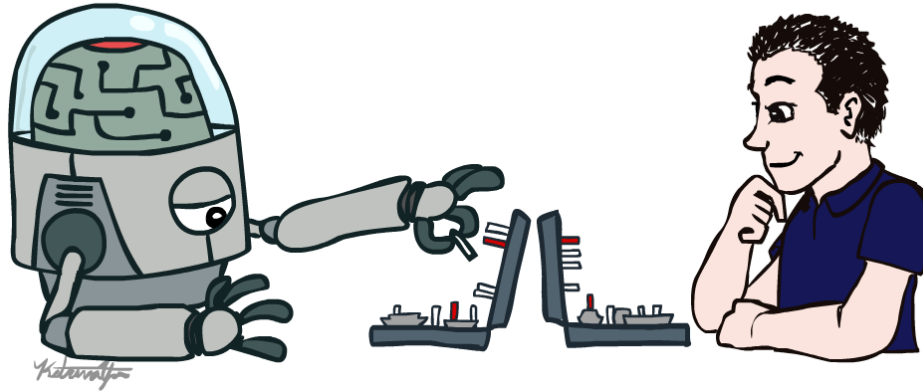


Osnovi Računarske Inteligencije

Uvod



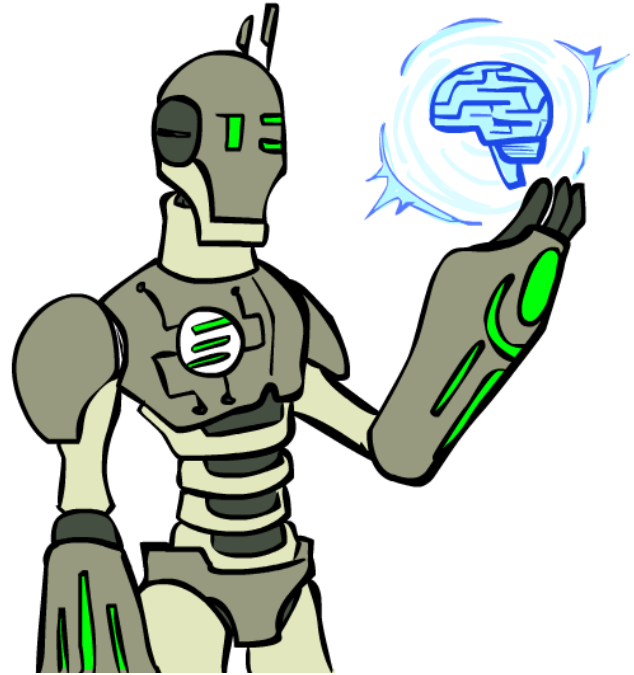
Predavač: Aleksandar Kovačević

Slajdovi preuzeti sa kursa CS188, University of California, Berkeley

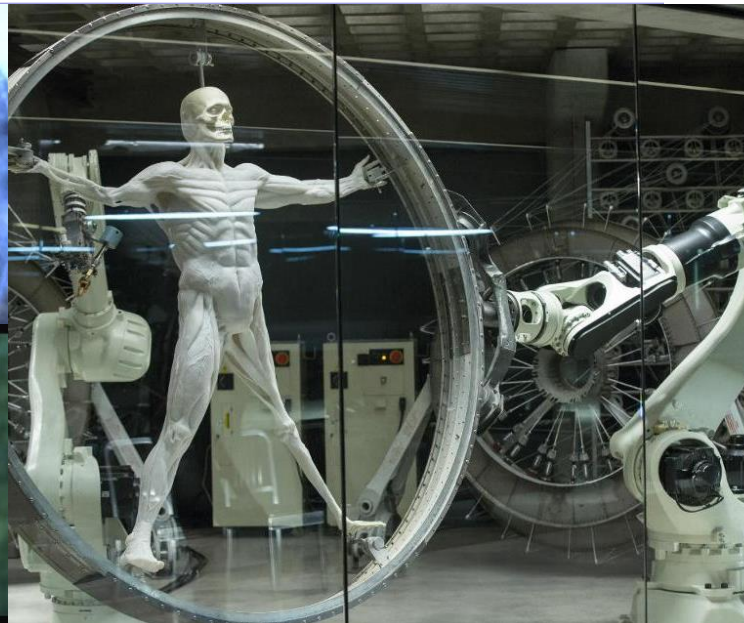
<http://ai.berkeley.edu/>

Danas

- Šta je veštačka inteligencija?
- Šta AI može da uradi?
- Šta učimo na ovom kursu?



AI



AI u medijima

theguardian
Winner of the Pulitzer prize

[home](#) [US](#) [world](#) [opinion](#) [sports](#) [soccer](#) [tech](#) [arts](#) [lifestyle](#) [fashion](#) [business](#) [money](#) [travel](#) [environment](#) [all sections](#)

[home](#) > [tech](#) [games](#)

Artificial intelligence (AI)

Elon Musk: artificial intelligence is our biggest existential threat

The AI investor says that humanity risks 'summoning a demon' and calls for more regulatory oversight

Samuel Gibbs
[@SamuelGibbs](#)

Monday 27 October 2014
06.26 EDT

[f](#) [t](#) [m](#) [in](#)

[Shares](#) 7853 [Comments](#) 673



Artificial intelligence should be regulated, says Elon Musk. Photograph: Blutgruppe/Blutgruppe/Corbis

[Elon Musk](#) has spoken out against artificial intelligence (AI), declaring it the most serious threat to the survival of the human race.

Musk made the comments to students from Massachusetts Institute of Technology (MIT) [during an interview at the AeroAstro Centennial Symposium](#), talking about computer science, AI, space exploration and the colonisation of Mars.

AI u medijima



SCIENCE

Elon Musk Funds 1 Billion-Dollar Project To Save Mankind From Artificial Intelligence

AI u medijima

[sign in](#) [become a supporter](#) [subscribe](#) [search](#) [jobs](#) [US edition](#)

theguardian

[home](#) [US](#) [politics](#) [world](#) [opinion](#) [sports](#) [soccer](#) [tech](#) [arts](#) [lifestyle](#) [fashion](#) [business](#) [travel](#) [environment](#) [browse all sections](#)

[home](#) > [tech](#)

Artificial intelligence (AI)

The rise of robots: forget evil AI – the real risk is far more insidious

It's far more likely that robots would inadvertently harm or frustrate humans while carrying out our orders than they would rise up against us

Olivia Solon in San Francisco

Tuesday 30 August 2016 09:00 EDT

[f](#) [t](#) [e](#) [...](#)

This article is 5 months old



Advertisement

The All-New
PRIUS PRIME

Standard backup camera.¹
Available 11.6-in. HD multimedia display.



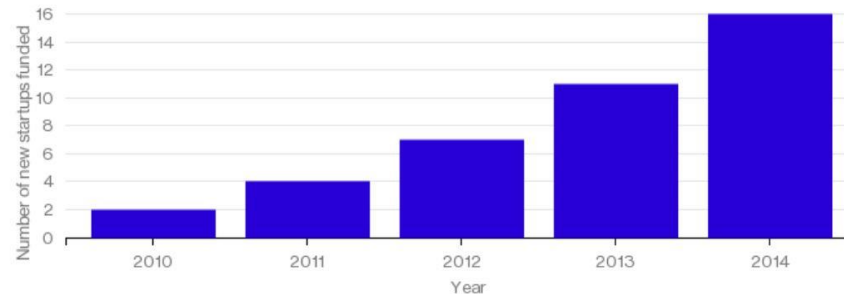
Center for Human-Compatible AI

- Grupa naučnika na Univerzitetu Berkli radi na sprečavanju „mračnih“ scenarija vezanih za AI u budućnosti.
- Cilj im je da ljudi iz svih oblasti budu što više uključeni u ciljeve koje AI treba da ispuni.
- <http://humancompatible.ai/about>

Veliko interesovanje za AI u industriji

HAL 9000 Is Coming

Newly funded artificial intelligence startups, by year

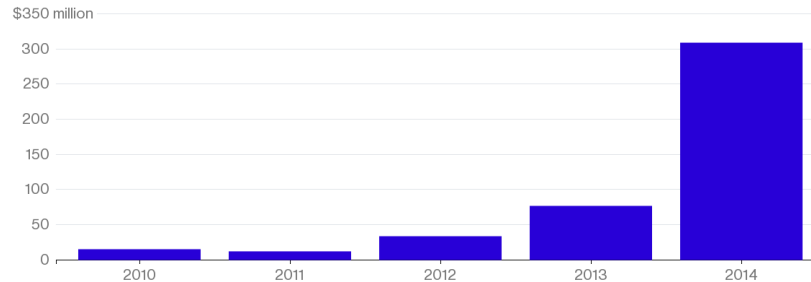


Data: CB Insights

Bloomberg 

Artificial Intelligence, Real Money

Total venture capital money for pure AI startups, by year



Source: CB Insights

Bloomberg 

Šta je AI?

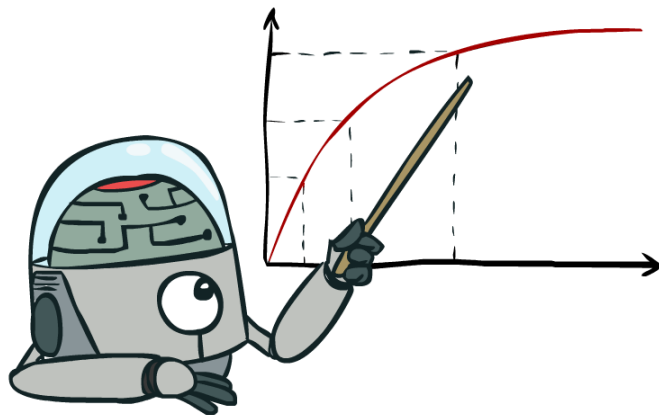
Oblast koja se bavi stvaranjem mašina koje:

Racionalne Odluke

Termin **racionalnost** za nas ima vrlo specifičnu tehničku definiciju:

- Racionalnost: obavljanje unapred definisanih ciljeva na najbolji mogući način.
- Zanima nas samo koje će odluke AI doneti (ne i način na koji ih je doneo).
- Ciljeve definišemo pomoću **korisnosti** (*utility*) tj. kvaliteta ishoda koji je rezultat niza odluka AI.
- Biti racionalan za nas znači **maksimizovati svoju očekivanu korisnost** (*maximizing your expected utility*).

Maksimizovati Svoju Očekivanu Korisnost



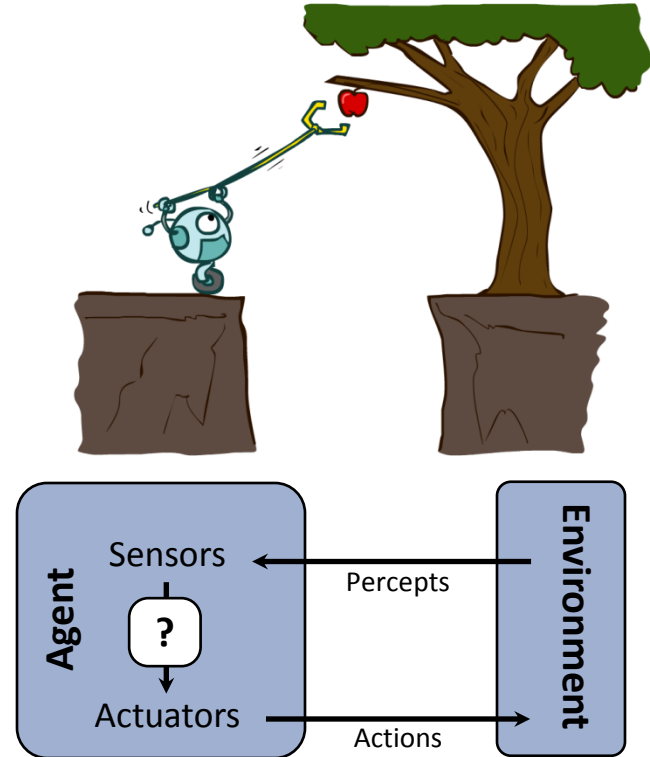
Šta možemo da naučimo proučavanjem mozga?

- Ljudski mozgovi su jako dobri u donošenju racionalnih odluka, ali nisu savršeni.
- Mozak nije baš modularan kao sofver, reverse engineering mozga je jako težak!
- Za AI oblast: “Veza mozga i inteligencije je kao veza krila i letenja”
- Šta je do sada naučeno proučavanjem mozga: pamćenje i simulacija su ključni za donošenje odluka.

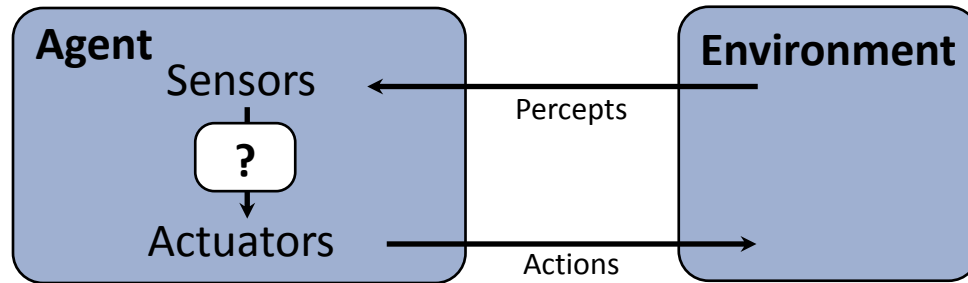
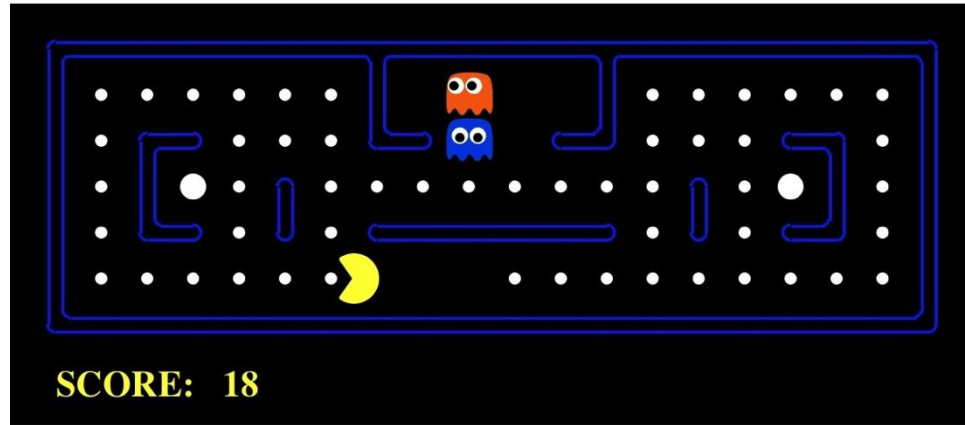


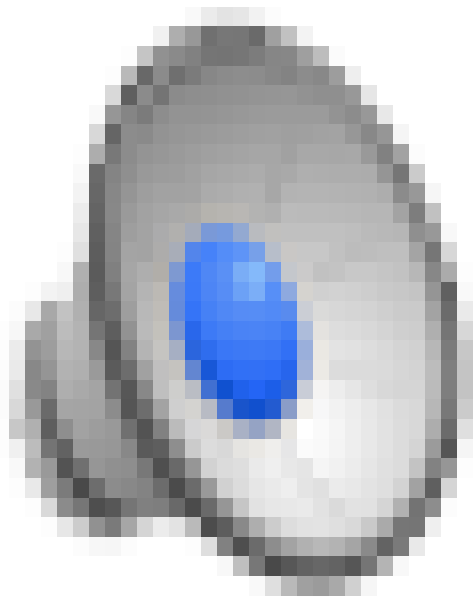
Kreiranje Racionalnih Agenata

- **Agent** je entitet koji *sagledava (percepira) okruženje i deluje*.
- **Racionalan agent** bira svoje akcije tako da maksimizuje svoju (očekivanu) **korisnost**.
- Karakteristike **okoline**, načina **percepcije** i **moćnih akcija** određuju koja će tehnika biti upotrebljena za donošenje racionalnih odluka.
- **Ovaj kurs je o:**
 - Učenju tehnika veštačke inteligencije vezanih za rešavanje puno različitih vrsta problema
 - Učenju o tome koje tehnike treba odabrati za rešavanje novog problema koji se pojavio.



Pac-Man kao Agent





Generalne teme ovog kursa

- Donošenje odluka
 - Pretrage / planiranje
 - Planiranje u okruženju koje sadrži protivnike
 - Planiranje u okruženju koje je stohastičko
 - Planiranje u okruženju o kome ne znamo ništa (*reinforcement learning*)
- Mašinsko učenje
 - Linearni i nelinearni klasifikatori
 - Klasterovanje
 - Probabilistički modeli
 - Neuronske mreže
 - *Deep Learning...*



AI

```
graph TD; AI((AI)); ML[Machine Learning<br/>[learning decisions;<br/>sometimes independent]]; Robots[Robots<br/>[physically embodied]]; RA((Rational Agents<br/>[decisions])); HAI[Human-AI Interaction]; NLP[NLP]; CV[Computer Vision]; AI --- ML; AI --- Robots; AI --- RA; AI --- HAI; AI --- NLP; AI --- CV; ML --- RA;
```

Machine Learning

[learning decisions;
sometimes independent]

Robots

[physically
embodied]

**Rational
Agents**

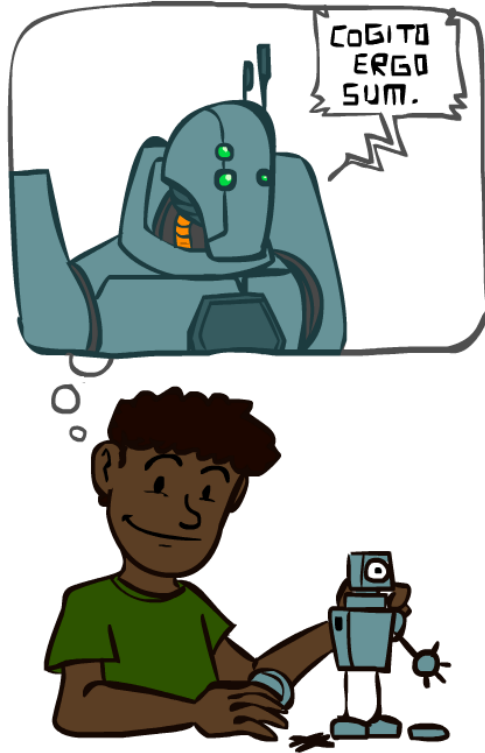
[decisions]

**Human-AI
Interaction**

NLP

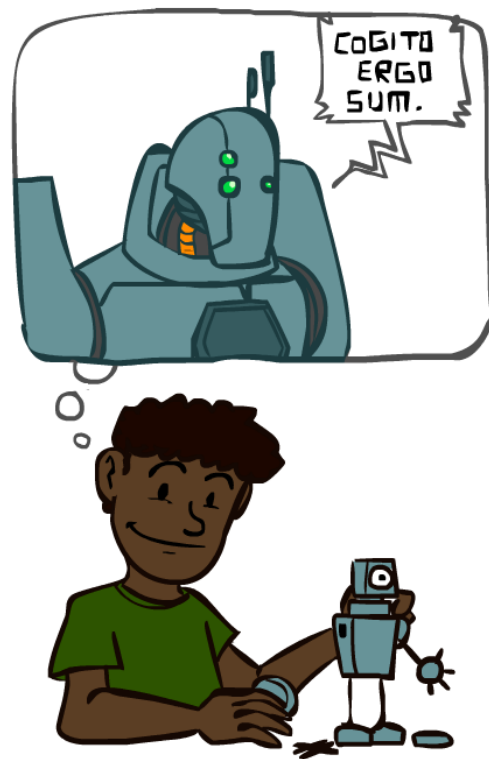
**Computer
Vision**

(Kratka) Istorija AI



(Kratka) Istorija AI

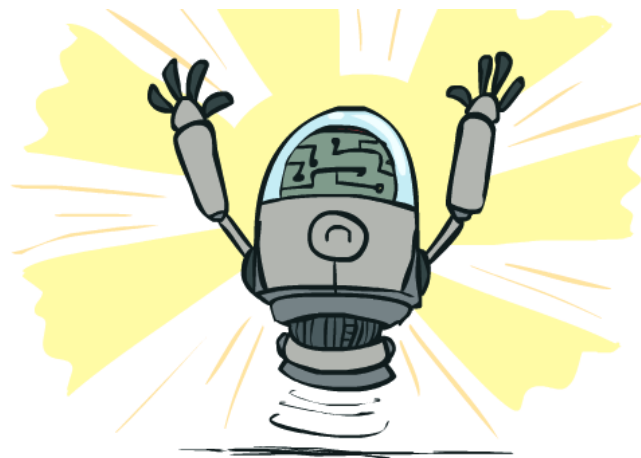
- 1940—1950: Početak
 - 1943: McCulloch & Pitts: Boolean električno kolo kao model mozga
 - 1950: Turingov rad “Computing Machinery and Intelligence”
- 1950—70: Entuzijazam (oduševljenje):
 - 1950s: Prvi AI programi, AI igra mice (Samuel), AI se bavi matematikom (Newell & Simon's Logic Theorist, Gelernter's Geometry Engine)
 - 1956: Usvojen termin „Veštačka Inteligencija“ - (“Artificial Intelligence, AI”)
 - 1965: Algoritam za logično rezonovanje (Robinson)
- 1970—90: Pristupi zasnovani na znanju (*knowledge-based approaches*)
 - 1969—79: Prvi ekspertski sistemi
 - 1980—88: Ekspanzija ekspertskih sistema u industriji
 - 1988—93: Propast ekspertskih sistema u industriji, „Zima za AI“ - “AI Winter”
- 1990—: Statistički pristupi
 - Fokus na modelovanju nesigurnosti pomoću verovatnoće
 - Generalno povećanje tehničke kompleksnosti AI tehnika
 - Agenti i sistemi koji uče... “AI Proleće”?
- 2000—: Gde smo sad?



Šta od navednog AI može uspešno da uradi?

Šta AI trenutno može da uradi?

- ✓ Uspešno se takmiči u kvizovima (npr. *Jeopardy*)?
- ✓ Pobedi čoveka u šahu?
- ✓ Pobedi najbolje igrače u igri Go?
- ✓ Igra stoni tenis relativno dobro?
- ✓ Uzme određeni predmet i postavi ga na policu?
- ✗ Izvadi sudove iz bilo koje sudo-mašine u bilo kojoj kući?
- ❓ Vozi bezbedno auto-putem?
- ✗ Vozi bezbedno kroz Beograd?
- ✓ Na internetu kupi namirnice potrebne za jednu nedelju?
- ✗ Ode u prodavnicu i kupi namirnice potrebne za jednu nedelju?
- ❓ Otkrije i dokaže novu matematičku teoremu?
- ✗ Izvrši (uspešno) hiruršku operaciju?
- ✓ Prevodi kineski govor na engleski u realnom vremenu?
- ✗ Napiše priču sa namerom da bude smešna?

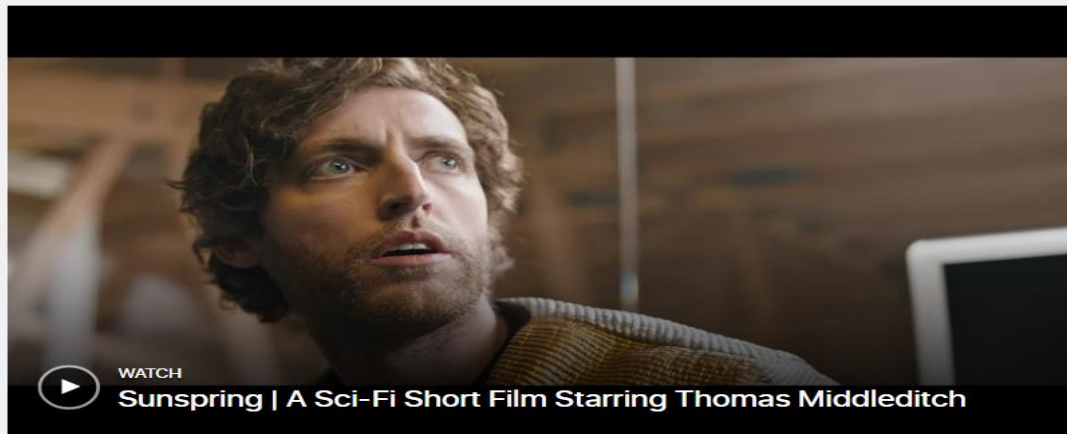


AI može da napiše scenario za film koji je nenamreno smešan

Movie written by algorithm turns out to be hilarious and intense

For *Sunspring*'s exclusive debut on Ars, we talked to the filmmakers about collaborating with an AI.

ANNALEE NEWITZ - 6/9/2016, 12:30 PM



Sunspring, a short science fiction movie written entirely by AI, debuts exclusively on Ars today.

Ars is excited to be hosting this online debut of *Sunspring*, a short science fiction film that's not entirely what it seems. It's about three people living in a weird future, possibly on a space station,

<https://arstechnica.com/gaming/2016/06/an-ai-wrote-this-movie-and-its-strangely-moving/>

AI može da napiše scenario za film koji je nenamreno smešan

- „He is standing in the stars and sitting on the floor. He takes a seat on the counter and pulls the camera over to his back. He stares at it. He is on the phone. He cuts the shotgun from the edge of the room and puts it in his mouth. He sees a black hole in the floor leading to the man on the roof.“

He picks up a light screen and fights the security force of the particles of a transmission on his face.

H

(continuing)

What do you mean?

C

(smiles)

I don't know anything about any of this.

H

(to Hauk, taking his eyes from his mouth)

Then what?

H2

There's no answer.

C

(frowning)

We're going to see the money.

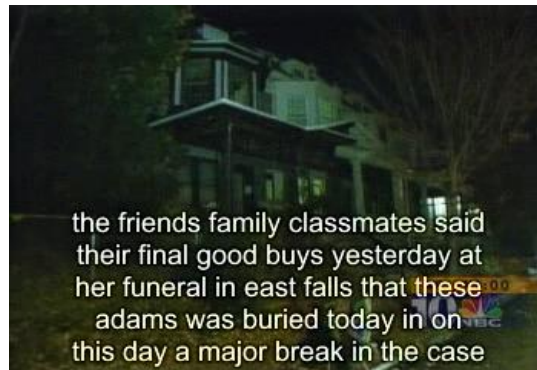
H

(reading)

"All right, you can't tell me that."

AI i Prirodni Jezik (*Natural Language*)

- Obrada govora (npr. Siri)
 - Prepoznavanje govora (ASR)
 - Sinteza govora od teksta (TTS)
 - Sistemi za dijalog
- Obrada prirodnog jezika (NLP)
 - Odgovaranje na pitanja
 - Mašinski prevod



"Il est impossible aux journalistes de rentrer dans les régions tibétaines"

Bruno Philip, correspondant du "Monde" en Chine, estime que les journalistes de l'AFP qui ont été expulsés de la province tibétaine du Qinghai "n'étaient pas dans l'illégalité".

Les faits Le dalaï-lama dénonce l'"enfer" imposé au Tibet depuis sa fuite, en 1959

Vidéo Anniversaire de la rébellion



"It is impossible for journalists to enter Tibetan areas"

Philip Bruno, correspondent for "World" in China, said that journalists of the AFP who have been deported from the Tibetan province of Qinghai "were not illegal."

Facts The Dalai Lama denounces the "hell" imposed since he fled Tibet in 1959

Video Anniversary of the Tibetan rebellion: China on guard



- Pretraživanje Web
- Klasifikacija teksta, filtriranje spama, etc...

Obrada slike i videa (*Computer Vision*)



"man in black shirt is playing guitar."



"construction worker in orange safety vest is working on road."



"two young girls are playing with lego toy."



"boy is doing backflip on wakeboard."



"girl in pink dress is jumping in air."



"black and white dog jumps over bar."



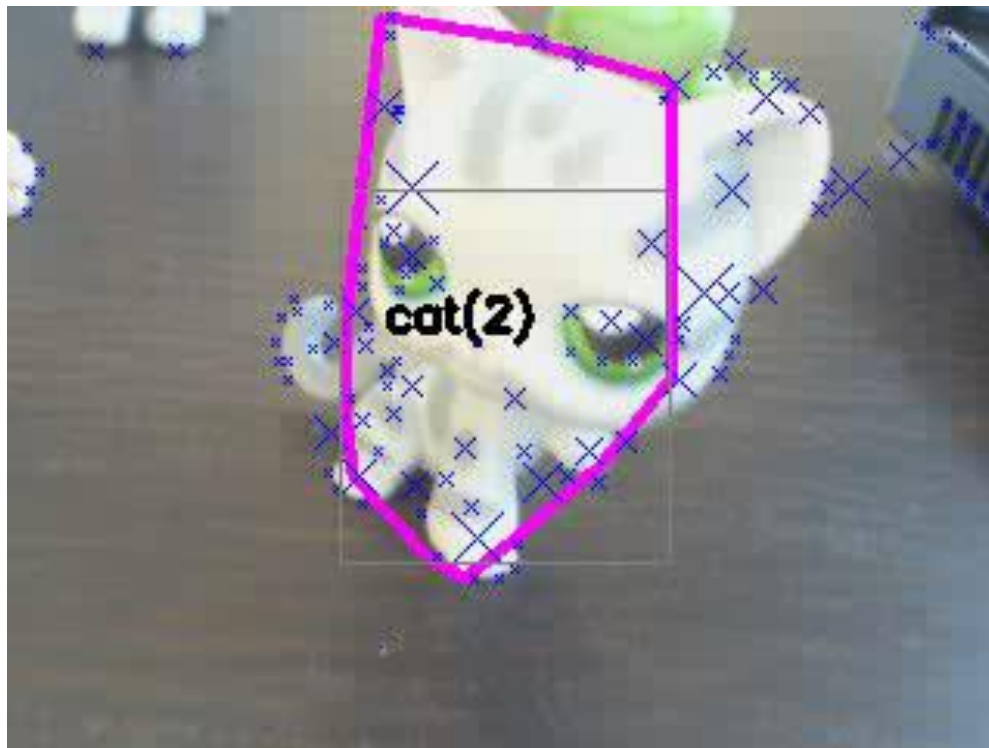
"young girl in pink shirt is swinging on swing."



"man in blue wetsuit is surfing on wave."

Karpathy & Fei-Fei, 2015; Donahue et al., 2015; Xu et al, 2015; many more

Obrada slike i videa (*Computer Vision*)





AI igra igre

- Značajan momenat: Maj, '97: Deep Blue vs. Kasparov
 - AI uz dobar hardver pobeđuje svetskog šampiona u šahu
 - AI igra inteligentno i kreativno.
 - Deep Blue obrađuje 200 miliona pozicija u sekundi.
 - Ljudi su mogli da razumeju razloge za 99.9% poteza koje je pravio Deep Blue.
 - Slične performanse se sada mogu dobiti sa klasterom PC računara.
- 1996: Kasparov pobeđuje Deep Blue
“I could feel --- I could smell --- a new kind of intelligence across the table.”
- 1997: Deep Blue pobeđuje Kasparova
“Deep Blue hasn't proven anything.”

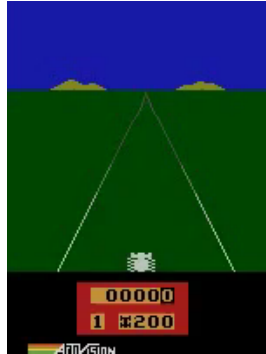


AI igra igre

- Reinforcement learning (tačnije Deep RL)



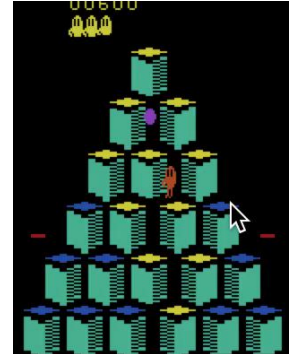
Pong



Enduro



Beamrider

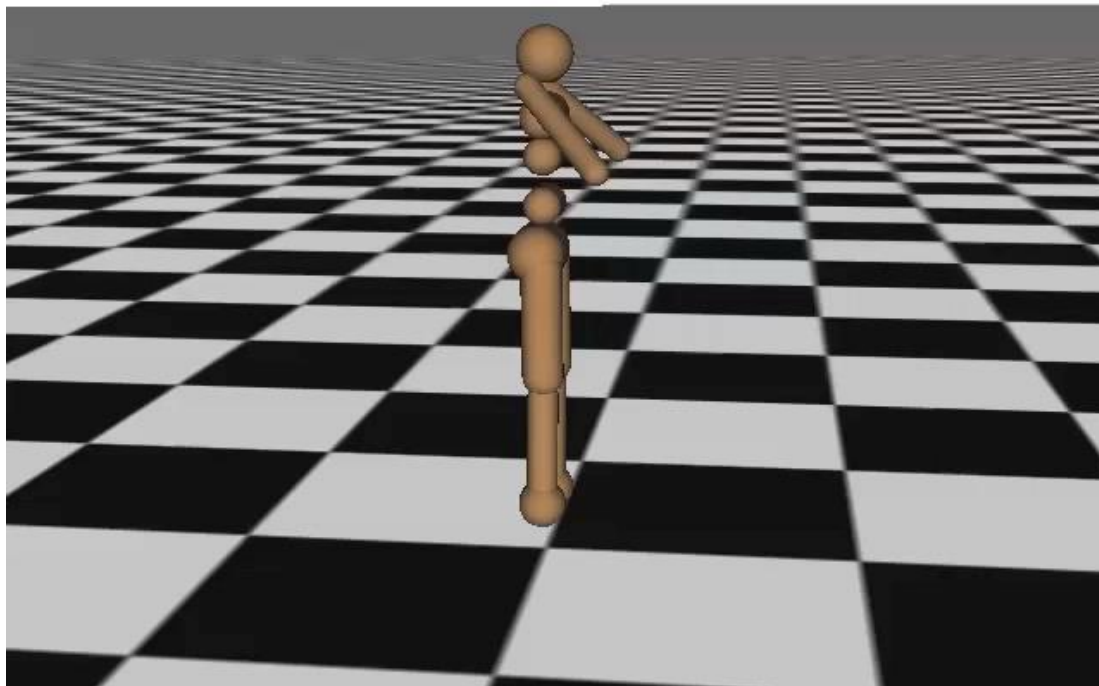


Q*bert



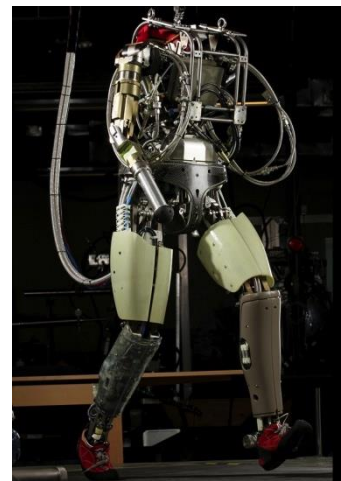
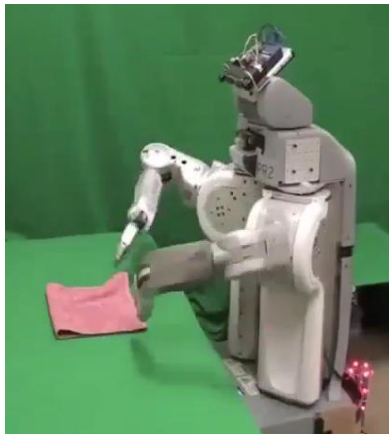
AI uči da hoda u simulaciji

Iteration 0



Robotika

- Robotika
 - Delom mehanika,
 - Delom AI
 - Rad u realnosti je mnogo teži od simulacija!
- Tehnologije
 - Vozila
 - Spasavanje (npr. robot demontira bombe)
 - Pomoć u kući
 - ...
- Na ovom kursu:
 - Ignorišemo mehaničke aspekte
 - Bavimo se metodama za planiranje i kontrolu.



Images from UC Berkeley, Boston Dynamics, RoboCup, Google

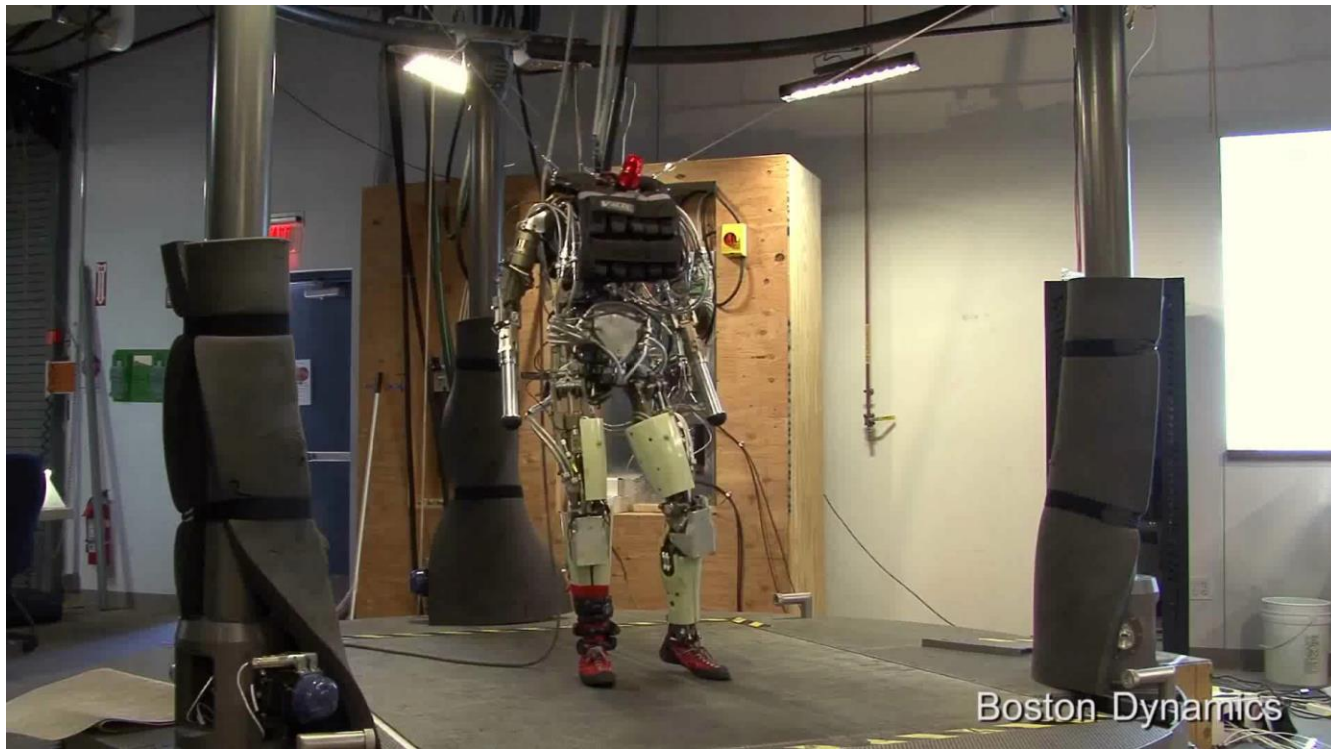
Robotika



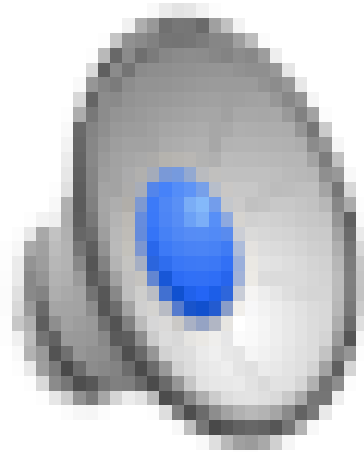
Robotika



Robotika



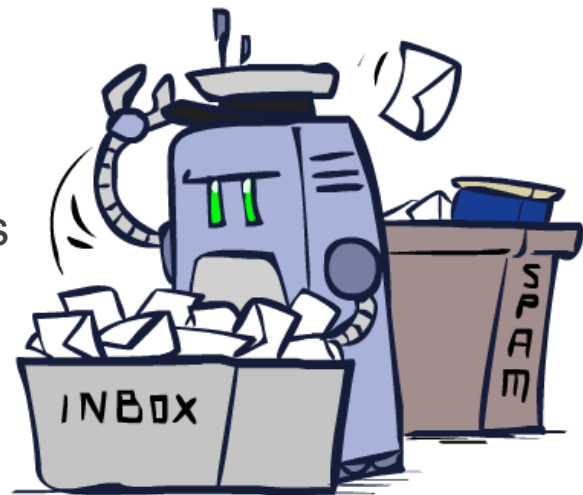
Robots



Donošenje odluka

- **Primenjena veštačka inteligencija automatizuje mnoge stvari**

- Raspoređivanje i rutiranje (letovi, vojska...)
- Oređivanje optimalnih putanja npr. Google maps
- Medicinska dijagnostika
- Pretraživanje interneta
- Filtriranje spama
- Automatizovani korisnički servis
- Detekcija prevara
- Preporuka proizvoda
- ...



O predmetu

- Predavanja
 - objašnjenja algoritama uz primere
- Vežbe
 - ideja je da sami implemtirate i primenite metode koje učite na predavanjima
- Web sajt predmeta
 - <https://enastava.ftninformatika.com/>

Pravila polaganja

- Obaveze na predmetu sastoje se od dva dela:
 - Predispitne obaveze
 - Teorijski ispit

Pravila polaganja - Predispitne obaveze

- Sastoje se od dva kolokvijuma i projekta
 - kolokvijumi će biti održani samo jednom i to u toku semestra
- Termini za računarske kolokvijume
 - I kolokvijum, u nedelji 01.04.2019 - 05.04.2019 u terminu vežbi
 - II kolokvijum, u nedelji 27.05.2019 - 31.05.2019 u terminu vežbi

Pravila polaganja - Projekat

- Umesto polaganja drugog računarskog kolokvijuma postoji mogućnost izrade projekta
- Izrada projekta ima nekoliko faza
 - Specifikacija i predaja predloga projekata
 - Izrada projekta
 - Odbrana projekta

Pravila polaganja - Projekat

- Specifikacija i predaja predloga projekata
 - U periodu od 17.05.2019 do 24.05.2019 studenti koji žele da rade projekta pišu predlog projekta
 - Studenti treba sami da osmisle temu projekta
 - Okvirne informacije o temama dobićete kroz primere na predavanjima i vežbama i kroz materijale sa sajta predmeta
 - Informacije o tome šta sve treba da sadrži specifikacija dobićete od asistenata
 - U periodu od 24.05. - 27.05. asistenti razmatraju podnete predloge i donose odluke o tome koji projekti mogu da pređu u sledeću fazu
 - Studenti čiji predlozi ne prođu u sledeću fazu moraju da rade drugi računarski kolokvijum

Pravila polaganja - Projekat

- Izrada projekta
 - Od momenta kada asistent odobri projekat studenti počinju sa izradom projekta
 - Detalje oko načina na koji će asistenti pratiti projekte će vam oni saopštiti kad za to dođe vreme
- Odbrana projekta
 - Postoji samo jedan termin za odbranu projekata
 - Tačan termin će objaviti asistenti i znaće se na vreme
 - Okvirno, odbrana će biti sredinom jula
 - Način odbrane će takođe objaviti asistenti

Pravila polaganja - Projekat

- Važna napomena:
 - Kada student pristupi izradi projekta tj. kada je asistent odobrio projekat:
 - Student nema pravo polaganja drugog računarskog kolokvijuma
 - Dakle imate izbor, ali morate sami da donesete odluku šta želite da uradite

Pravila polaganja - Teorijski ispit

- Teorijski ispit
 - polaže se pismeno u terminima rasporeda ispita koje određuje fakultet
 - sastoji se od 2 dela
- Predrokov iz teorijskog ispita
 - I deo , subota 11.05.2019 u 12:00, A1,A2,A3,A4.
 - II deo, nedelja 09.06.2019 u 8:00, A1,A2,A3,A4

Bodovanje – Teorijski deo

Bodovanje teorijskog dela ispita:

| | min | max |
|----------------------------------|------------|------------|
| Deo 1 | 50 | 100 |
| Deo 2 | 50 | 100 |
| Ukupno | 100 | 200 |
| Ukupno (preračunato)* | 26 | 45 |

$$* \text{Ukupno teorijski ispit} = \frac{(Deo1 + Deo2)}{200} * 38 + 7$$

Bodovanje – Predispitne obaveze

- Detaljno bodovanje predispitnih obaveza postavljeno je na stranici krusa <https://enastava.ftninformatika.com>.
- Asistenti će vas takođe detaljno uputiti u bodovanje tokom prvih nedelja vežbi.

Raspored Nastave

Napomena:

Po potrebi raspored predavanja će se menjati. Neke teme će možda trajati kraće, a neke duže.

Raspored vežbi i svih kolokvijuma se neće menjati.

| | Datum četvrtak i petak | Predavanje | Datum ponedjeljak | Vežba – utorak i sreda |
|----------------------|------------------------|---|-------------------|--|
| 1 | 21.02 | Uvod | 18.02. | |
| 2 | 22.02. | Pretrage (BFS,DFS,UCS,A*) | | |
| 3 | 28.02. | Igre sa protivnicima (Minimax, Expectimax) | 25.02. | DFS, BFS, A* |
| 4 | 01.03. | Markovljevi Procesi Odlučivanja | | |
| 5 | 07.03 | Reinforcement Learning 1 | 04.03. | A* i Expectimax |
| 6 | 08.03. | Reinforcement Learning 2 | | Pacman |
| 7 | 14.03 | Uvod u Mašinsko Učenje | 11.03. | <u>Nema Vežbi</u> , asistenti su na konferenciji |
| 8 | 15.03. | Klasterovanje | | |
| 9 | 21.03 | Linearna regresija | 18.03. | Reinforcement Learning |
| 10 | 22.03. | Naivni Bajesov Klasifikator | | |
| 11 | 28.03. | Uvod u Klasifikaciju Slika, KNN model | 25.03. | Priprema za K1 |
| 12 | 29.03. | Linearni Klasifikatori | | |
| 13 | 04.04. | Priprema za Prvi Teorijski Kolokvijum | 01.04. | <u>Kolokvijum 1</u> |
| 14 | 05.04. | Konsultacije za Prvi Teorijski Kolokvijum | | |
| Aprilski Ispitni Rok | | | | |
| 15 | 18.04. | Uvod u Neuronske Mreže, Perceptron i Backpropagation 1 Ne radi se petak 19.04. | 15.04. | Linearna Regresija i Klasterovanje |
| 16 | 25.04. | Uvod u Neuronske Mreže, Perceptron i Backpropagation 2 Ne radi se petak 26.04. | 22.04. | Naivni Bajesov Klasifikator |
| 17 | 03.05. | Obučavanje Neuronskih Mreža, Saveti 1 Ne radi se četvrtak 02.05. | 29.04. | <u>Nema Vežbi</u> , Prvi Maj |
| 18 | 09.05. | Konvolutivne Neuronske Mreže <u>Prvi Teorijski kolokvijum</u> <u>Subota 11.05. od 12h do 15h. A1,A2,A3,A4.</u> <u>Oblasti: od 21.02. zaključno sa 29.03.</u> | 06.05. | Uvod u Neuronske Mreže |
| 19 | 10.05. | Obučavanje Neuronskih Mreža, Saveti 2 | | |
| 20 | 16.05. | Rekurentne Neuronske Mreže | 13.05. | CNN, DL okruženja, Clouds |
| 21 | 17.05. | Deep Reinforcement Learning 1 | | |
| 22 | 23.05. | Deep Reinforcement Learning 2 – Pong from Pixels | 20.05. | Pripreme za K2 |
| 23 | 24.05. | Genetski Algoritmi | | Konsultacije oko Projekata |
| 24 | 30.05. | Prolog | 27.05. | <u>Kolokvijum 2</u> |
| 25 | 31.05. | Napredni primeri upotrebe Veštačke Inteligencije | | |
| 26 | 06.06. | Priprema za Drugi Teorijski Kolokvijum | | |
| 27 | 07.06. | <u>Drugi Teorijski kolokvijum</u> <u>Nedelja 09.06. od 8 do 11h. A1,A2,A3,A4</u> <u>Oblasti: od 18.04. zaključno sa 30.05.</u> | | |

Literatura

- Teorijski deo
 - Slajdovi sa predavanja
 - Prateći materijali koji će biti postavljeni na sajt predmeta
- Predispitne obaveze
 - Materijali sa vežbi

Literatura

- Ova knjiga nije nepohodna za polaganje predmeta, ali je preporuka za one od vas kojima su AI teme zanimljive i koji žele da nauče više.
- Napomena: Slajdovi ne prate ovu knjigu, ali knjiga sadrži materijale vezane za dobar deo oblasti koje radimo.
 - Russell & Norvig, AI: A Modern Approach, 3rd Ed.

