

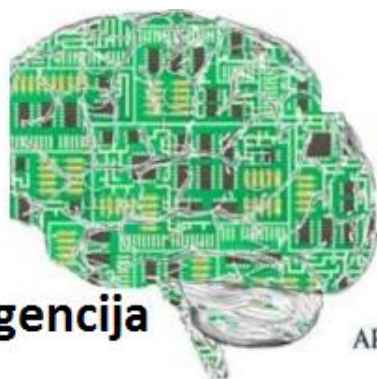
Sveznadar

MKE



Vještačka inteligencija

Uvodni i osnovni pojmovi



ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Sadržaj

Definicija pojma vještačka inteligencija.....	3
Ciljevi i pravci razvoja AI	6
Klasifikacija AI prema vrsti rješavanja problema.....	7
Šta je agent, a šta inteligentni agent?	8
Primjer trivijalnog agenta	11
Osnovne karakteristike AI agenta.....	11
Okruženje inteligentnog agenta	13
Struktura i model inteligentnog agenta	15
Idealno preslikavanje opaženih sekvenci u akcije - MAPIRANJE	16
Jednostavan (prost) refleksivni agent	17
Refleksivni agenti zasnovani na modelu.....	19
Agent zasnovan na cilju -Goal-based agents-.....	20
Agenti zasnovani na korisnosti -Utility-based agents-.....	22
Učeći agenti -Learning Agents-.....	24



Definicija pojma vještačka inteligencija

Vještačka (ili umjetna) inteligencija je podoblast računarstva. Cilj istraživanja vještačke inteligencije je razvijanje programa (softvera), koji će računarima omogućiti da se ponašaju na način koji bi se mogao okarakterisati inteligentnim.

*Riječ **inteligencija** potiče od latinske riječi *inteligere* i znači razumjeti.*

Nema jedinstvene i opšteprihvaćene definicije inteligencije, ali preovlađuje stav da je inteligencija potencijal, a ne potpuno razvijena sposobnost. Obično se definiše kao sposobnost brzog snalaženja u novim i nepoznatim situacijama.

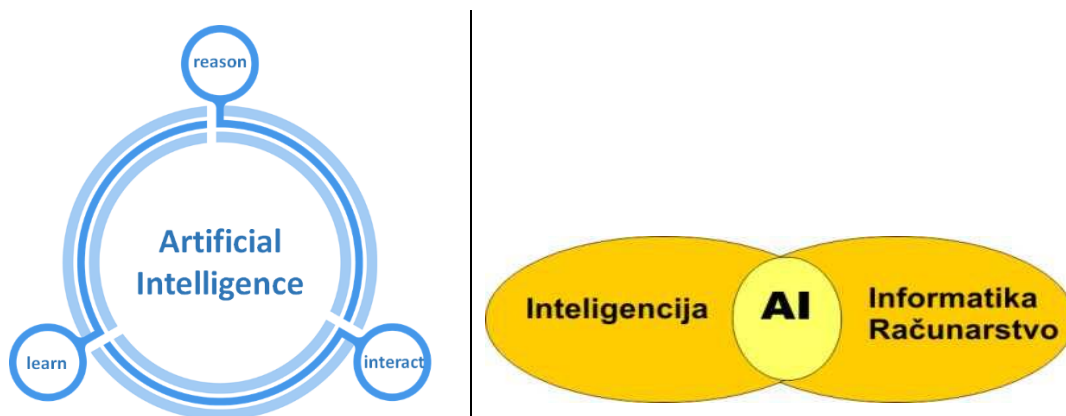
Smatra se da je inteligencija kombinacija urođenih karakteristika nervnog sistema i razvojne inteligencije, uobličena iskustvom i učenjem.

Vještačka inteligencija je simulacija procesa ljudske inteligencije pomoću mašina, posebno kompjuterskih sistema.

Vještačka inteligencija (artificial intelligence -AI) se definiše na različite načine.

Najčešće su slijedeće tri definicije:

1. Vještačka inteligencija je naučna oblast u kojoj se izučavaju hardversko softverska rješenja koja treba da omoguće sposobnosti i ponašanja slična ljudskom (percepcija, reagovanje, ponašanje, rezonovanje, zaključivanje i činjenje).
2. Vještačka inteligencija je naučna oblast u kojoj se izučavaju izračunavanja da bi se izračunavanjem omogućila percepcija, rezonovanje i činjenje.
3. Vještačka inteligencija je naučna oblast u kojoj se istražuje kako da se naprave računari koji bi uspješno radili stvari koje u ovom momentu bolje rade ljudi.



Ove tri definicije se mogu objediniti u grafičku predstavu koja odgovara presjeku skupova obuhvaćenih pojmovima računarstva i informatike i inteligencije, gdje presjek (elementi obuhvaćeni sa oba pojma) predstavlja vještačku inteligenciju.



Informatika (**Information Technology**) je nauka koja se bavi strukturiranjem, obradom i prenosom informacija.

Računarstvo (**Computer Science**) je nauka koja se bavi računarskim hardverom, softverom, kao i teorijom računanja i njegovom primjenom.

Termin umjetna inteligencija (artificial intelligence – AI, akronim koji će se često koristiti i ovdje i u stručnoj literaturi) potiče od Johna McCartyja, koji ju je formalizovao i klasifikovao, na skupu koji je organizovao u Dartmouth-u 1956. godine. Na skupu su stvorene osnove koncepta i trasiran je put za dalji razvoj vještačke inteligencije koja opisuje pojavu inteligencije koja je ostvarena na umjetni način, tj. putem programiranja računara. Na skupu su kao organizatori bili i C. Šanon, M. Minski i N. Ročester, a značajan doprinos su dali i T. More (Prinston), A. Samuel (IBM), R. Solomonof i O. Selfridž (MIT), kao i A. Nevil, H. Simon (Carnegie Tech, danas Carnegie Mellon University); pa se oni smatraju „očevima“ AI (uz „neizbježnog Alana Turinga).

Mnogi autori i stručnjaci iz ove oblasti se ne slažu s tim da termin umjetna inteligencija u potpunosti i najbolje opisuje ovu oblast nauke jer mnoge oblasti informatike u osnovi imaju inteligentno ponašanje, ali ne spadaju u oblast umjetne inteligencije tj. ne pripadaju toj oblasti u užem smislu.

Ovo se polje definiše kao "proučavanje i dizajn inteligentnih sredstava", gdje je inteligentno sredstvo (**agent**) sistem koji opaža svoje okruženje i poduzima akcije koje će maksimizirati njegove šanse za uspjeh.

Prvobitni AI sistemi su imali zadatak da komuniciraju jednostavnim rečenicama i upravljaju rudimentarnim robotima. Ograničena računarska snaga je učinila složenije zadatke nemogućim.

Osamdesetih sa porastom snage računara i njihovom masovnom i jeftinom primjenom pojavljuju se mnogi računari i aplikacije koji su mogli da donose odluke na osnovu unapred programiranog skupa problema.

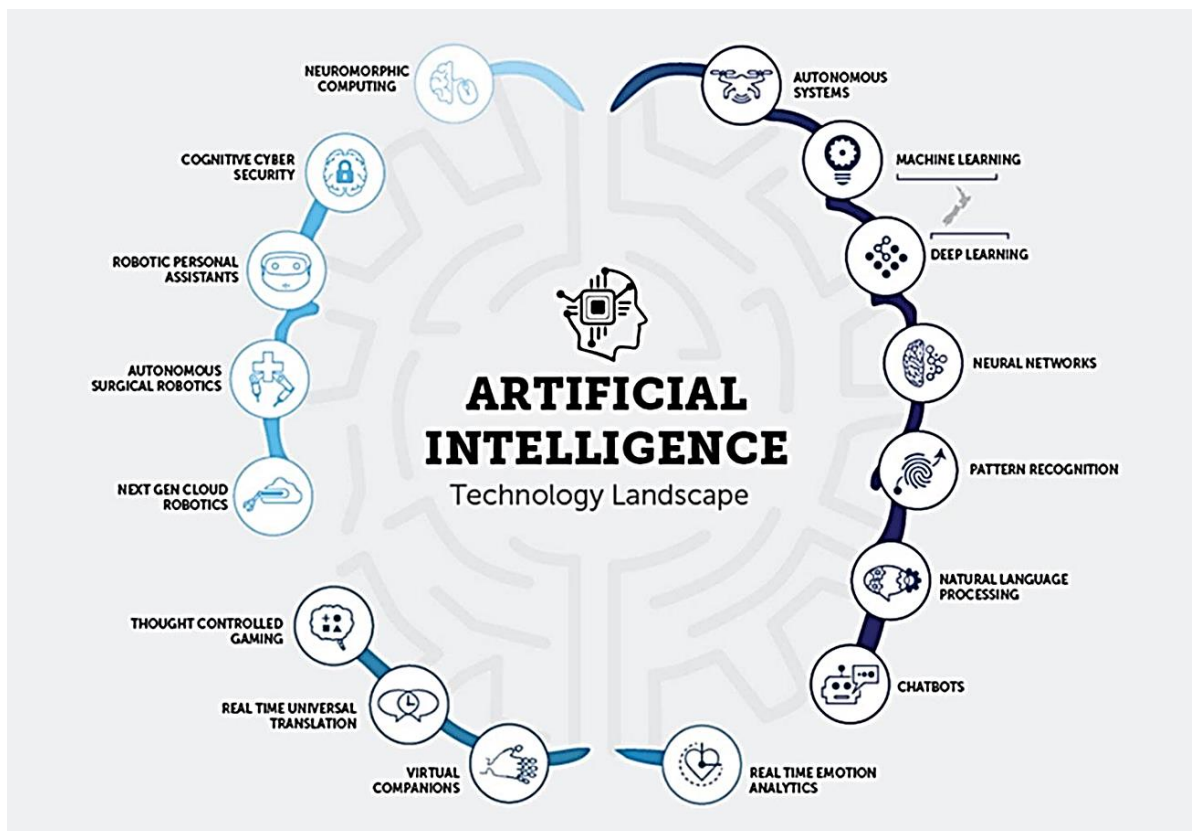
Zatim se pojavila nova klasa veštačke inteligencije koja je u sebe ugradila Mašinsko učenje (eng. **Machine Learning**), u kome kompjuteri uče i poboljšavaju iskustvo, a ne moraju biti posebno programirani za zadatak. 1997. godine, kao rezultat mašinskog učenja u AI pojavljuju se računari sposobni da pobjede čovjeka u igri šaha.

Početakom 2000-ih sa sve bržim računarima sposobnim za obavljanje složenih zadataka, AI je doživio novi zamah i postaje važan dio svakodnevnog života.



Danas je vještačka inteligencija pronašla bezgranične primjene. Istraživanje se fokusiraju na različite domene primjene, a autonomna vozila (Tesla) i bespilotne letelice (dronovi) su među najatraktivnijim.

Istraživanja su orijentisana na ekspertne sisteme, prevodilačke sisteme u ograničenim domenima, prepoznavanje ljudskog govora i pisanog teksta, automatske dokazivače teorema, kao i konstantnim interesovanjem za stvaranje generalno inteligentnih, autonomnih agenata.



Neke od oblasti primjene AI



Ciljevi i pravci razvoja AI



Cilj istraživanja vještačke inteligencije je razvijanje programa (softvera), koji će računarima omogućiti da se ponašaju na način koji bi se mogao okarakterisati inteligentnim.

Savremena istraživanja u vještačkoj inteligenciji su orijentisana na ekspertske i prevodilačke sisteme u ograničenim domenima, prepoznavanje prirodnog govora i pisanog teksta, automatske dokazivače teorema, kao i konstantno interesovanje za stvaranje generalno inteligentnih autonomnih agenata.

Glavni **pravci u razvoju** vještačke inteligencije

- proučavanje prirodne inteligencije (spoznavanje funkcija mozga, modeliranje rada mozga, simuliranje čovjekovog ponašanja, reagovanja i rezonovanja)
- postizanje inteligentnog ponašanja primjenom drugačijih pristupa, kakvi se ne mogu sresti u prirodnim sredinama.

U budućnosti će veliki dio naših života biti pod utjecajem AI tehnologije. Mašine mogu izvršavati zadatke koji se ponavljaju s potpunom preciznošću, a s nedavnim napretkom AI, mašine stiču sposobnost učenja, poboljšanja i donošenja proračunatih odluka na načine koji će im omogućiti da obavljaju zadatke za koje se ranije smatralo da se oslanjaju na ljudsko iskustvo, kreativnost i domišljatost.



Committed to connecting the world

عربي 中文 Español Français Русский



U organizaciji ITU (Međunarodne telekomunikacijska unija, specijalizirana agencija UN-a) održavaju se redovne godišnje konferencije gdje se trasiraju glavni ciljevi i pravci razvoja AI

Inovacija umjetne inteligencije biće ključna za postizanje ciljeva održivog razvoja Ujedinjenih naroda (SDG) tako što će kapitalizirati neviđene količine podataka koji se sada generiraju o ponašanju osjećaja, ljudskom zdravlju, trgovini, komunikacijama, migracijama i još mnogo toga.

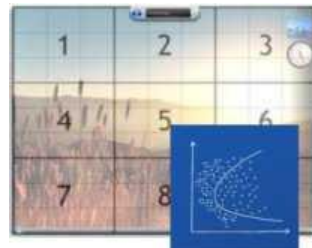
ITU razvija i nudi neutralnu platformu za vlade, industriju i akademsku zajednicu za izgradnju zajedničkog razumijevanja mogućnosti novih tehnologija AI kao i posljedičnih potreba za tehničkom standardizacijom i smjernicama za politike.



Klasifikacija AI prema vrsti rješavanja problema

1. sistemi za rješavanje čovjekovih uobičajenih zadataka:

- prepoznavanje slika i govora,
- razumijevanje, generisanje i prevođenje prirodnih jezika,
- snalaženje u svakodnevnim situacijama,
- primjena u robotici.



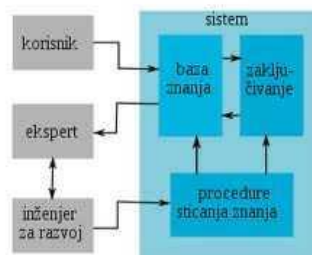
2. sistemi za rješavanje formalnih zadataka:

- logičke igre,
- matematička logika, geometrija, integralni račun,
- osobine programa



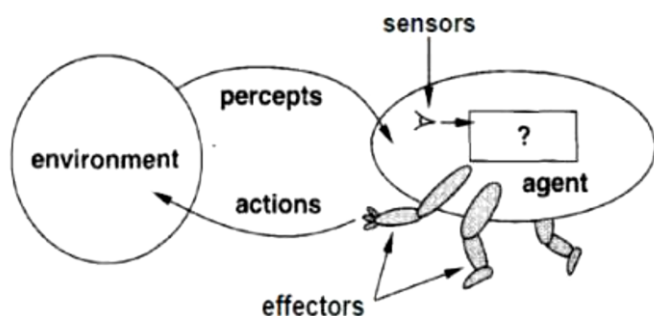
3. sistemi za rješavanje ekspertnih zadataka:

- konstruisanje, nalaženje grešaka, planiranje proizvodnje,
- naučne analize i dijagnostika (biologija, medicina, hemija, pravo),
- finansijska analiza,
- programi za razvoj ovakvih sistema



Šta je agent, a šta inteligentni agent?

Umjesto uobičajenog naziva inteligentni agent, ponekad se koristi i termin **razumni agent**. Koriste se i nazivi: **softverski agenti, vođiči, roboti znanja i softverski roboti**.



Agent je bilo šta što se može posmatrati da na neki način opaža svoju okolinu pomoću senzora i što na osnovu toga deluje na svoju okolinu preko efektora – aktuatora. *Ljudski – **humani agent** ima oči, uši, i druge organe kao senzore, i ruke, noge, usta i druge djelove*

tijela kao aktuatore.

Softverski agenti su programi koji obavljaju neki posao za svojeg vlasnika. Agenti funkcionišu bez direktne intervencije ljudi i imaju određenu kontrolu nad svojim akcijama i unutrašnjim stanjem.

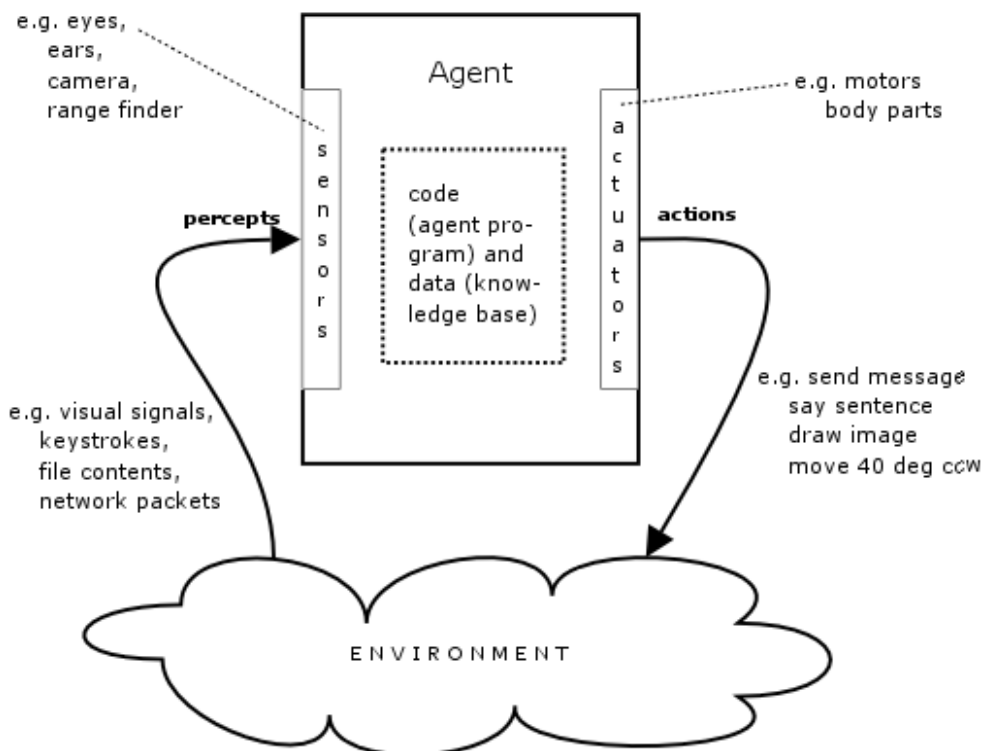
Takvo "postupanje u ime" podrazumijeva ovlaštenje da odluči koja je, ako postoji, akcija odgovarajuća. Agenti mogu biti utjelovljeni, kao kada je izvršenje upareno s tijelom robota, ili kao softver kao što je **chatbot** koji se izvršava na telefonu (npr. Siri, na slici dole) ili drugom računarskom uređaju.



Softverski agenti mogu biti autonomni ili raditi zajedno s drugim agentima ili ljudima. Softverski agenti koji stupaju u interakciju s ljudima (npr. chatbotovi, okruženja interakcije čovjeka i robota) mogu posjedovati kvalitete poput ljudi kao



što su razumijevanje prirodnog jezika i govor, ličnost ili utjelovljenje humanoidnog oblika.



Blok šema koja ilustruje osnovnu građu softverskog agenta

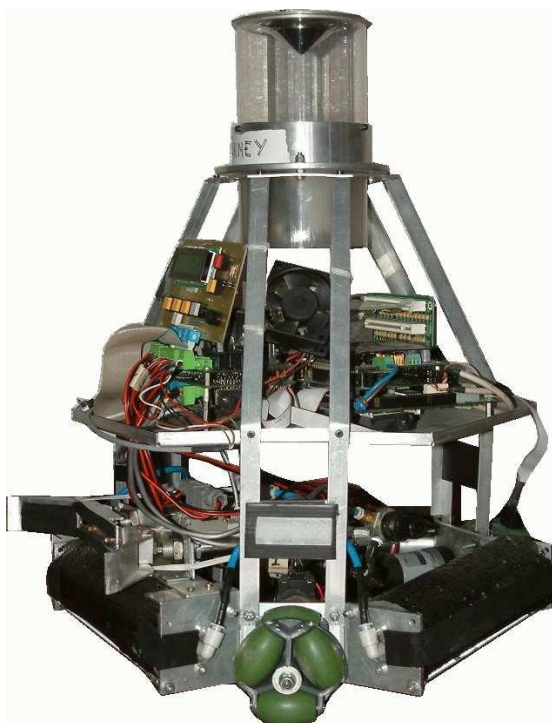
Agent robot može da ima kamere, IC uređaje, mikrofone kao senzore i razne motore kao aktuatora. Agent robot koristi A/D konvertore da radi sa digitalnim vrijednostima i D/A konvertore da pretvori dobijene bitove preko motora u neku akciju.

Definicija idealnog razumnog agenta:

Za svaki mogući niz opaženih sekvenci, idealni inteligentni agent treba da uradi sve što god može da bi maksimizovao i optimizovao svoje mogućnosti tj svoj *performance measure* na osnovu podataka iz opažene sekvence i na osnovu ugrađenog znanja kojim agent raspolaže.

“Idealni” inteligentni agent je nemoguć! Zato se postavljaju neki manje strogi zahtjevi za razumno – racionalno ponašanje.





Kriterijum uspjehnosti djelovanja – ponašanja **agenta** se može nazvati *performance measure* ili **mjera performansi**.

Kvantitativna mjera kriterijuma uspjehnosti zavisi od cilja i okruženja gdje agent djeluje i nije univerzalno definisana. (*Normalno, da nije isto ako je svrha agenta da nadzire saobraćaj, ili ako mu je namjena da vrši predikaciju događaja na berzi; posljedice su različite, pa su i mjere različite.*)



Primjer trivijalnog agenta

Običan sat ili časovnik, može da se posmatra kao običan neživi objekat, ili kao jednostavan agent. Kao agent, sat uglavnom radi ono što i treba – pravilno pokazuje vrijeme.



Kao takav, sat može da se posmatra **kao degenerisani agent čija je lista opažaja uvek prazna**, tako da ma šta da se desi u spoljašnjem svijetu, to nema uticaja na ponašanje časovnika.

Pri prenosu u drugu vremensku zonu, sat se mora podesiti – nema opažanja prelaska u drugu vremensku zonu.

Osnovne karakteristike AI agenta

Šta bi agent trebalo da radi?

Razumni agent bi trebalo da se razumno ponaša.

Šta to tačno znači?

Može se reći da je razumna akcija – ponašanje baš ono, koje će dovesti do uspjeha – ostvarivanja cilja. Potrebno je definisati kako se ocjenjuje – evaluira ponašanje agenta - da li je uspješno i da li vodi ka postavljenom cilju.

Osnovne karakteristike agenata:

1. djeluju autonomno
2. olakšavaju pristup, korišćenje i komunikaciju sa ljudima, mašinama ili programima (olakšava interfejs)
3. izvode zadatke koji se ponavljaju
4. komuniciraju s drugim agentima

Autonomija je svojstvo koje razlikuje agente od standardnog softvera (aplikacije). Autonomija znači:

- da agenti rade bez direktne intervencije
- agenti su pokretani događajima
- agenti su proaktivni





Racionalno ponašanje agenta u prvom redu zavisi od:

- Odabrane mjere performansi – **performance measure**, koja definiše nivo uspješnosti.
- Od svega što agent u toku vremena do nekog trenutka opazi, što predstavlja njegovu kompletnu – ukupnu istoriju opažanja ili sekvencu opažaja - **percept sequence**.
- Od znanja agenta o svojoj okolini.
- Od postupaka – akcija koje agent može da izvede.

Agents	Environments
Robot	Room
Chatbot	Chatting
Vehicle	Road
Program	Data & Rules
Machine	Working Field



Okruženje inteligentnog agenta

Agenti su jednostavno računarski sistemi koji su sposobni samostalno djelovati u nekom okruženju kako bi ispunili svoje ciljeve.

Tipično, agent osjeti svoje okruženje (fizičkim ili softverskim sensorima) i ima na raspolaganju akcije koje će izvršiti i mijenjati svoje okruženje, i može se dogoditi nedeterministički odgovori na izvršenje tih akcija.

Examples of Environments

Environment	Observable	Deterministic	Episodic	Static	Discrete	Agents?
Crossword puzzle	Fully	Deterministic	Sequential	Static	Discrete	Single
Chess w/clock	Fully ?	Strategic	Sequential	Semi	Discrete	Multi
Poker	Partially	Strategic	Sequential	Static	Discrete	Multi
Backgammon	Fully	Stochastic	Sequential	Static	Discrete	Multi
Taxi driving	Partially	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous	Multi
Medical Diag.	Partially	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous	Single
Image analysis	Fully	Deterministic	Episodic	Semi	Continuous	Single
Part-picking	Partially	Stochastic	Episodic	Dynamic	Continuous	Single
Refinery controller	Partially	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous	Single
English tutor	Partially	Stochastic	Sequential	Dynamic	Discrete	Multi

Okruženja se razlikuju po svojim svojstvima. 1995. Russell i Norvig predlažu sljedeću klasifikaciju okruženja inteligentnog agenta:

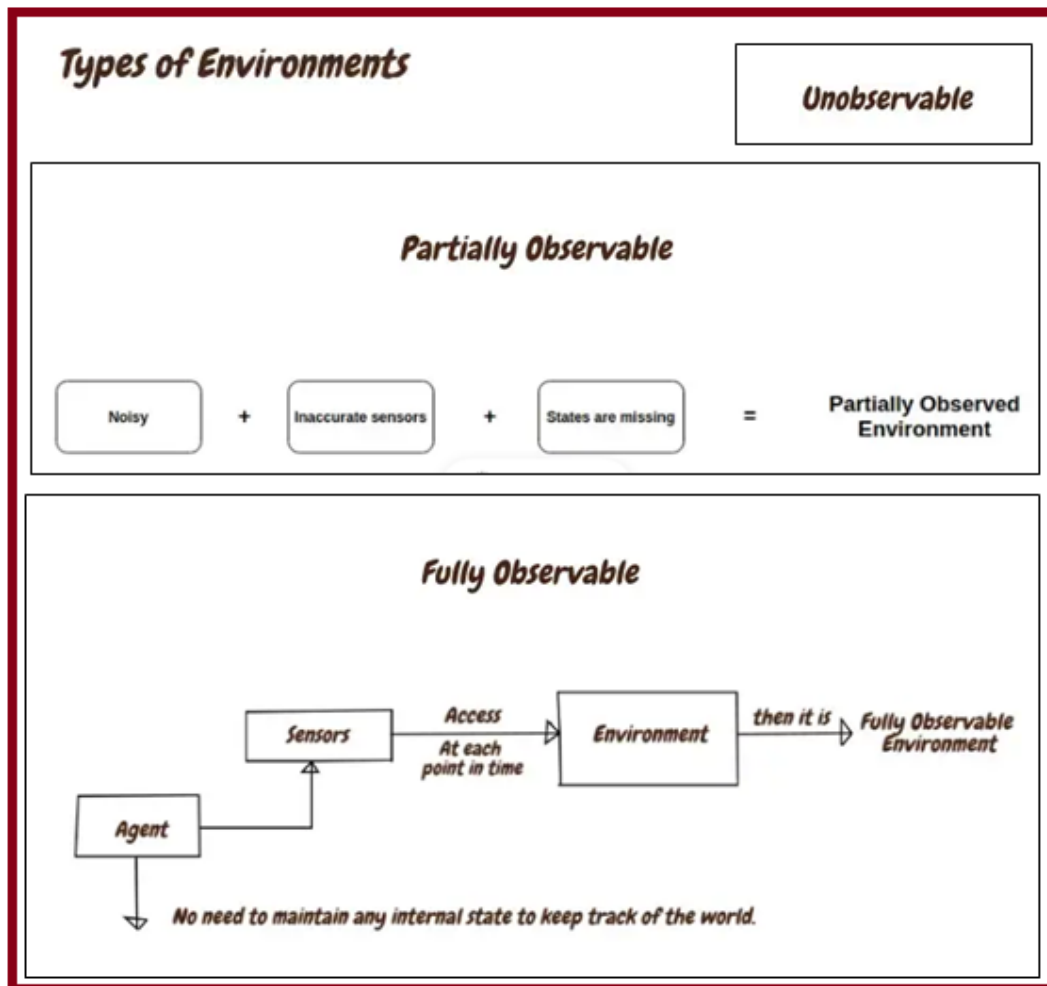
- **Pristupačno prema nepristupačnom.** Pristupačno okruženje je ono u kojem agent može primiti potpune, tačne i ažurirane informacije o stanju okoline. Većina okruženja u stvarnom svijetu nisu pristupačna u ovakvom smislu.
- **Determinističko prema nedeterminističkom.** Determinističko okruženje je ono u kojem svaka akcija ima jedan garantovani efekat. Nema neizvjesnosti o stanju koja će rezultovati iz izvođenja akcija.
- **Statičko prema dinamičkom.** Statičko okruženje je ono za koje se pretpostavlja da ostaje nepromijenjeno, osim izvršavanjem radnji od strane agenata. Dinamičko



okruženje, je ono na koje djeluju i drugi procesi i koje se mijenja i izvan kontrole agenata. *Fizički svijet i Internet predstavljaju jako dinamičko okruženje.*

- **Epizodno naprama ne-epizodnom.** Epizodno okruženje je ono okruženje u kojem postoji fiksni i konačni broj radnji i percepcija.

Najsloženija okruženja su ona koja su nepristupačna, nedeterministička, dinamička i epizodna. Okruženja koja imaju takva svojstva nazivaju se **otvorenim okruženjima**.



Struktura i model inteligentnog agenta

Svaki agentski program koji provodi funkciju agenta (mapiranje od percepcije do akcije) izvodi se na nekoj vrsti arhitekture računarskog uređaja s fizičkim sensorima i perceptima. Agentu predstavlja arhitektura i program.

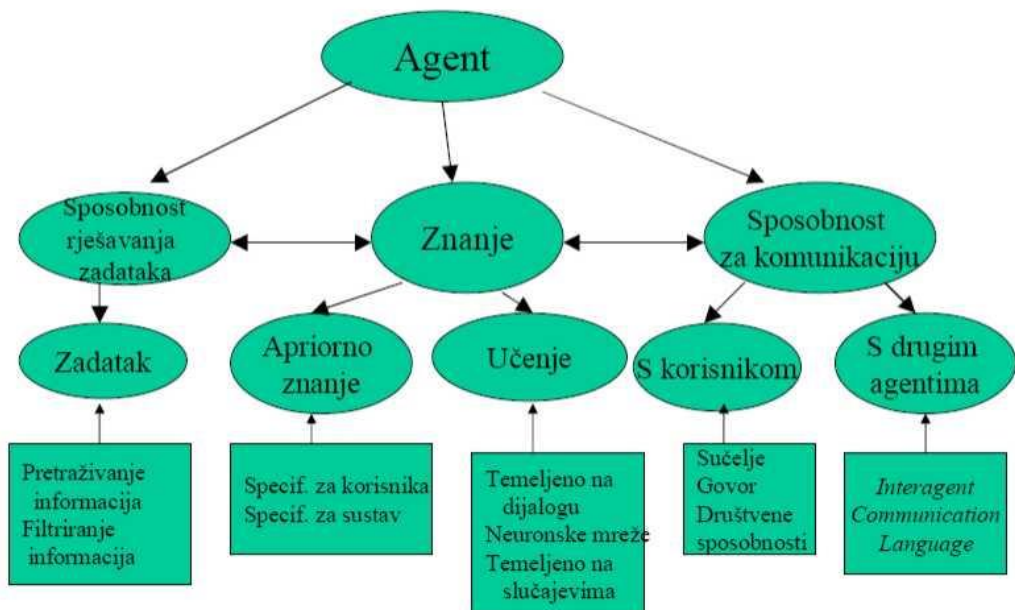
$$\text{agent} = \text{arhitektura} + \text{program}$$

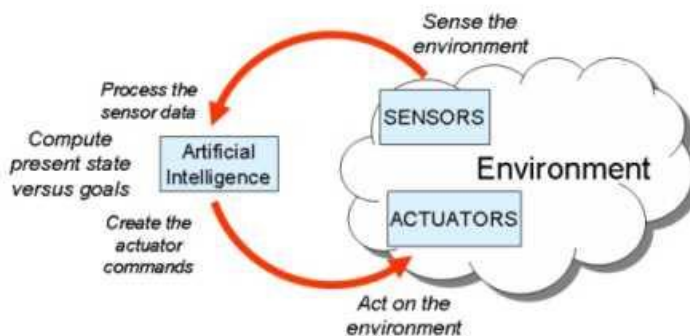
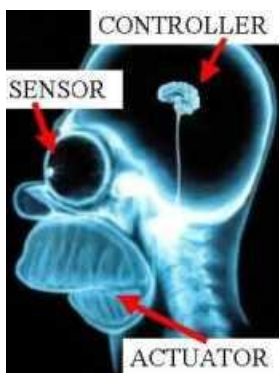
Struktura inteligentnog agenta

Jednostavi agent može biti matematički definisan kao funkcija agenta koji mapira svaku moguću sekvencu percepcije prema mogućoj akciji koju agent može izvršiti ili prema koeficijentu, povratnoj vezi, funkciji ili konstanti koja utječe na eventualnu akciju:

Funkcija agenta je apstraktni koncept koji uključuje različite principe donošenja odluka kao što je izračun individualnih mogućnosti, dedukcije iznad logičkih pravila i slično.

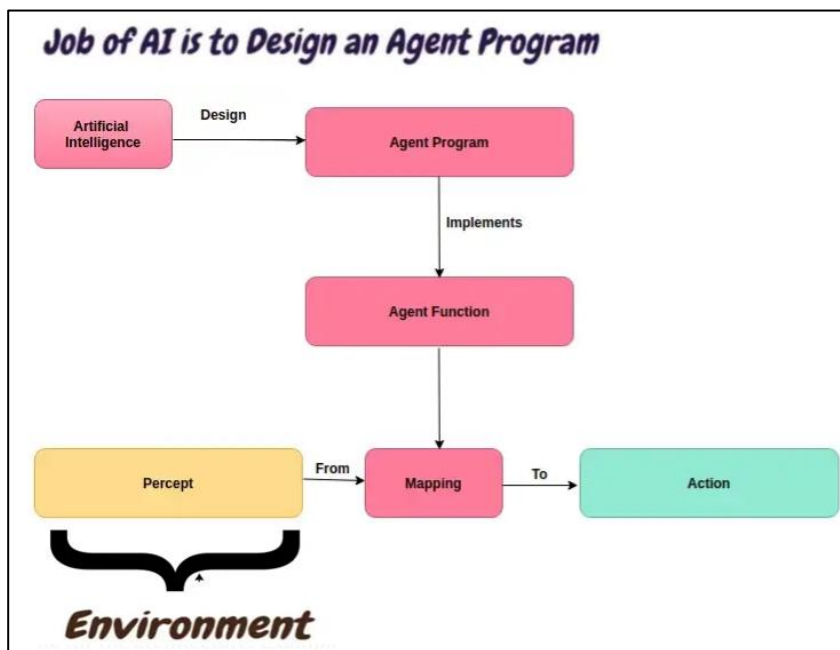
Moguća je različita implementacije i realizacija AI agenata. Na slici je predstavljen standardni model koji prikazuje inteligentnog agenta.





Idealno preslikavanje opaženih sekvenci u akcije - MAPIRANJE

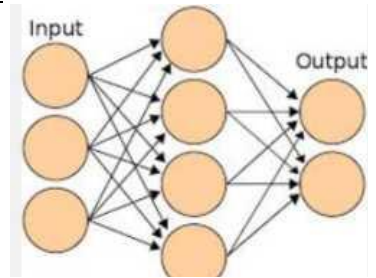
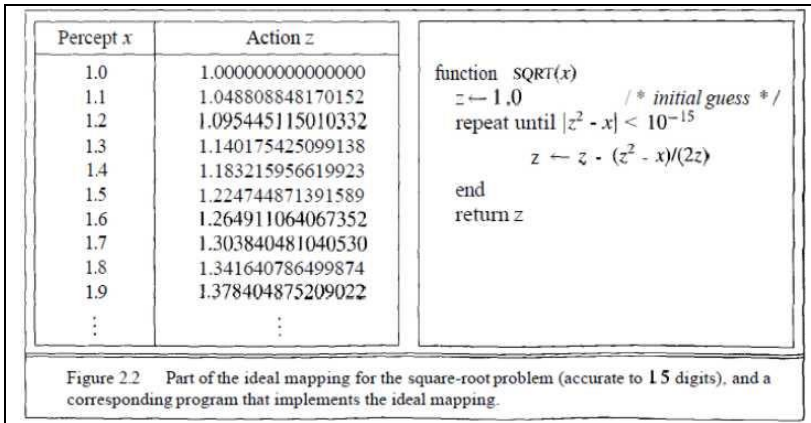
Svaki agent se može opisati kreiranjem tabele akcija koje agent izvršava kao odgovor na svaku moguću opaženu sekvencu.



Za većinu agenata, to bi bila veoma dugačka lista – beskonačna, ukoliko se ne ograniči na neki način. Takva lista se zove – predstavlja preslikavanje opaženih sekvenci u akcije.

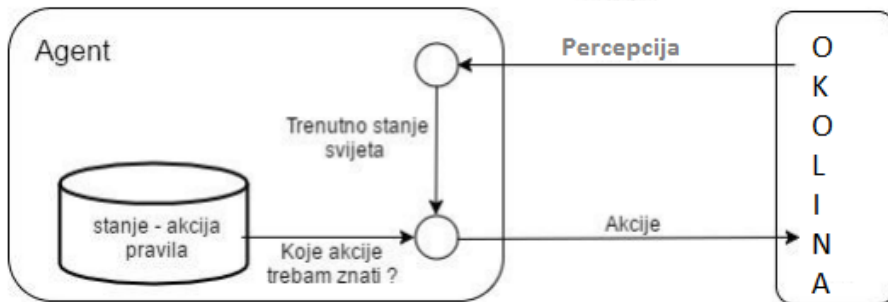


Ako **preslikavanja – mapiranje** opisuje agenta, onda idealno preslikavanje opisuje idealnog agenta. **Određivanje – specifikacija, koju akciju agent treba da preduzme kao odgovor na bilo koju opaženu sekvencu, predstavlja dizajniranje idealnog agenta.**



Jednostavan (prost) reflektivni agent

Najjednostavnija vrsta agenta, svoje akcije temelji na trenutnoj percepciji, ignorirajući ostatak perceptivne istorije: djeluju samo na osnovu trenutnog stanja.



Ponašanje jednostavnog reaktivnog agenta je zasnovani na pravilu uslov -> akcija te se jednostavno opisuje funkcijom:

$$Ag: E \rightarrow Ac$$

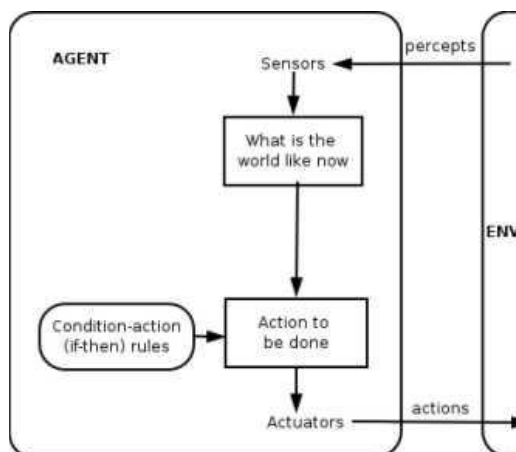
gdje E predstavlja okruženje-okolinu (*Environment*), a Ac predstavlja akciju (*Action*).

Takve veze se nazivaju **condition-action rule – pravilo uslov akcija**. Ova vrsta veze gdje je samo jedna mogućnost djelovanja nakon ispunjenja uslova.

Ljudi takođe poseduju mnoge slične veze – reflekse. Neki su stečeni-naučeni odgovori, kao što je slučaj sa vožnjom, dok se drugi urođeni kao što je to slučaj sa treptanjem – kada se nešto primiče oku.



Jednostavno pravilo tipa **condition-action** omogućava da agent ostvari neophodnu vezu opažaja i akcije.



```
function SIMPLE-REFLEX-AGENT(percept) return  
static: rules, a set of condition-action rules  
  
state ← INTERPRET-INPUT(percept)  
rule ← RULE-MATCH(state, rules)  
action ← RULE-ACTION[rule]  
return action
```

Mogućnost konstruisanja eksplicitne iscrpne tabele za pretraživanje u realnim slučajevima jednostavno ne dolazi u obzir.

Primjer: Snimci sa jedne kamere frekvencije 25 slika u sec sa 1000 x 1000 pixels, 8 bita boje i 8 bita za intenzitet, što je oko 50M po slici ili za sat vremena $2^{60 \times 60 \times 50M}$ što je neprihvatljiva količina informacija. Moguće je da se takva tabela značajno sažme – redukuje uočavanjem određenih ulazno/izlaznih veza koje se često ponavljaju.

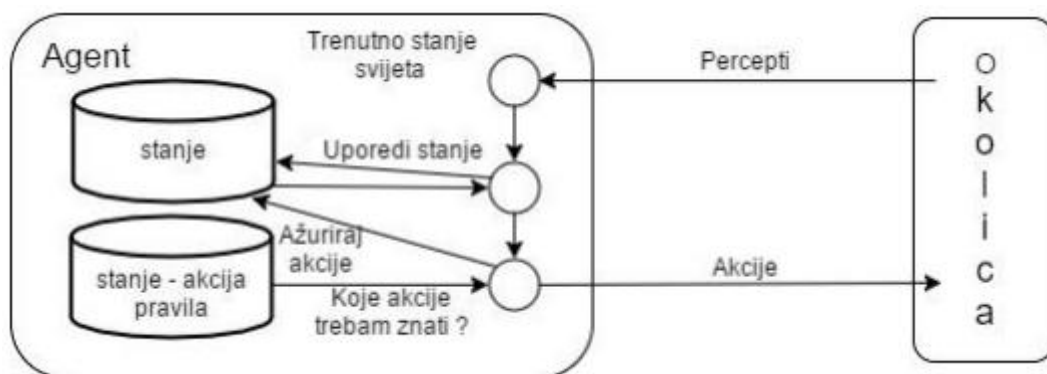
Funkcija agenta je bazirana na pravilu stanje-akcija: ako se zadovoljava stanje (uslov), tada slijedi akcija. Ovakva funkcija agenta uspijeva samo kada je okolina u potpunosti primjetljiva.



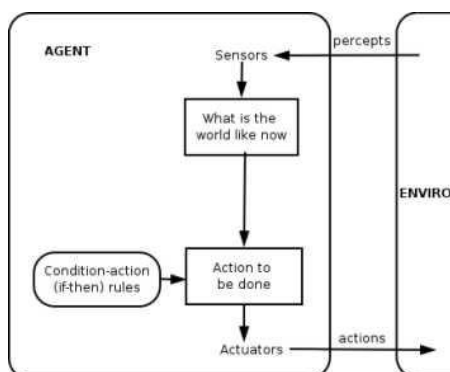
Refleksivni agenti zasnovani na modelu

Agenti zasnovani na modelu se mogu nositi sa djelomično promjenjivom okolinom. Njegovo trenutno stanje je zapamćeno - pohranjeno unutar agenta održavajući neku vrstu strukture koja opisuje dio svijeta koji ne može biti viđen.

Agenti zasnovani na modelu su poznati i kao **agenti sa stanjem** i opremljeni su nekom vrstom interne strukture podataka. Znajuju kako se okolina mijenja i kako agent djeluje na nju. To znanje o "kako svijet radi" je nazvano model svijeta, odatle i naziv "**agent zasnovan na modelu**": **Agents that keep track of the world.**



Refleksivni agent zasnovan na modelu treba održavati neku vrstu internog modela koji zavisi o istoriji percepcije te odražavati barem dio neprimjetnog aspekta trenutnog stanja. Tada bira akciju na isti način kao i jednostavni refleksivni agent.



```

function REFLEX-AGENT-WITH-STATE(percept) returns action
  static: state, a description of the current world state
           rules, a set of condition-action rules

  state ← UPDATE-STATE(state, percept)
  rule ← RULE-MATCH(state, rules)
  action ← RULE-ACTION[rule]
  state ← UPDATE-STATE(state, action)
  return action
    
```

Pseudokod koji opisuje realizaciju agenta zasnovanog na modelu

Moguće je koristiti isti dijagram kao kod jednostavnog refleksnog agenta, ali se vrši ažuriranje na osnovu promjena u okolini.



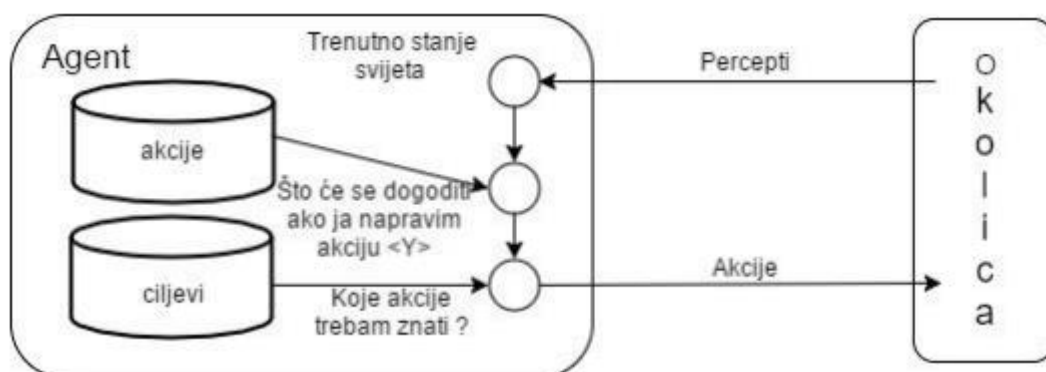
Ažuriranje informacije o internom predstavljanju stanja okoline sa vremenom zahtjeva dvije vrste znanja koje treba predstaviti u programu inteligentnog agenta:

1. znanje o tome kako se okolina menja sa vremenom – evoluiru, nezavisno od samog agenta.
2. znanje o tome kako akcije agenta utiču na funkciju **UPDATE-STATE** kojom se kreira unutrašnji opis stanja.

Osim interpretiranja novog opažaja u svjetlu postojećeg znanja o stanju, informacije o spoljašnjem svijetu se koriste i za praćenje “nevidljivog” stanja okoline koja se ne vidi direktno iz podataka senzora. Važno je i poznavanje uticaja akcija agenta na stanje spoljašnje okoline.

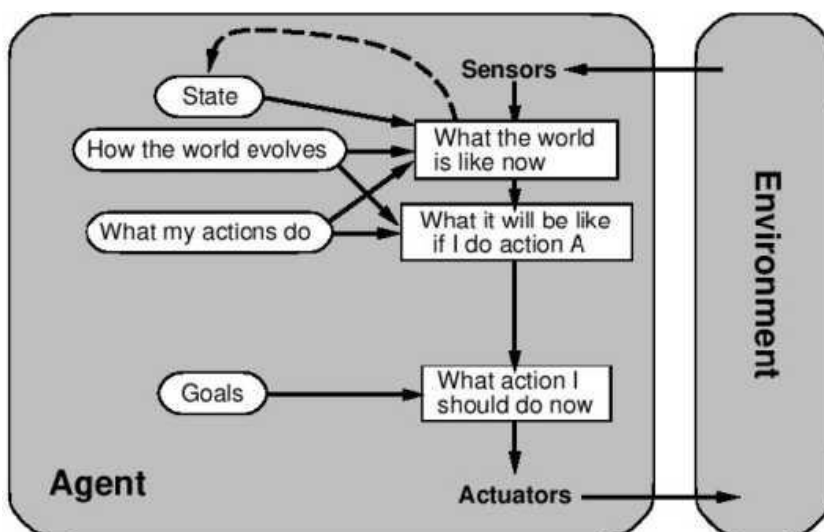
Agent zasnovan na cilju -Goal-based agents-

Agenti zasnovani na cilju proširuju mogućnosti agenata zasnovanih na modelu, korištenjem informacije o cilju. Informacija o cilju opisuje situaciju koja je poželjna.



To omogućuje agentu način odabira među višestrukih mogućnosti, odabirući onu koja ispunjava ciljno stanje.





Poznavanje tekućeg stanja okoline nije uvijek dovoljno za donošenje odluke o tome kako inteligentni agent treba da deluje. Agentu je potrebna neka vrsta informacije o cilju i koja opisuje situacije koje su povoljne i poželjne.

Program agenta može da kombinuje informacije o cilju sa informacijama o rezultatu mogućih akcija (iste informacije koje se koriste za ažuriranje unutrašnjeg stanja refleksnog agenta) da bi se odabrale akcije za postizanje cilja.

Nekada to može biti sasvim jednostavno kada ostvarivanje cilja slijedi iz samo jedne akcije, dok u drugim slučajevima može biti složenije, kada agent treba da razmotri dugačke sekvence akcija i razne moguće obrte da bi našao način za ostvarivanje postavljenog cilja.

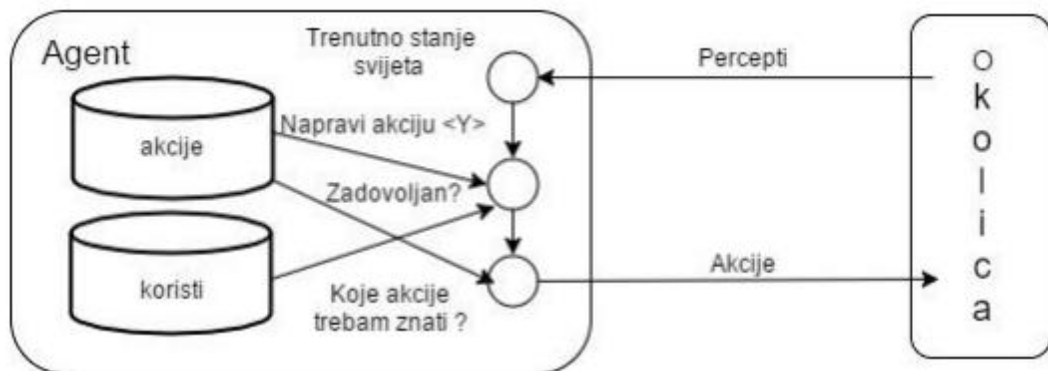
Pretraživanje i planiranje su posebne oblasti AI posvećene pronalaženju sekvenci akcija koje postižu – ostvaruju postavljene ciljeve/cilj agenta.



Agenti zasnovani na korisnosti

-Utility-based agents-

Agenti zasnovani na cilju samo znaju razliku između ciljnog stanja i ne-ciljnog stanja. Moguće je definisati mjeru kojom se mjeri poželjnost određenog stanja. Ta mjera se može dobiti korišćenjem funkcije korisnosti. Opšte performanse mjere omogućuju poređenje različitih stanja svijetova prema načinu da se mjeri zadovoljstvo-*usrećenost* agenta. Zapravo, pojam "korisnost" opisuje koliko je "sretan" agent. Racionalan agent baziran na korisnosti bira akciju koja maksimizira očekivanu korisnost ishoda akcije.



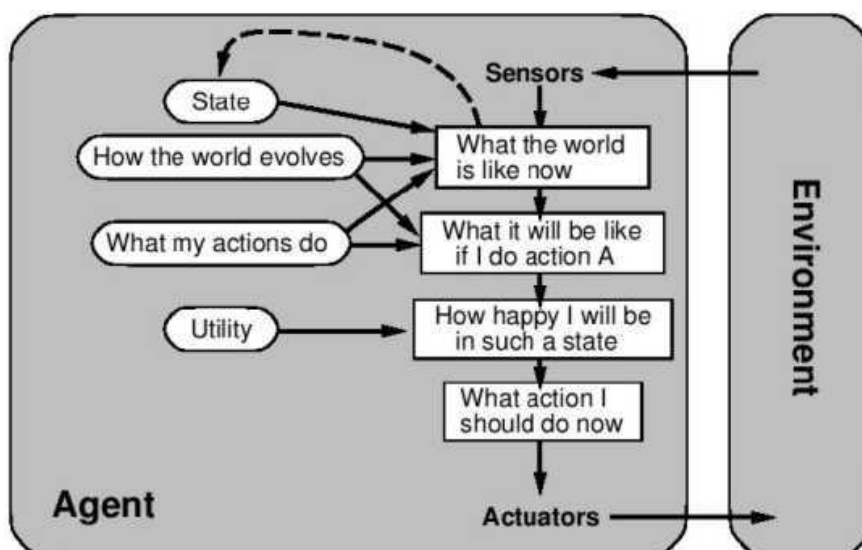
Ciljevi sami za sebe nisu dovoljni za generisanje odgovarajućeg efikasnog ponašanja agenta. Može da postoji više različitih nizova akcija koje postižu isti cilj, ali neki su brži, sigurniji, pouzdaniji, ili jeftiniji nego ostali.

Poznavanje ciljeva omogućava samo grubo razlikovanje između više i manje odgovarajućih stanja sa aspekta cilja, dok je za opštiju performance measure potrebno obezbediti **poređenje različitih stanja** spoljašnje sredine ili sekvenci stanja prema tome kako doprinose ostvarivanju postavljenog cilja agenta ukoliko su mogući.

Bolji izraz je da se izbor vrši prema prioritetu stanja sa aspekta korisnosti za cilj koji agent treba da postigne.

Korisnost je funkcija koja vrši mapiranje – preslikavanje stanja u realan broj koji opisuje pridružen stepen korisnosti.





Potpuna specifikacija funkcije korisnosti omogućava racionalne odluke u dve vrste slučajeva koje ciljevi ne omogućavaju.

U slučaju konfliktnih (suprotstavljenih) ciljeva od kojih se samo neki mogu postići (na primer brzina i sigurnost), funkcija korisnosti određuje odgovarajući kompromis.

Kada postoji više ciljeva, koje agent može da ostvari, od kojih se nijedan ne može ostvariti sa sigurnošću, korisnost omogućava način za merenje izgleda na uspeh – ostvarivanje cilja naspram važnosti cilja

Bilo koji razumni agent se može opisati funkcijom korisnosti.

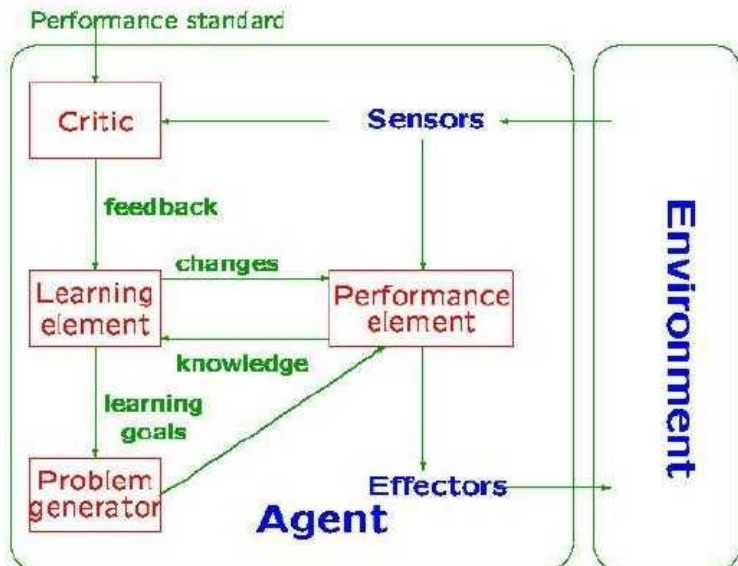
Agent koji poseduje eksplicitnu funkciju korisnosti, može da donosi razumne odluke, ali mora i da poredi korisnosti ostvarene različitim akcijama i postupcima. Odlučivanje na osnovu ciljeva iako grublje, omogućava agentu da odabere odgovarajuću akciju ukoliko zadovoljava cilj. U nekim slučajevima, funkcija korisnosti se može prevesti u skup ciljeva, tako da se odluke donesene na osnovu ciljeva podudaraju sa odlukama donesenim na osnovu korisnosti.



Učeći agenti -Learning Agents-

Učenje ima prednost koja omogućuje agentu da inicijalno "radi" u nepoznatoj okolini te da postane kompetentan naspram njegovom inicijalno znanju.

Najvažnije je znati razliku između "elementa učenja", koji je odgovoran za poboljšanje, i "elementa performanse" koji je odgovoran za izbor eksternih akcija.



Postoji i komponenta učećeg agenta koja se naziva "generator problema". Ona je odgovorna za predlaganje akcija koje će voditi prema novim i informativnim iskustvima.

