGNITIVNI “BIAS”

Neki primjeri:

- ▶ Haski - vuk (Google)
- ▶ Tenkovi - šuma (US Army)
- ▶ Zaborav (distorzija znanja)
- ▶ Ubrzanje AI (sinergija, autonomija)
- ▶ ...



RIZICI UMJETNE INTELIGENCIJE

Rizici izvedbe

- Greške
- Izobličenje podataka
- Netransparentnost
- Stabilnosti rada

Rizici sigurnosti

- "Cyber" kriminal
- Ugrožavanje privatnosti
- Rizik otvorenog koda

Rizici upravljanja

- "Neposlušnost"
- Gubitak kontrole

Etički rizici

- Ugrožavanje etičkih kodeksa
- Rizik usklađivanja s vrijedostima
- Rizik usklađivanja s ciljevima

Ekonomski rizici

- Tranzicije poslova
- Koncentracije moći
- Rizik odgovornosti

Socijalni rizici

- Upotreba u naoružanju
- Tehnologiska divergencija

UPRAVLJANJE UMJETNOM INTELIGENCIJOM

Ako trebamo upravljati umjetnom inteligencijom, moramo ju biti u stanju kontinuirano mjeriti.

Stoga, moramo UI učiniti mjerljivim. MIT Technology Review je preporučio mjerljivost prema pet osnovnih načela:

- **Odgovornost** - "Iza svakog računalnog algoritma stoji čovjek, iako ga je izradio stroj".
- **Objašnjivost** - "Sve odluke koje donosi stroj trebale bi biti objasnjenе ljudima koji su pogodjeni tim odlukama."
- **Točnost** - "Načelo točnosti sugerira da se izvori pogreške i nesigurnosti u algoritmu, kao i njegovi izvori podataka moraju identificirati, bilježiti i usporediti".
- **Revizivnost** - "Načelo revizivnosti nalaže razvoj algoritama na način koji omogućuje trećim stranama da provjere ponašanje algoritma."
- **Pravednost** - "Budući da algoritmi sve više donose odluke temeljene na povijesnim i društvenim podacima, postojeće pristranosti i povijesno diskriminirajuće ljudske odluke mogu biti opasne te ne smiju biti upotrebljene protiv ljudi."

U KOJEM SMJERU DJELOVATI

Poticanje razmjene
podataka

Poboljšanje
sigurnosti

Promjena regulatornih
pristupa

Prihvaćanje novih
rizika i etičkih prosudbi

POLITIČKA DOMENA

ISTRAŽIVAČKA DOMENA

Uspostava sigurnosnih
okvira (odgovornost,
revizivnost ...)

Razvoj kvalitetnih
podataka

Razumijevanje utjecaja
UI na društvo

Istraživanje računalne
etike i objasnjive UI

BUDUĆNOST

- **Daljnje razumijevanje naprednih kognitivnih i emocionalnih procesa.**
- **Napredak u pogledu sigurnosti UI** postaje imperativ. To će uključivati razvoj algoritama s obaveznim sigurnosnim pravilima.
- Budući napredak u UI trebat će **razvoj računalne snage**. Očekuje se napredak u kvantnom računarstvu, distribuiranom računarstvu.

... I NA KRAJU ...

Produktivnost bez inovacija koje vode stvaranju radnih mjesta s većom dodanom vrijednošću, rezultira nezaposlenošću i gospodarskim problemima!

**“It is better to fail in originality
than to succeed in imitation.”**
— Herman Melville

HVALA . . .

