

Umetna inteligenca

Učenje, inteligenca, zavest

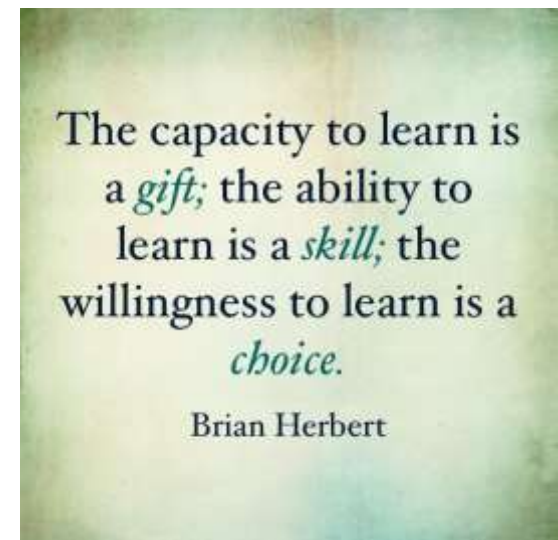
1. Učenje in inteligenca
2. Umetna inteligenca
3. Naravno učenje
 - Prirojeno in naučeno
 - Spomin
 - Vrste naravnega učenja
4. Inteligenca in zavest: znanost in filozofija
5. Zakaj strojno učenje?



Kaj je učenje?

Učenje pomeni adaptivne spremembe v sistemu, ki mu omogočajo bolj učinkovito opravljanje iste naloge. (Herbert A. Simon)

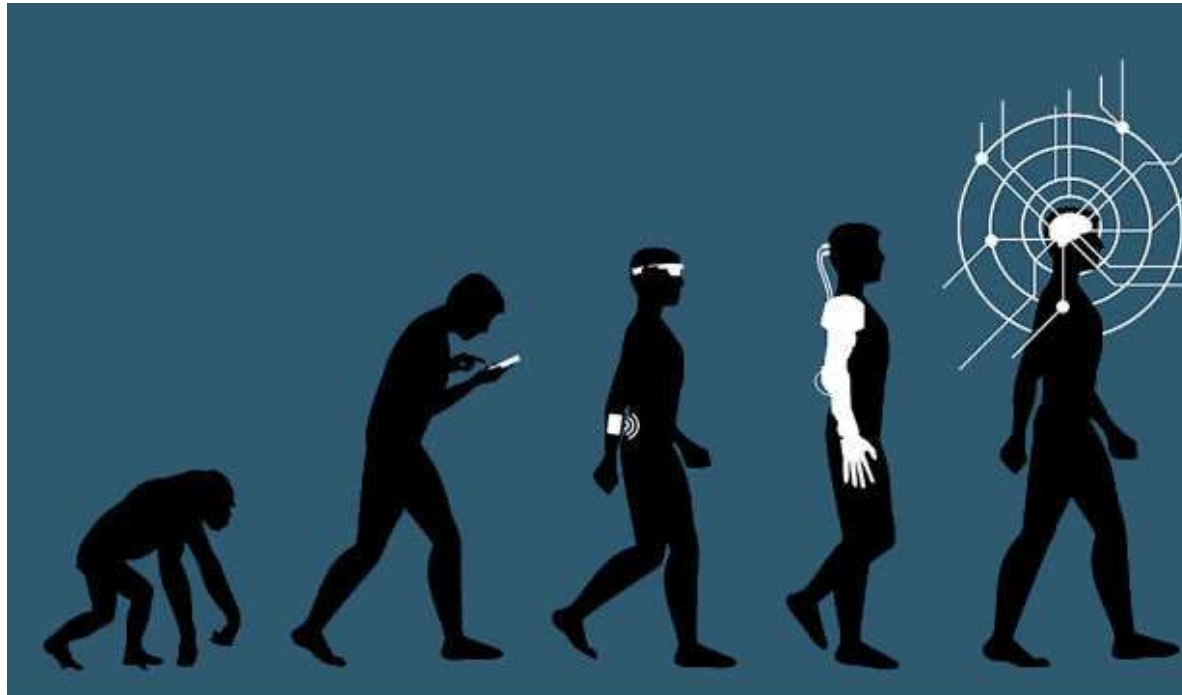
- procesiranje podatkov - podatki so (zelo dolgo) zaporedje ničel in enic
- informacija je interpretacija podatka (rezervirana za zavestno bitje!)
- znanje
- učenje = pridobivanje znanja
- naravno učenje : strojno učenje



Kaj je inteligenca?

Inteligenca je sposobnost prilagajanja okolju in reševanja problemov.

- Znanje je dano vnaprej ali pa je rezultat učenja.
- *inteligenca = strojna oprema + predznanje + učenje + ?.*



Kaj je umetna inteligenca?

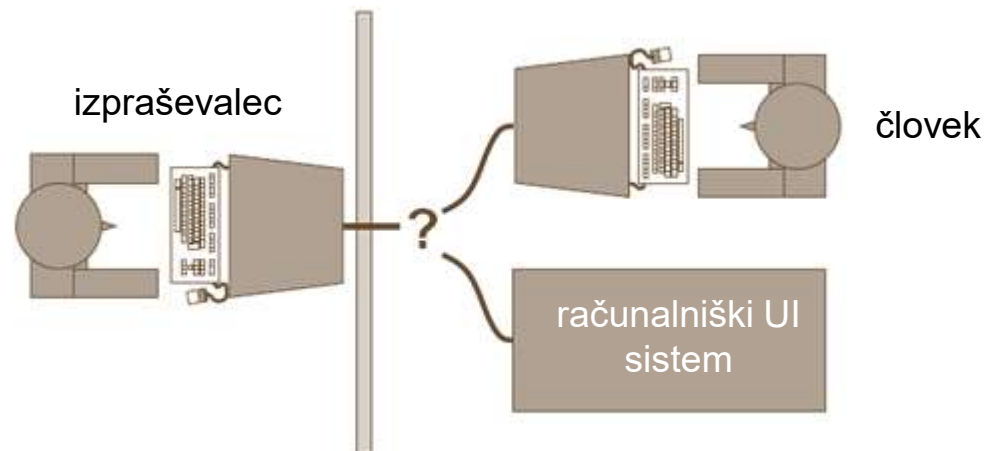


- cilj umetne intelligence: razumeti in zgraditi *intelligentne* sisteme, na osnovi razumevanja človeškega razmišljanja, sklepanja, učenja in komuniciranja (izvajanja dejanj, pojasnjevanja, komentiranja)
- različne definicije, ki izvirajo iz različnega pojmovanja človeške intelligence v in cilja, ki ga pričakujemo od računalniškega sistema
- težava: kaj pomeni delovati inteligentno?
 - ali je vse, kar počne človek, inteligentno (reflexi, nekonsistentnost, napake, učinkovitost)?
 - ali zasledovati modeliranje človeka ali modeliranje ideala (princip ***racionalnosti*** – optimalnosti – "*doing the right thing*")
- umetna inteligenca:
 - sistemi, ki se vedejo/razmišljajo kot človek/racionalno
 - kako je s kreativnostjo, čustvi, zavestjo?
- velika medijska pokritost ("*AI will conquer the world*" (!@#!))

Turingov test



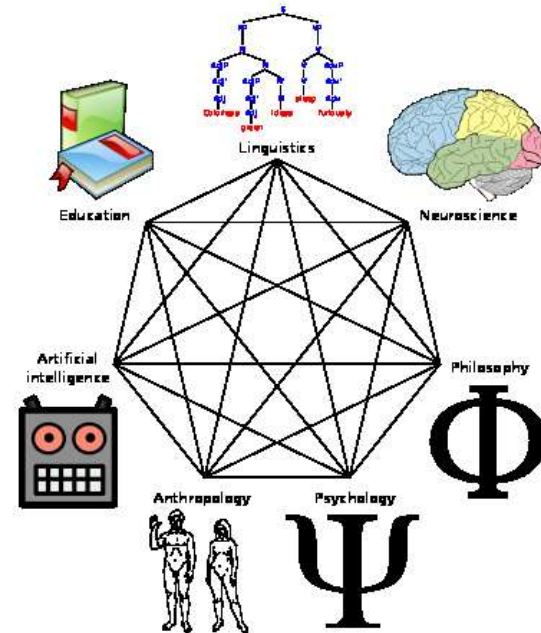
- sistem, ki se "vede kot človek"
- praktični preizkus (the imitation game), ki ga predlaga Turing (1950) za testiranje, ali je sistem dosegel stopnjo inteligence, primerljivo s človekom
- računalnik "opravi" preizkus, če človeški izpraševalec po računalnikovih odgovorih na zastavljena vprašanja ne more ugotoviti, ali odgovore podaja človek ali računalnik



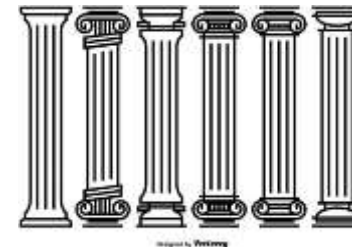
- ideja napeljuje na sposobnosti inteligentnih sistemov: obdelava naravnega jezika, predstavitev znanja, avtomatsko sklepanje, strojno učenje, računalniški vid, robotika
- problem: testa ni možno reproducirati ali podvreči matematični analizi

Kognitivna znanost

- sistem, ki "razmišlja kot človek"
- področje, komplementarno UI
- združuje področje UI s področji psihologije, filozofije, antropologije, izobraževanja, lingvistike, nevroznanosti
- simuliranje človekovega razmišljanja na osnovi:
 - opazovanja lastnih (človeških) misli
 - psihološkimi poskusi (opazovanje vedenja oseb)
 - posnetki možganov (opazovanje med delovanjem)



Temelji umetne inteligence



Filozofija

- logika, metode sklepanja
- relacija med mišljenjem in fizičnimi možgani
- vir znanja, povezava z akcijami, racionalnost (UI potrebuje vse tri komponente)

Matematika

- formalna predstavitev problemov, dokazovanje pravilnosti
- algoritmi, izračunljivost, odločljivost (decidability) in obvladljivost (tractability) problemov
- verjetnostni račun

Psihologija

- način človeškega mišljenja in izvajanja dejanj
- prilagajanje, zaznavanje, motorična kontrola

Jezikovna znanost

- relacija med jezikom in razmišljanjem (predstavitev znanja, slovnica)

Nevroznanost

- preučevanje živčnega sistema (možgani), ki je osnova za mentalno aktivnost (nevroni, EEG)

Ekonomija

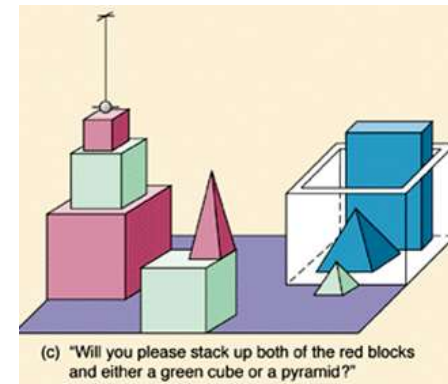
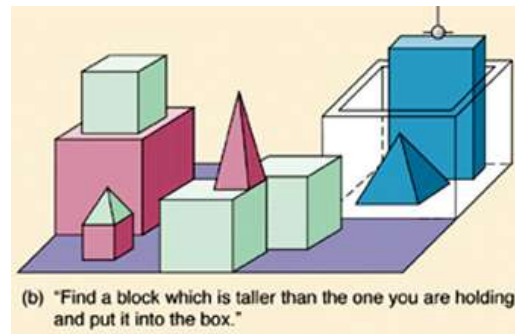
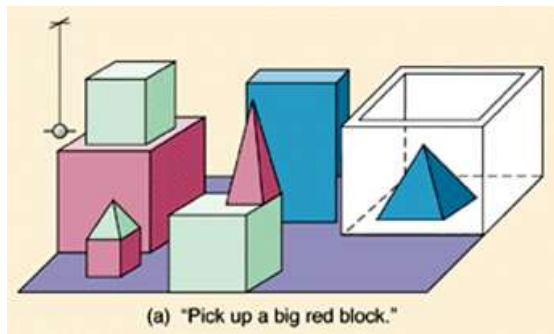
- maksimizacija izkupička, načrtovanje rezultatov po zaporedju korakov (operacijske raziskave)

Teorija nadzora (control theory)

- avtonomni sistemi, ki nadzirajo lastno delovanje

Zgodovina UI

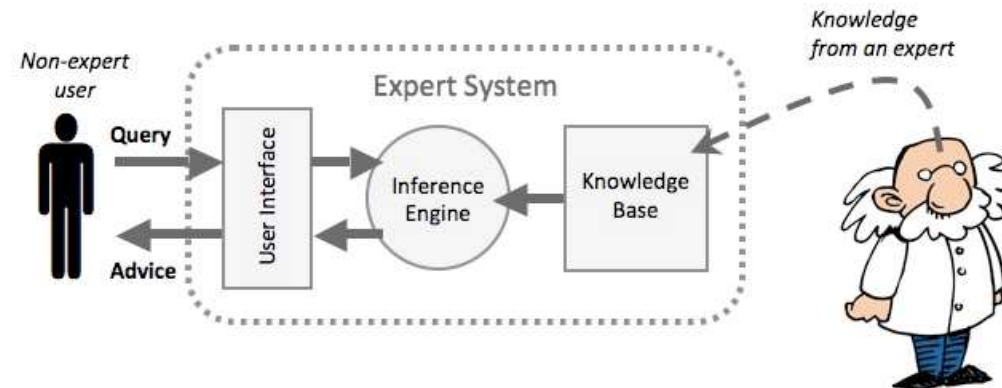
- **1943:** McCulloch & Pitts: model možganov (nevronska mreža)
- **1950:** Turingovo delo "Computing Machinery and Intelligence"
- **1952-69:**
 - General Problem Solver
 - Lisp kot prevladujoči jezik za programiranje na področju AI
 - zbirke problemov Microworlds (npr. *blocks*)



- **1966-80:**
 - problemi: računska zahtevnost, zastoj pri razvoju nevronske mreže
 - genetski algoritmi
 - sistemi znanja (angl. knowledge-based systems) – izpeljava novih ugotovitev iz obstoječih baz znanja
 - 1979: programski jezik prolog (programming in logic)

Zgodovina UI (nad.)

- **1980-95:**
 - pojav ekspertnih sistemov (medicina)
 - 1987: UI uradno postane "znanost" z uporabo uveljavljenih znanstvenih pristopov in metod
 - zametki odkrivanja zakonitosti iz podatkov (angl. *data mining*): osredotočenost na vzorce v podatkih in ne primarno na algoritme



- **1995-**
 - porast števila agentov (Internet, semantični splet, iskalniki, priporočilni sistemi, povzetki spletnih strani)

Sodobne aplikacije UI

- avtonomna (robotska) vozila
- razpoznavanje govora (klicni centri, pametni telefoni, ...)
- avtonomno načrtovanje (avtomatski piloti, NASA)
- igranje iger (1997: šahovska igra med Deep Blue in Kasparovom)
- načrtovanje logistike (optimizacija porabe sredstev pri operacijah)
- detekcija neželene elektronske pošte
- robotika (Roomba, raziskovanje vesolja, odstranjevanje min)
- strojno prevajanje
- ...



Sodobne aplikacije UI (nad.)

- Kaj vse zmorejo aplikacije UI danes ?
 - igranje igre namiznega tenisa ali igre s kartami
 - vožnja robota po kompleksni poti
 - vožnja avtomobila po mestu
 - nakupovanje živil za naslednji teden
 - iskanje in izpeljava novih matematičnih dokazov
 - podajanje ustreznih nasvetov na pravnem področju
 - prevajanje med dvema jezikoma v realnem času
 - izvajanje pogovora z osebo
 - izvedba kompleksne kirurške operacije
 - analiza in sinteza jezika
 - robotska opravila (pospravljanje pomivalnega stroja?)
 - ...

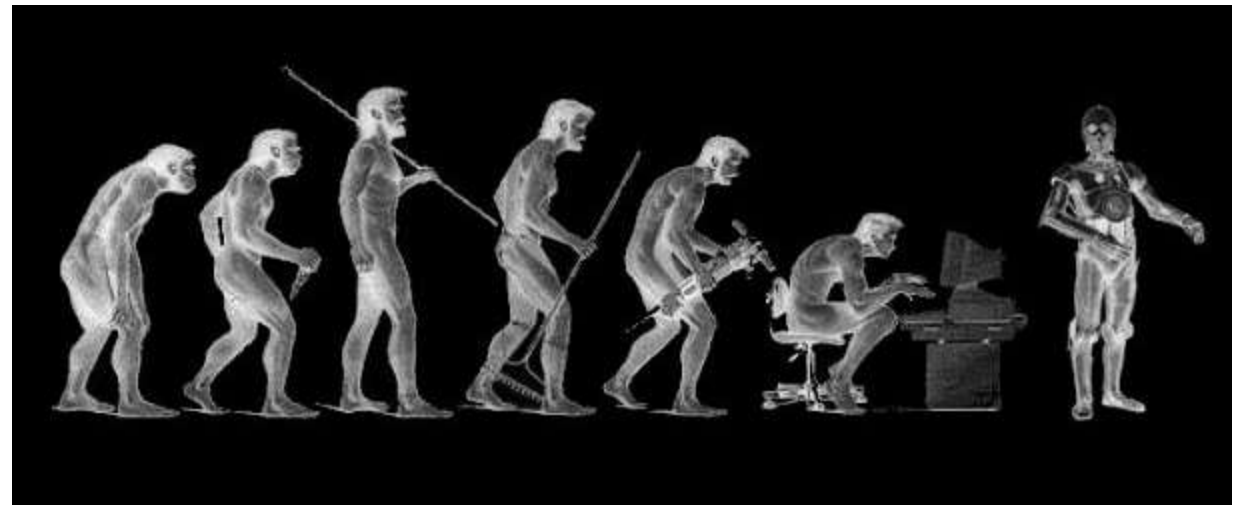
Henry Squirrel was thirsty. He walked over to the river bank where his good friend Bill Bird was sitting. Henry slipped and fell in the river. Gravity drowned. The End.

Once upon a time there was a dishonest fox and a vain crow. One day the crow was sitting in his tree, holding a piece of cheese in his mouth. He noticed that he was holding the piece of cheese. He became hungry, and swallowed the cheese. The fox walked over to the crow. The End.

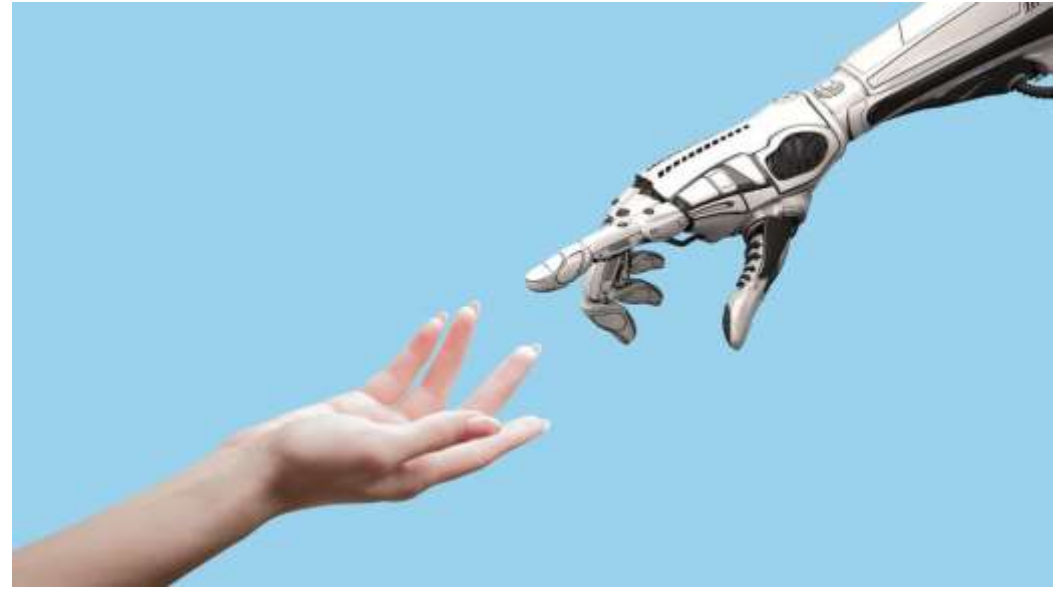
Kaj je umetna inteligenca?

Veja računalništva za razvoj sistemov, ki se obnašajo inteligentno in ki so sposobni reševati relativno težke probleme.

- strojno učenje, podatkovno rudarjenje
- predstavitev znanja,
- hevristično preiskovanje in reševanje problemov,
- evolucijski/genetski algoritmi
- inteligentni agenti in roboti,
- računalniško zaznavanje (vid, sluh),
- obdelava naravnega jezika,
- avtomatsko sklepanje in dokazovanje izrekov,
- igranje iger,
- logično programiranje,
- planiranje,
- razvoj ekspertnih in priporočilnih sistemov,
- tehnologija znanja, ontologije
- kognitivno modeliranje.



Človek : stroj



- **Naravno učenje : strojno učenje**
- Naravna inteligenca: umetna inteligenca
- Zavestno bitje : nezavedni stroj

Naravno učenje

Učenje je napredek dejavnosti po izkušnji.

Učljiva je morala in inteligenca.

Anton Trstenjak



- novorojenček se uči gledati, poslušati,
- dojenček se uči pomena besed, povezave med vidom in tipom, motorike
- otrok se uči hoditi, govoriti besede in stavke,
- učenec se uči brati, pisati, računati, abstraktno razmišljati, logično sklepati,
- dijak pridobiva opisno znanje in heuristike za reševanje problemov;
- študent si z učenjem prestrukturira svoje znanje, pridobiva specializirano opisno znanje in specializirane heuristike
- na delovnem mestu z delom pridobivamo izkušnje

Prirojeno in naučeno

- zorenje
- kritična obdobja za učenje
- prirojene veščine: nagoni
- čim višje na razvojni lestvici se nahaja živalska vrsta, tem pomembnejšo vlogo v njenem življenju igra učenje.
- čim višji je končni nivo učne zmožnosti, ki ga neka vrsta doseže, tem počasnejše je učenje v otroštvu.
- črv 13 nevronov, čebela okoli 900 nevronov,
- gorilo so naučili razumeti več kot dva tisoč besed.



Strojna oprema omogoča inteligenco

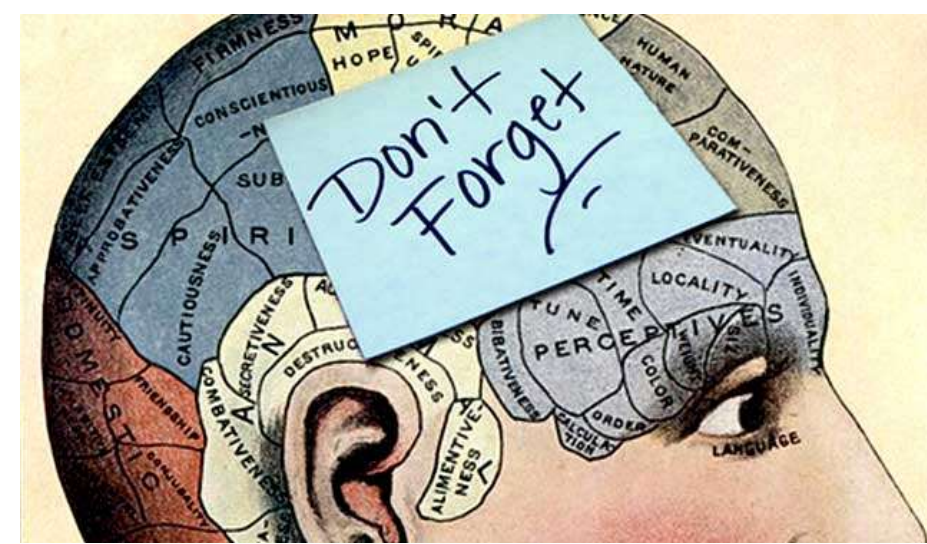
# nevronov	10^{11}
# poslanih impulzov na nevron	10 impulzov/sek
hitrost pretoka inf. po kanalih	30 bit/sek
# kemijskih reakcij v možganih	$10^5 - 10^6 / sek$
# povezav / nevron	10^4
vseh sinaps	$10^{14} - 10^{15}$
# bolečinskih točk na koži	1.2×10^6
# živčnih vlaken pri očesnem živcu	1.2×10^6
kratkoročni spomin (zavest)	7 kazalcev (naslovov)
dolgoročni spomin - samo sinapse	$> 10^{15}$ bitov
dostop do dolgoročnega spomina	2 sek
zunanja optim. delovna temp.	$18^\circ C$
# aminokislin	20
dolžina verige aminokislin	več tisoč
# možnih različnih proteinov	$> 20^{1000}$
genski zapis	$> 10^9$ bitov = 1G bit
# proizvedenih proteinskih molekul	15000/sek/nevron



Spomin

1. Ustvarjanje novih povezav z drugimi nevroni
 2. Spreminjanje jakosti povezav na sinapsah
 3. Proizvodnja proteinov (univerzalna koda)
- ? Kvantni spomin

- Človek si zapomni prav vse, kar se mu pripeti v življenju (gospod S)
- problematično je naslavljanje spomina



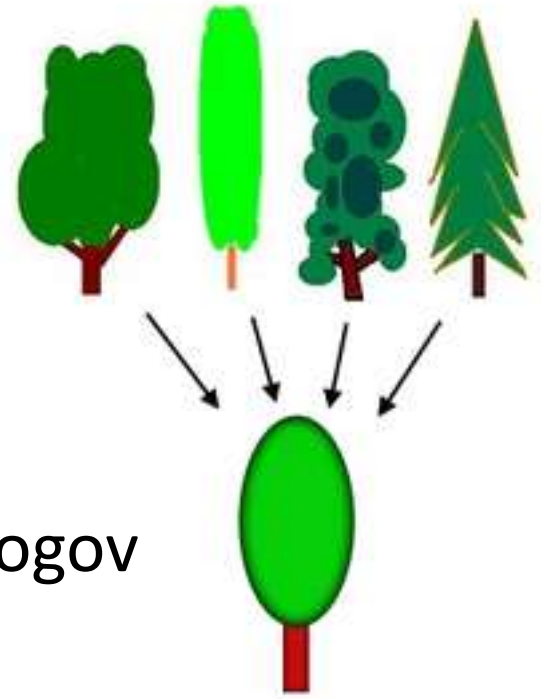
Vrste učenja po kompleksnosti učnega procesa

- Vtiskavanje
- Pogojevanje ali asociiranje:
pogojni refleks; asociacija
- Verjetnostno učenje
- Zapominjanje
- Učenje s poskusi in napakami
- Posnemanje: *vzročno povezovanje in sklepanje*
- Učenje z razumevanjem in vpogledom: *zapominjanje, abstraktno (simbolično) mišljenje, logično sklepanje in vzročno povezovanje; vpogled in integracija*



Učenje pojmov

- **Pojmi** so razredi ali kategorije izkušenj, ki jih iz določenih razlogov enako obravnavamo oziroma imajo neko skupno svojstvo.
- Razlikujejo se po **konkretnosti/abstraktnosti** in po **zapletenosti** (npr. konjunktivni in disjunktivni).
- Večina učenja pri otrocih sestoji iz pridobivanja že obstoječih pojmov, tako da jim učitelj podaja (učne) **primere** in **protiprimere** ter **delni opis pojma**.
- Le redko mora učenec tvoriti **nove pojme**, kar je seveda težje.



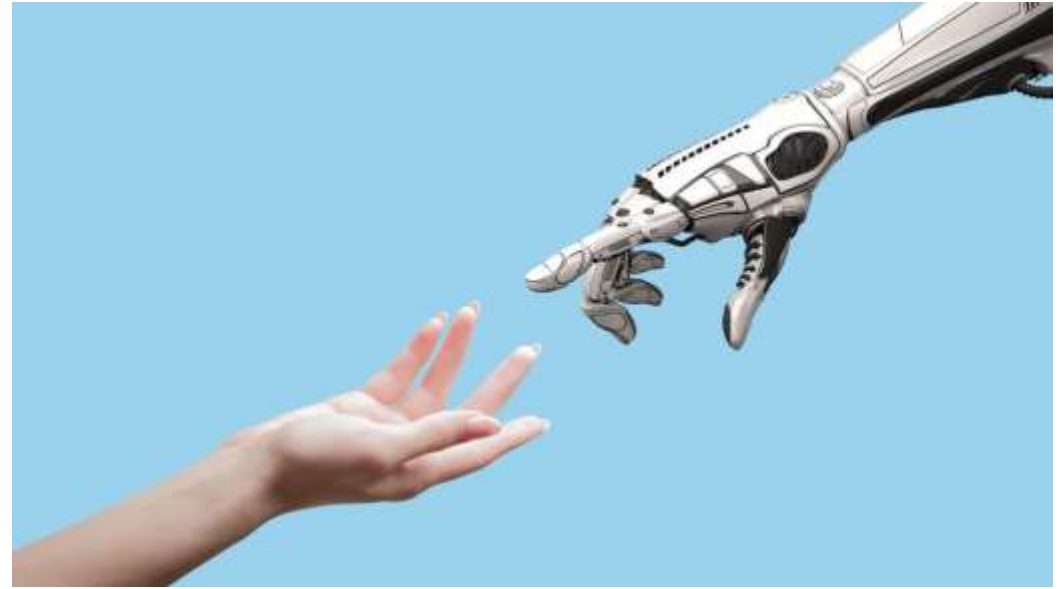
Učenje = iskanje v prostoru hipotez



- Iskanje v širino
- Iskanje v globino
- Konservativno osredotočenje: *Hipoteza postane prvi (pozitivni) učni primer. Zatem učenec sistematično spreminja eno spremenljivko, dokler ne dobi konsistentno hipotezo.*
- Osredotočeno ugibanje: *Hipoteza postane prvi (pozitivni) učni primer. Zatem učenec spreminja več spremenljivk naenkrat.*

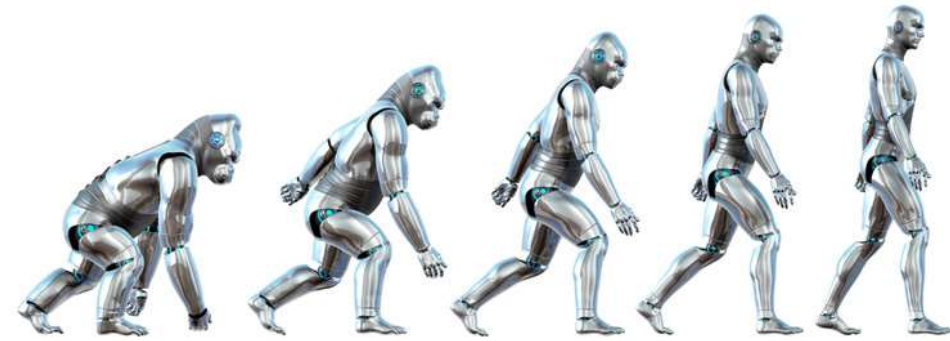
(Pri strojnem učenju se uporabljajo te in še mnoge druge iskalne strategije: požrešno iskanje, gradientno iskanje, razveji in omeji, najprej najboljši, lokalna optimizacija, simulirano ohlajanje, genetski algoritmi...)

Človek : stroj



- Naravno učenje : strojno učenje
- Naravna inteligenca: umetna inteligenca
- Zvestno bitje : nezavedni stroj

Možnost umetne intelligence



- Inteligenca = merljiva sposobnost; *količina intelligence*
- Več kot 150 vrst inteligenc: *vidna, numerična, besedna, orientacijska, različne motorične intelligence, spominska, čustvena ...*
- Vpliv učenja na inteligenco
- Hitrejši je inteligentnejši
- Oponašanje intelligence
- Meje intelligence Turingovih strojev = algoritmov

Meje simbolične izračunljivosti, izpeljivosti, opisljivosti

- Teorija izračunljivosti: skoraj zanemarljiv delež problemov, ki si jih lahko formalno zastavimo, je rešljiv algoritmično.
- Danes uporablja znanost za opisovanje realnosti:
 - matematična logika,
 - računalniški programski jeziki,
 - rekurzivne funkcije in
 - formalne gramatike.
- Vsi ti formalizmi so po izrazni moči med seboj enakovredni in enako omejeni.



Diskretni svet: Q - racionalna števila

Zvezni svet: R - realna števila

$$|R| = 2^{|Q|} \gg |Q|$$

- Vsi formalizmi imajo enake omejitve: lahko (delno) opišejo pojave znotraj diskretnega sveta in tako rekoč zanemarljivo majhen del zveznega sveta.
- Torej, če je svet dejansko zvezen, potem je najverjetneje neopisljiv.
- Naučljivost je tesno povezana z izračunljivostjo in vse omejitve v zvezi z izračunljivostjo veljajo tudi za naučljivost.

Inteligenca in zavest

Razumeti sebe je kot poskusiti ugrizniti svoje zobe.

Alan Watts



Znanje je pomembno. Toda še veliko pomembnejša je njegova koristna uporaba. Ta je odvisna od srca in uma človeka.

Dalaj Lama

Identičnost med človekom in strojem se ne doseže s tem, da prenesemo človeška svojstva na stroj, marveč s tem, da prenesemo mehanične omejitve na človeka.

Mortimer Taube

Kaj je zavest? Subjektivna izkušnja...

Če odvzameš vse misli, ostane čista zavest.

Ramana Maharshi

- zavedanje samega sebe, razlikovanje sebe od drugih, zavedanje svojih težav, svojih nalog in svojih odgovornosti
- Subjektivna, nemerljiva, nedokazljiva
- nekateri kvantni fiziki povezujejo zavest s kolapsom valovne funkcije:
Zavest je tista, ki tvori realnost (Buda in kvantna fizika)
- materialistična razlaga: zavest je rezultat kompleksnosti sistema in je nastala v nekem časovnem trenutku evolucije.



Mentalna vsebina	zavedanje sebe	
	DA	NE
DA	budno stanje	sanjanje
NE	meditacija	spanje

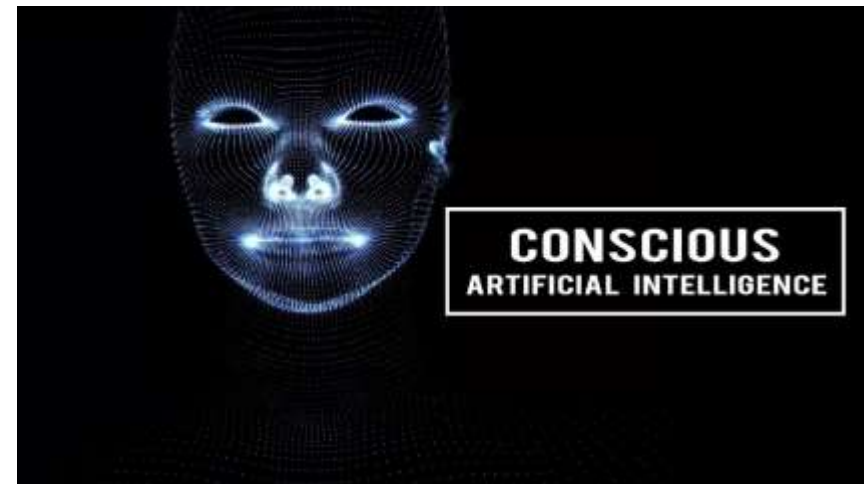
Več nivojev zavesti:

- čista zavest,
- nadzavest ali spremenjeno stanje zavesti,
- običajna zavest (budno stanje),
- podzavest
- nezavest (najverjetneje samo truplo).



(Ne)zmožnost umetne zavesti?

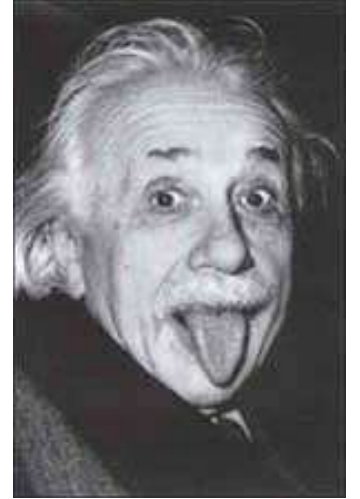
- Inteligenca: objektivno merljiva
- Zvest: subjektivna, objektivno nepreverljiva
- Zvestni sistem se da oponašati.
- Pomembni pojmi glede zavesti: življenje, inteligenca in svobodna volja:
 - Zvest = življenje?
 - Več intelligence omogoča večjo zvest?
 - Zvest implicira svobodno voljo?



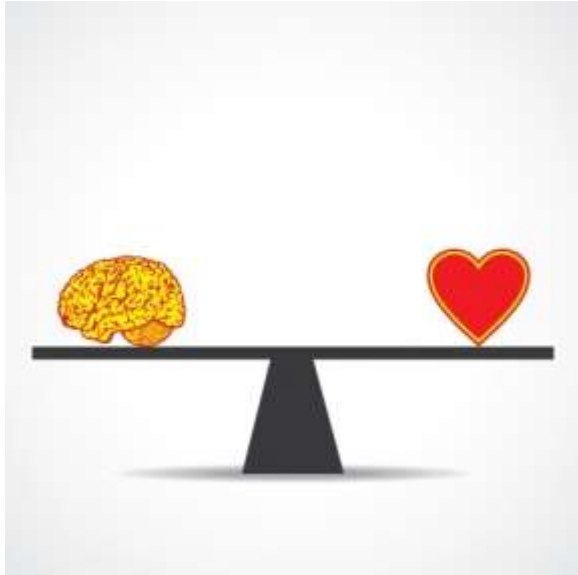
Znanost in filozofija

Znanost brez vere je hroma, vera brez znanosti je slepa.

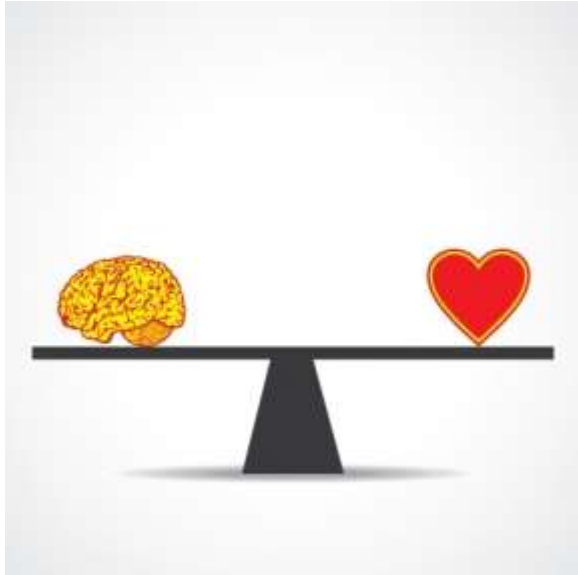
Albert Einstein



- Znanost modelira empirične podatke; če hipoteza dovolj natančno opisuje podatke, se sčasoma privzame kot (naravni) zakon.
- Znanost se ne sprašuje: Zakaj vesolje obstaja in čemu je življenje namenjeno?
- Zaradi ignoriranja teh dveh vprašanj mnogi privzamejo kot temeljni princip, da je vesolje in življenje nastalo **po naključju**.



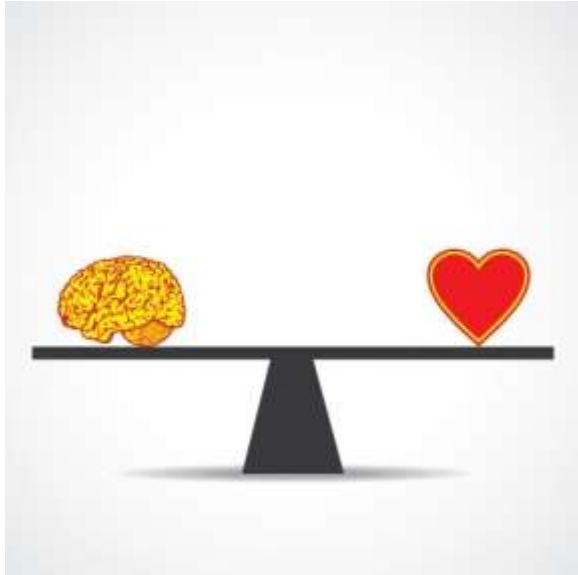
ZNANOST	DUHOVNOST
znanstveniki ZNANJE	mistiki MODROST
intelekt, razum morala	notranji čut, srce etika
objektivnost, merljivost, opisljivost	subjektivnost, nemerljivost, neopisljivost
opisovanje realnosti	čutenje, zavedanje realnosti
logični, racionalni um	intuitivni um
KAKO? opisovanje	ZAKAJ? iskanje smisla
preučuje materijo	preučuje zavest



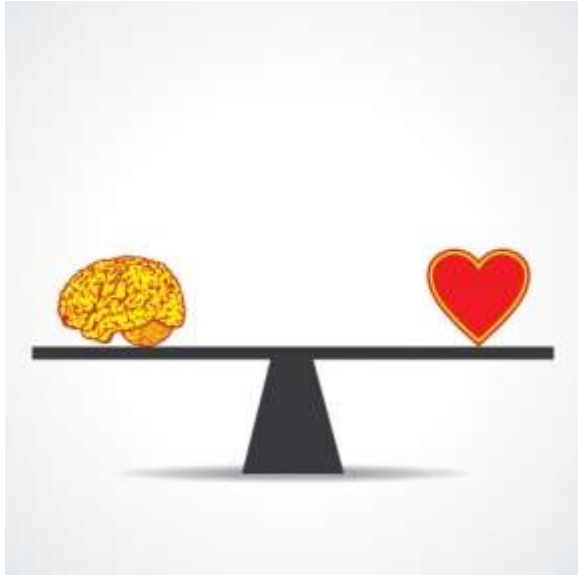
ZNANOST

DUHOVNOST

NAKLJUČJE	»NA KLJUČ«
dvom, preverjanje	zaupanje
logika, eksperimenti, statistika	spustitev uma, meditacija, obredi
razumska členitev, analiza specifični zakoni redukcionizem	povezovanje v enost, sinteza splošno načelo holizem
diskretni svet, racionalni svet (Q)	zvezni, realni svet (R), iracionalnost, transcendentnost

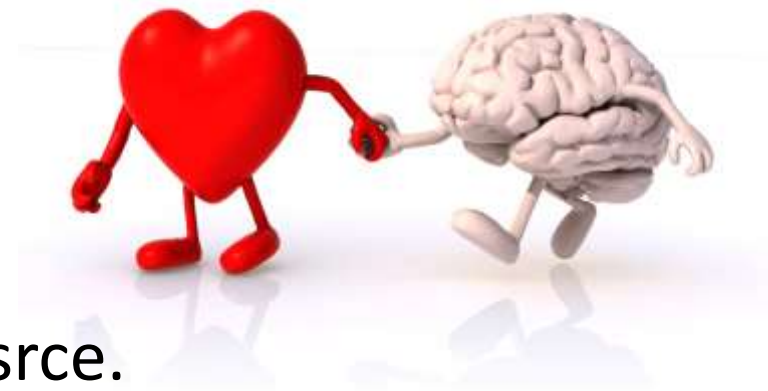


ZNANOST	DUHOVNOST
objektivna, posredna izkušnja	subjektivna, neposredna izkušnja
teorija, približek realnosti	praksa, realnost sama
aktivna, nasilna svobodna volja	pasivna, ubrana svobodna volja
podrejanje, nadzor	sodelovanje
jemanje, profit, ego	dajanje, delitev
ločevanje, dimenzija prostor-čas	vse je eno, spektralna dimenzija
vzročnost, razmišljanje preteklost/prihodnost	ni vzročnosti, SEDANJI TRENUTEK!



ZNANOST		DUHOVNOST	
znanje		modrost	
znanstvene teorije (matematični modeli): <ul style="list-style-type: none">-kvantna fizika-teorija relativnosti-termodinamika-teorija evolucije, ...		duhovne vrednote: <ul style="list-style-type: none">-ljubezen, sočutje-potrpežljivost, strpnost-ponižnost, skromnost-iskrenost, spontanost-zaupanje, pogum...	
znanstvene vede in discipline: <ul style="list-style-type: none">-matematika-naravoslovne vede (fizika, kemija, biologija,...)-družboslovne vede, filozofija-tehnične vede...		duhovna gibanja: <ul style="list-style-type: none">-joga, tantra-tao, zen, sufizem,-alkimija, kabala, teozofija, antropozofija-institucionalizirane religije-novodobna gibanja (New Age)...	

Povzetek



- Filozofija (v prvotnem pomenu besede): razum in srce.
- Inteligenca je sposobnost.
- Zavest je povezana z etiko življenja.
- Inteligenca brez srca je nezavedna inteligenca, sposobna uničevati in uničiti okolje in sebe.
- **Dalaj Lama** v Ljubljani:
Potrebujemo izobrazbo in čut moralne etike - to dvojje mora iti skupaj.
- Umetna (in naravna) inteligenca je orodje.
- Odgovornost pa ostaja na tvoji (za)vesti.

Zakaj strojno učenje?

človek	računalnik
pozabljiv utrudljiv težko prenaša znanje	zanesljiv, ponovljiv 24 ur/dan trivialno prenosljivo znanje
omejen spomin ? počasen ?	velike baze podatkov ? hiter ?
široko znanje paralelno procesiranje se uči iz napak dinamično znanje	ozko specializirano znanje zaporedno procesiranje isto napako ponavlja statično znanje



- Človek si želi spoznati samega sebe.
- Učenje ljudi se zdi zelo počasno.
- Avtomatsko generiranje baz znanja za ekspertne sisteme.
- Računalniki manj togi in bolj prilagodljivi novim situacijam.
- Nadzor nad učečimi se sistemi!
- Nadzor nad ljudmi, ki uporabljajo močno tehnologijo!!!