

Modelovanje i simulacija procesa deformisanja

Nastavnik:

V. prof. dr Mladomir Milutinović

Asistent:

Doc. dr Dejan Movrin



HEURISTIKA, VEŠTAČKA INTELIGENCIJA I INTELIGENTNI SISTEMI

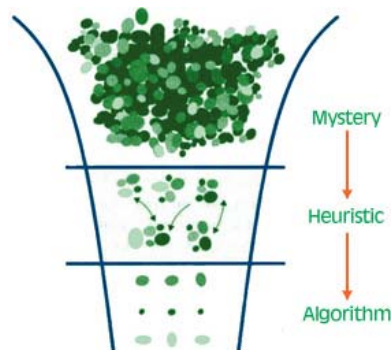




HEURISTIKA, VEŠTAČKA INTELIGENCIJA I INTELIGENTNI SISTEMI

Heuristika se definiše kao nauka o metodama i principima pronalaženja novog

- Heuristika obuhvata metode i tehnike rešavanja problema, učenja i otkrivanja koji su bazirani na iskustvu.
- Cilj heuristike je da se brzo dođe do rešenja koje je dovoljno dobro za problem koji se rešava. To rešenje ne mora biti nužno najbolje, ili čak može biti samo aproksimacija tačnog rešenja. I pored toga takvo rešenje je vredno zato što za njegovo nalaženje nije potrošeno preterano mnogo vremena. Primeri toga obuhvataju korišćenje raznih uopštenih pravila, informisanog nagađanja, intuicije i zdravog razuma.
- U informatici, veštačkoj inteligenciji, i matematičkoj optimizaciji, **heuristika** se koristi za dobijanje bržeg rešenja od klasičnih metoda, ili nalaženja približnog rešenja kada klasični metodi ne mogu da nađu tačno rešenje. Kod heuristika se menja **optimalnost, kompletnost, tačnost, i / ili preciznost** za brzinu.





HEURISTIKA

Kriterijum kompromisa se koristi da bi odlučilo za ili protiv korišćenja heuristike za dati problem i on uključuje sledeće:

- *Optimalnost*: Kad postoji više rešenja za dati problem, da li heuristika garantuje nalaženje najboljeg rešenja? Da li nam najbolje rešenje uopšte treba?
- *Kompletnost*: Kad postoji više rešenja za dati problem, da li heuristika nalazi sva rešenja? Da li nam uopšte trebaju sva rešenja? Mnoge heuristike nalaze samo jedno rešenje.
- *Preciznost i tačnost*: Može li heuristika da pruži interval poverenja za navodno rešenje? Da li je u rešenju greška suviše velika?
- *Vreme izvršavanja*: Da li je ovo najbolja heuristika za ovaj tip problema? Neke heuristike konvergiraju brže od ostalih dok neke samo su marginalno brže od klasičnih metoda.

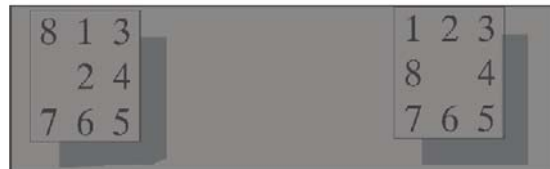


HEURISTIČKE METODE I METODE VEŠTAČKE INTELIGENCIJE

- Heurističke metode i metode veštačke inteligencije su naročito pogodne za rešavanje **"mutnih" problema**, koji se ne mogu dobro matematički formulisati.
- Druga važna klasa problema za koje se intenzivno primenjuju metode veštačke inteligencije su problemi opterećeni **tzv. "kombinatoričkom eksplozijom"**. To su problemi za koje je poznat egzaktni matematički algoritam, ponekad je čak i jednostavan, ali bi njegova primena kad je broj nepoznanica velik, zahtevala neostvarivo mnogo vremena.
- Metodama veštačke inteligencije nastoji se izbeći pretraživanja za koja se približnim rezonovanjem može zaključiti da verovatno ne sadrže optimum. Tako se dobivaju rešenja u prihvatljivom vremenu, ali se ne može dokazati da su "apsolutno" najbolja. Samo se može tvrditi da su tako dobivena rešenja s vrlo velikom verovatnošću mnogo bolja od rešenja koja bismo mogli postići bez primene tih metoda.

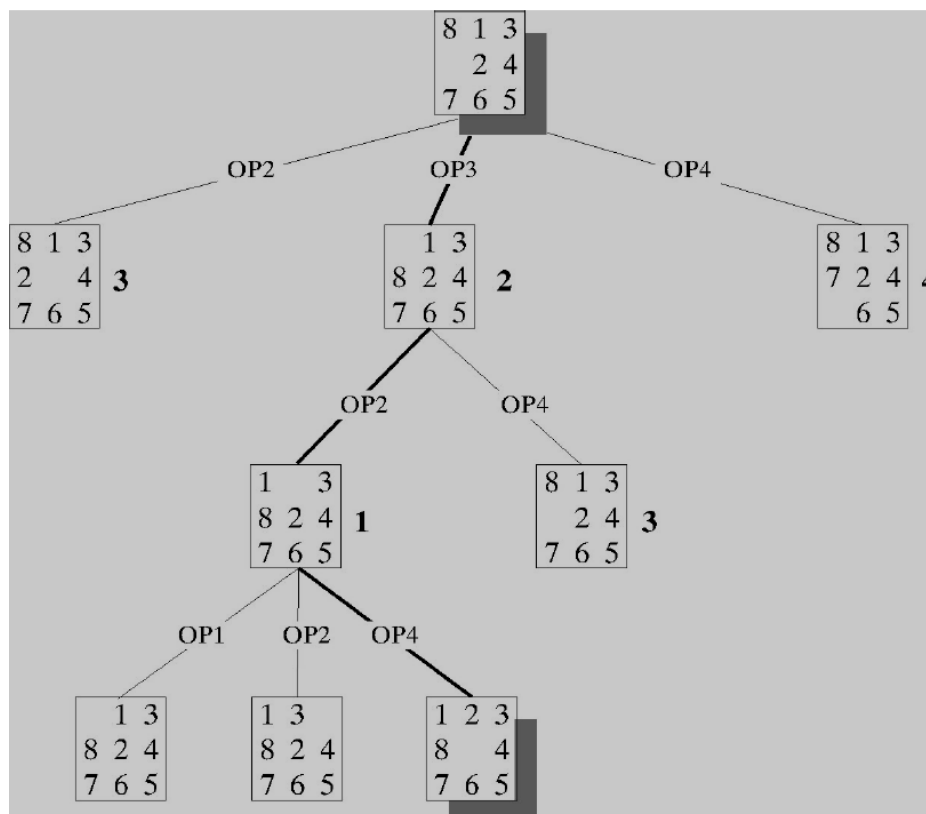
Heurističke metode i metode veštačke inteligencije

- Ekspertni sistemi
- Monte Carlo
- Genetski algoritam
- Evoluciono programiranje
- Neuronske mreže
- Fuzzy logic
- Simulirano kaljenje
- Tabu algoritam i dr.



Početno stanje

Završno stanje



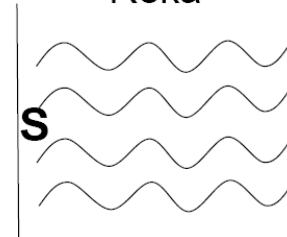
Leva obala

Reka

Desna obala

M M M

K K



■ Početno stanje

M M M K K S	
-------------	--

■ Ciljno stanje

	S K K M M M
--	-------------

Ograničenja:

- Na jednoj obali u svakom trenutku mora biti više misionara nego kanibala.
- Splav prevozi najviše dve osobe.

■ Dozvoljeni potezi

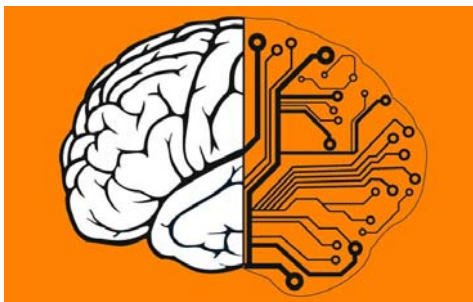
K →	← K
KK →	← K
MK →	← MK
MM →	← MM
M →	← M



VEŠTAČKA INTELIGENCIJA

Bilo koji problem za koji ne postoji efikasno algoritamsko rešenje je problem veštačke inteligencije

- “Veštačka inteligencija (Artificial Intelligence, AI) je deo nauke o kompjuterima koji se bavi dizajniranjem inteligentnih kompjuterskih sistema, tj. sistema koji poseduju karakteristike koje asociraju na ponašanje ljudi, kao što su razumevanje jezika, učenje, zaključivanje, rešavanje problema i sl.” (Barr&Feigenbaum, 1981.)
- The exciting new effort to make computers thinks ...machine with minds, in the full and literal sense.” (Haugeland, 1985)
- “Pronalaženje tehnika koje bi nam omogućile da programiramo mašine tako da one simuliraju ili proširuju naše mentalne sposobnosti.” (Jackson, 1999.)
- ❖ Program koji će vršiti komplikovane statističke proračune (NE)
- ❖ Program koji će dizajnirati eksperimente za testiranje hipoteza (DA)





VEŠTAČKA INTELIGENCIJA

Veštačka inteligencija se može smatrati eksperimentalnom naukom u kojoj se eksperimenti vrše na računaru u okviru modela koji su izraženi programima i čijim se testiranjem i dorađivanjem postižu neki modeli ljudske inteligencije - ne postoji realno očekivanje niti cilj da VI zameni ljudsku inteligenciju (osim u nekim specifičnim oblastima ljudske delatnosti)

Osnovne dve osobine oblasti kojima se bavi VI:

- obrada simboličkih podataka (nasuprot tradicionalnoj numeričkoj obradi kao primeni računara)
- uvek uključuju nekakav element izbora: nedeterminizam kojim se kaže da ne postoji algoritam na osnovu koga bi izabrali neku opciju u skupu mogućih za datu situaciju

Glavne potencijalne prednosti AI se sastoje u tome da:

- znatno povećava brzinu i doslednost pojedinih postupaka u rešavanju problema;
- pomaže u rešavanju problema koji ne mogu biti rešeni ili su komplikovani za rešavanje konvencionalnom obradom na računaru;
- pomaže pri rešavanju problema sa nekompletnim ili nejasnim podacima;
- pomaže u regulisanju informacionog preopterećenja rezimiranjem i interpretiranjem
- informacija i u pretraživanju velike količine podataka;
- znatno povećava produktivnost pri obavljanju mnogih poslova;
- čini vrlo jednostavnom upotrebu nekih računarskih aplikacija.



MOGUĆNOSTI	PRIRODNA INTELIGENCIJA	VEŠTAČKA INTELIGENCIJA
Čuvanje znanja	Nepostojano sa organizacionog stanovišta	Postojano
Umnožavanje i širenje znanja	Komplikovano, skupo, angažuje vreme	Lako, brzo, jeftino, pošto se znanje jednom unese u računar
Ukupno koštanje znanja	Vrlo visoko	Može biti vrlo nisko
Konzistentnost inteligencije	Može biti sklona greškama, nekonzistentna. Povremeno nekompletna	Konzistentna i temeljna
Dokumentovanje procesa i znanja	Komplikovano, skupo	Prilično lako, jeftino
Kreativnost	Može biti vrlo visoka	Niska, nadahnuta
Upotreba senzorskih iskustava	Direktna i bogata mogućnostima	Mora najpre biti interpretirana; ograničena
Prepoznavanje obrasca i odnosa	Brzo, lako se objašnjava	Ljudi još uvek bolje uče nego što se mogu obučiti mašine, mada ponekad mašine prevaziđu čoveka
Zaključivanje	Koristi širok kontekst iskustva	Dobro samo u uskim, fokusiranim i stabilnim domenima



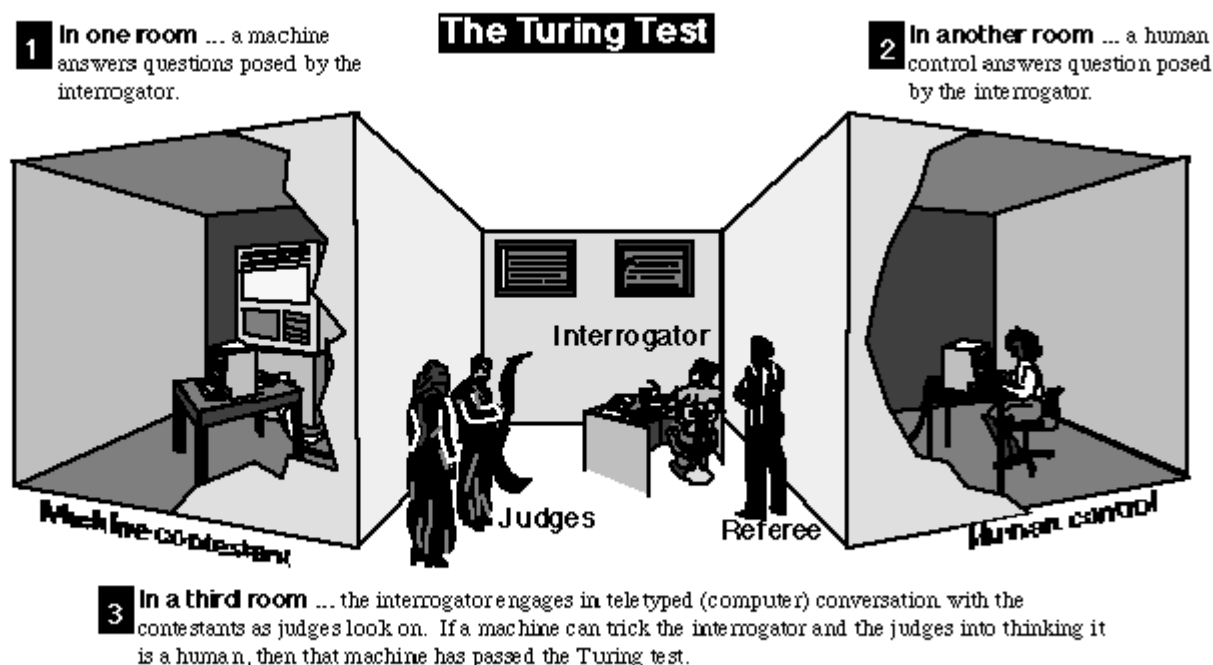
TJURINGOV TEST

2 Alan Turing, 1950

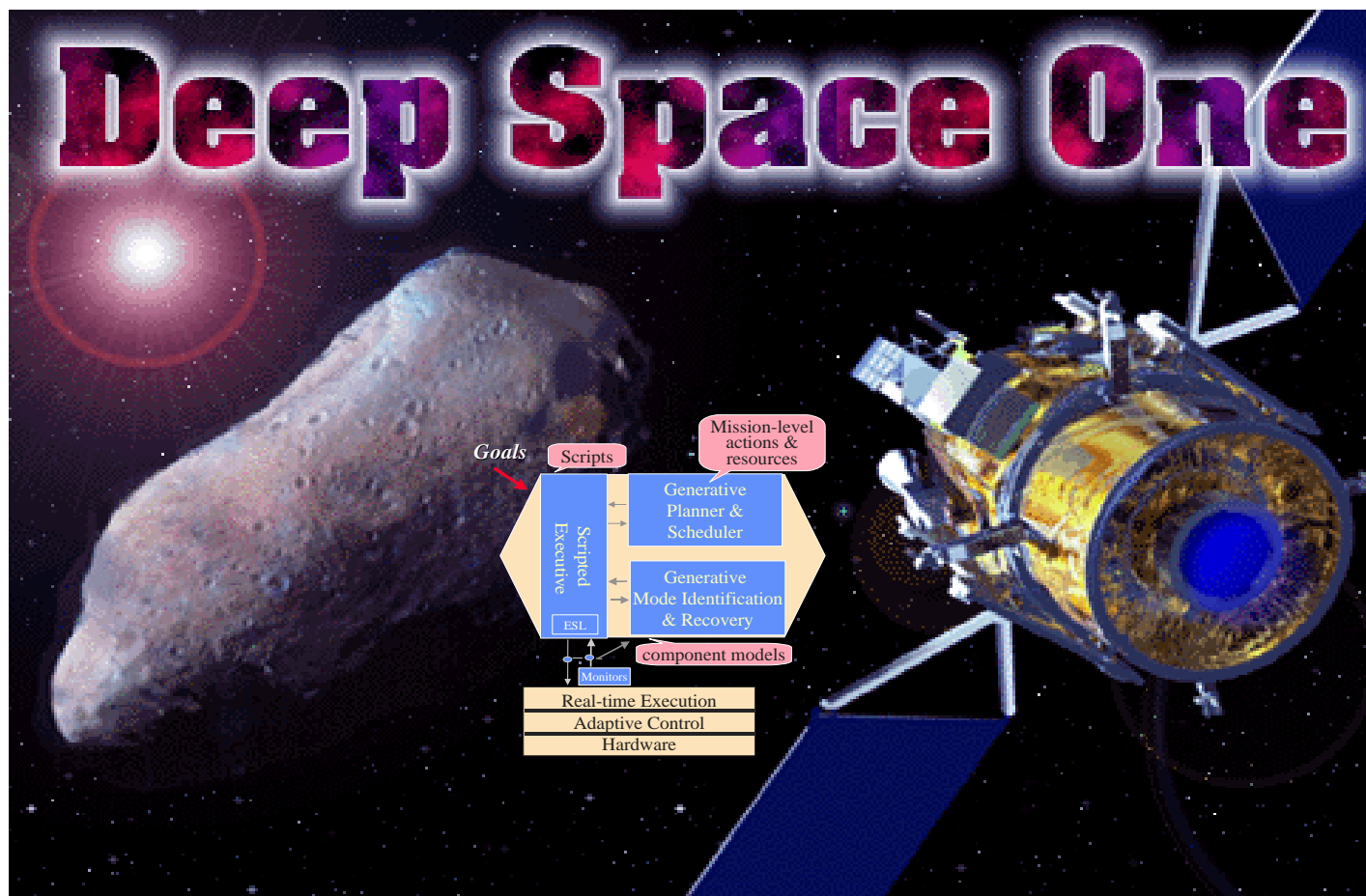
The Turing test is an adequate test of thinking. The Turing test is a test to determine whether a machine can think. If a computer can persuade judges that it is human via teletyped conversation, then it passes the test and is deemed able to think.

Notes:

- Shown here is a standard interpretation of Turing's test; many others are possible. Turing's original version of the Turing test takes the form of an imitation game (see "The Imitation Game," Box 4).
- Authors differ in whether they take the Turing test to establish "thinking" or "intelligence."



- U originalnoj verziji, mašina koja se podvrgava testu mora posedovati sposobnosti komuniciranja na prorodnom jeziku, reprezentacije znanja, automatsko rezonoanje i mašinsko učenje.
- Tzv. Totalni Tjuringov test zahteva od mašine fizičku interakciju, percepciju i fizičku akciju.



Maj 1999: AI program Remote Agent preuzeo je upravljanje Deep Space 1 na njegovom galaktičkom putovanju 60 000 000 milja daleko od zemlje



KRATAK PREGLED ISTORIJSKOG RAZVOJA VI

- 1943 McCulloch & Pitts: Model mozga zasnovan na Bulovim funkcijama
- 1950 Turingov rad “Computing Machinery and Intelligence”
- 1950s Rani VI programi, npr Samuelov checkers program
- Newell & Simon: Logic Theorist, Gelernter’s Geometry Engine
- 1956 Dartmouth konferencija: usvojen naziv oblasti “Artificial Intelligence” (predloženi alternativni nazivi: Kompleksno procesiranje informacija, Mašinska inteligencija, Heurističko programiranje, Kognologija)
- 1966–74 Istraživanje Neuralnih mreža gotovo prestaje
- 1980–88 Procvat industrije ekspertnih sistema
- 1988–93 Opadanje industrije ekspertnih sistema: “VI zima”
- 1985–95 Povratak na tehnologiju neuralnih mreža
- 1988– Povratak na verovatnosne metode i metode proistekle iz teorije odlučivanja
- Nagli razvoj tehnološke osnove klasične VI,
- “Nova VI”: Veštački život (Artificial Life), Genetski algoritmi, Meki račun (Soft Computing)



INTELIGENTNI SISTEMI

Inteligentni sistemi su bazirani na primeni veštačke inteligencije, odnosno *mašinske inteligencije*, što znači da su sposobni da uče i da se adaptiraju u neodređenom ili delimično poznatom okruženju, odnosno da se ponašaju autonomno.

Inteligentni sistemi u proizvodnim tehnologijama podrazumevaju autonomno učenje i mogućnost adaptacije na neodređenosti u radnom okruženju, kako bi takav inteligentni tehnološki sistem mogao da odgovori na sve kompleksnije zadatke koji mu se u industrijskim uslovima nameću.

Neophodno je da **inteligentni tehnološki sistem** u sebi sadrži sledeća četiri elementa: *procesiranje senzorskih informacija, ocenjivanje stanja sistema, evolutivnost - empirijsko odlučivanje i generisanje autonomnog ponašanja*.

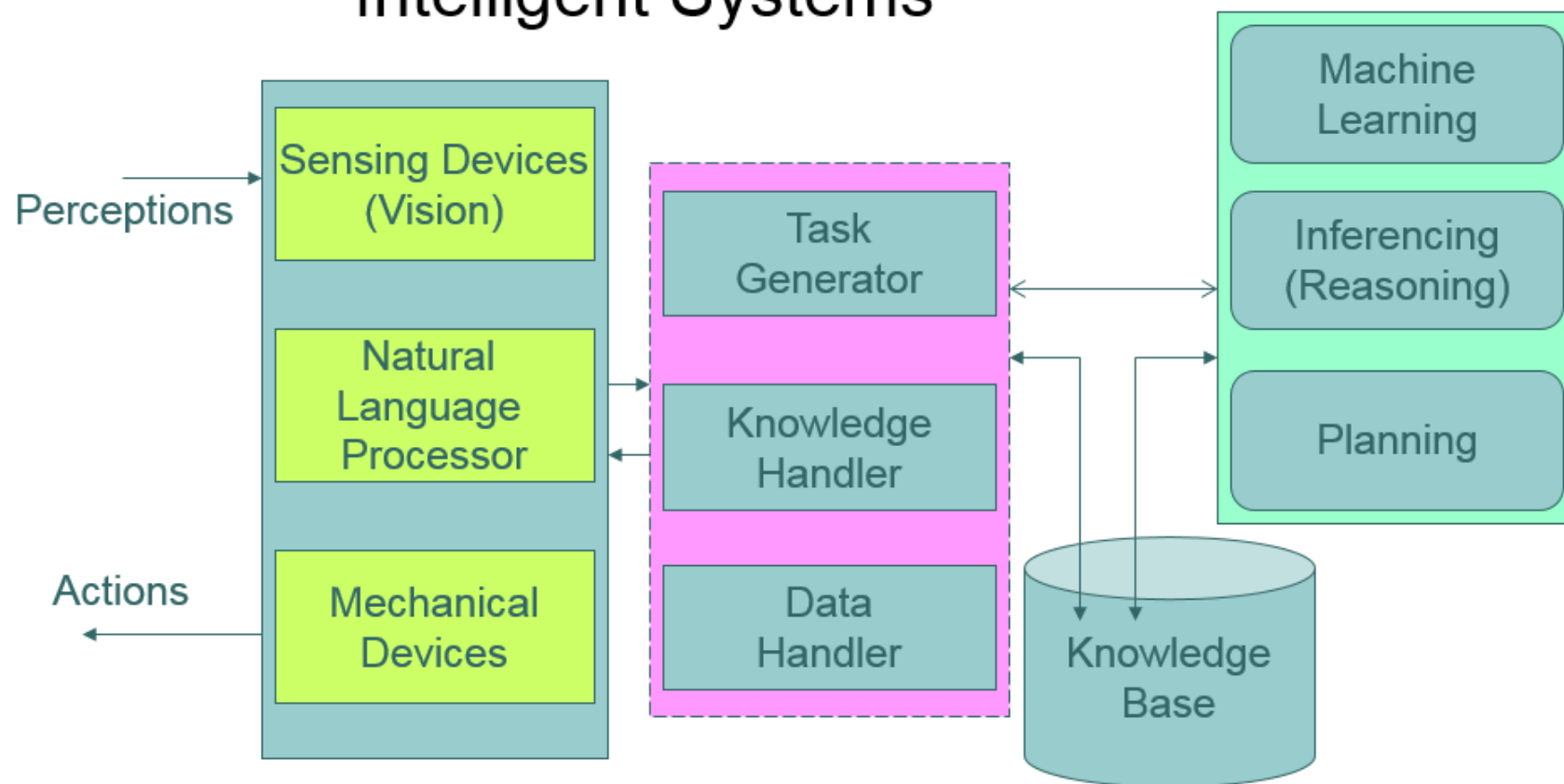
Razvoj veštačke inteligencije je direktno uticao na inteligentne sisteme, počevši od razvoja sada već klasičnih *ekspertnih sistema (hard computing)*, najčešće preko pravila baziranih na indukciji, do tehnika *soft-computing_a: fuzzy sistema, genetičkih algoritama i veštačkih neuronskih mreža*.

Današnji trend razvoja inteligentnih sistema pomera težište ka adaptivnom procesiranju informacija, kome prevashodno pripadaju *veštačke neuronske mreže*. **U osnovi svih ovih inteligentnih formalizovanih metodologija se nalazi manja ili veća sposobnost sistema da uči.**





Intelligent Systems



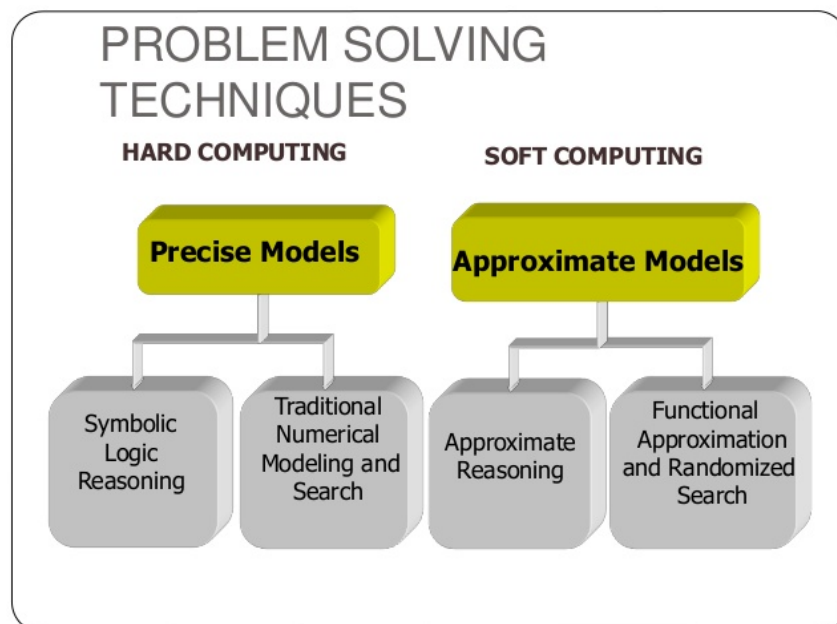


HARD AND SOFT COMPUTING

Hard Computing - Deals with precise model where accurate solutions are achieved

Soft Computing – Deals with an approximate model to give solution for complex problems

Hard Vs Soft Computing (Cont...)



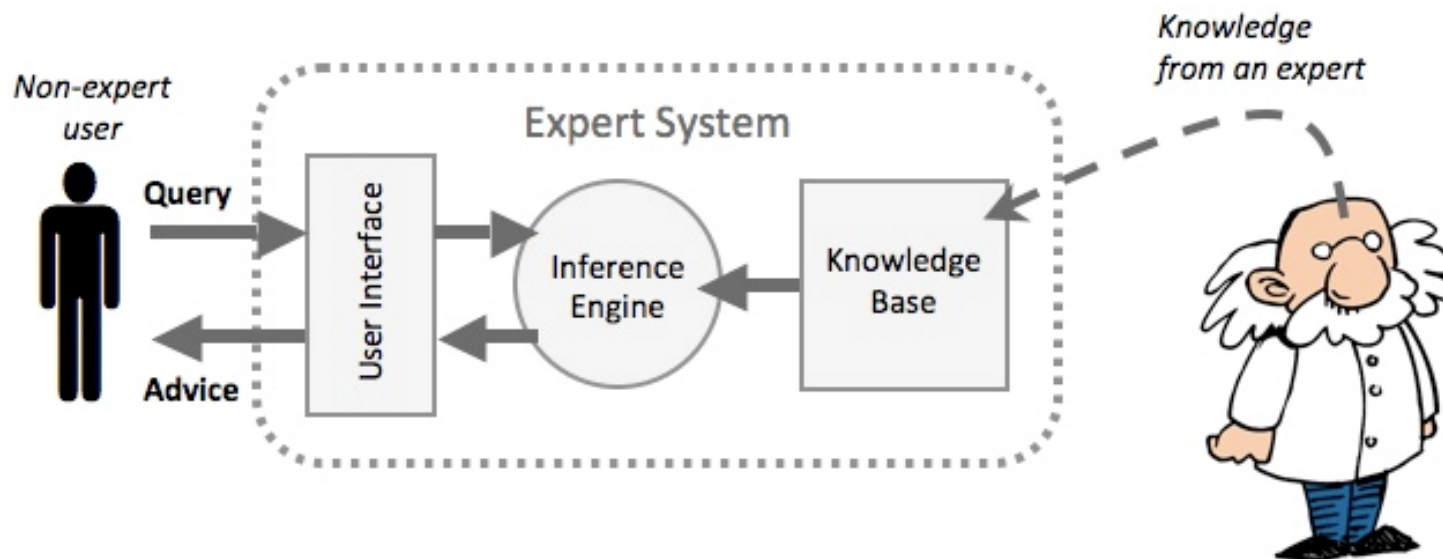
Hard Computing	Soft Computing
Conventional computing requires a precisely stated analytical model.	Soft computing is tolerant of imprecision.
Often requires a lot of computation time.	Can solve some real world problems in reasonably less time.
Not suited for real world problems for which ideal model is not present.	Suitable for real world problems.
It requires full truth	Can work with partial truth
It is precise and accurate	Imprecise.
High cost for solution	Low cost for solution
Require programs to be written	Can evolve its own programs
Deterministic	Stochastic
Require exact input	Can deal with ambiguous and noisy data
Produce precise answer	Produce approximate answers



HARD COMPUTING – Ekspertni sistemi

Ekspertni sistemi (Expert systems, Knowledge-based systems) su jedna od značajnijih oblasti veštačke inteligencije. Ekspertni sistemi predstavljaju računarske programe koji sadrže "ekspertsko" znanje, tj. znanje kakvo bi imao i stručnjak (ekspert) iz određene oblasti i na zahtev korisnika nude inteligentni savet ili odluku. Ekspertni sistemi su takvi sistemi u kojima korisnik može da vodi dijalog sa računarom. Za razliku od klasičnih programa, ekspertni sistemi mogu obrazložiti na koji način su došli do odgovarajućeg rešenja.

- ❑ Prvi ES su koristili isključivo ekspertsko znanje, dok se danas koristi i znanje iz knjiga, časopisa i slično, pa se termini ekspertni sistemii sistemi bazirani na znanju koriste kao sinonimi.
- ❑ Ekspert –osoba koja poseduje znanje ili veštine koje su većini ljudi nepoznate ili nedostupne.





EKSPERTNI SISTEMI - osnove

- Koriste se u uskim oblastima za rešavanje problema koje je teško formalizovati
- Pod **formalizovanjem** se podrazumeva formulisanje rešenja problema nezavisno od konkretnih uslova u datom slučaju, tj. opšteg rešenja koje će sa sigurnošću važiti u svakom konkretnom slučaju
- Takvo rešenje može se koncizno izraziti preko odgovarajućeg algoritma
- Za algoritamski izraženo rešenje može se relativno jednostavno napisati program u nekom od klasičnih proceduralnih programskih jezika.
- U slučajevima kada **algoritam za rešavanje nije poznat, ne postoji, ili nije pogodan za direktnu primenu na računaru**, potreban je drugačiji prilaz koji daju ES
- Dodatne otežavajuće okolnosti mogu još da budu nepotpuni podaci o problemu koji se rešava, koji uz to mogu biti i nedovoljno pouzdani ili subjektivni
- Klasičan način koji se primenjuje za rešavanje takve vrste problema je naravno konsultacija ili angažovanje jednog ili tima stručnjaka iz te oblasti, eksperta, koji svojim znanjem, iskustvom, domišljatošću, pa čak i intuicijom rešava problem
- Termini domišljatost i intuicija, pre svega označavaju da se između ostalog koriste i nestandardne metode i postupci svojstveni datom subjektu, tj. ekspertu.
- **Ekspertni sistem je računarski program koji treba da simulira aktivnost eksperta i da u fizičkom odsustvu osobe eksperta, reši problem na način sličan načinu na koji ekspert postupa**

ES ili klasičan program?

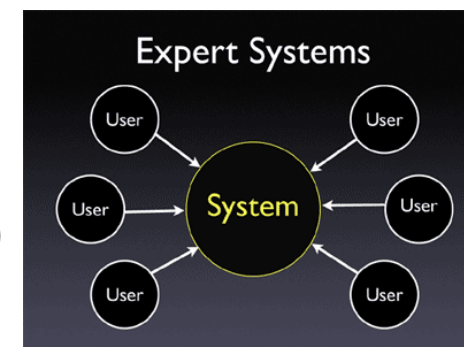
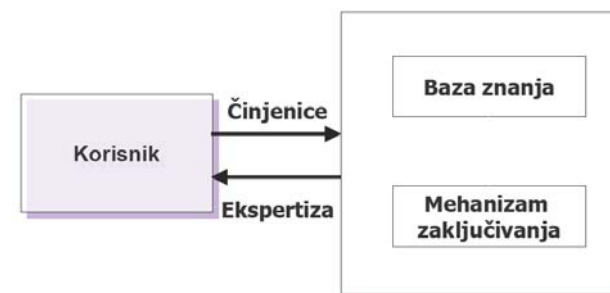
- ES su prikladni u slučajevima kada ne postoji efikasno algoritamsko rešenje.
- Ako su pravila u ESu formirana tako da se izvršavaju određenim redosledom onda to nije ES.



EKSPERTNI SISTEMI

Karakteristike ES

- ✓ Baziranost na znanju (knowledge based)
- ✓ Simulira ljudsko razmišljanje o problemu
- ✓ Rezonuje na osnovu reprezentacije ljudskog znanja
- ✓ Probleme rešava korišćenjem heuristika ili aproksimacija, koje za razliku od algoritamskih metoda ne garantuju uspeh
- ✓ Poseduju mehanizam za zaključivanje (inference engine)
- ✓ Preovlađuje obrada simboličkih podataka (symbolic processing)
- ✓ Mogućnost rada sa nepouzdanim podacima (low confidence data)
- ✓ Mogućnost obrazlaganja dobijenih zaključaka i rezultata (meta knowledge)
- ✓ Obično je ograničen na neki specifičan domen

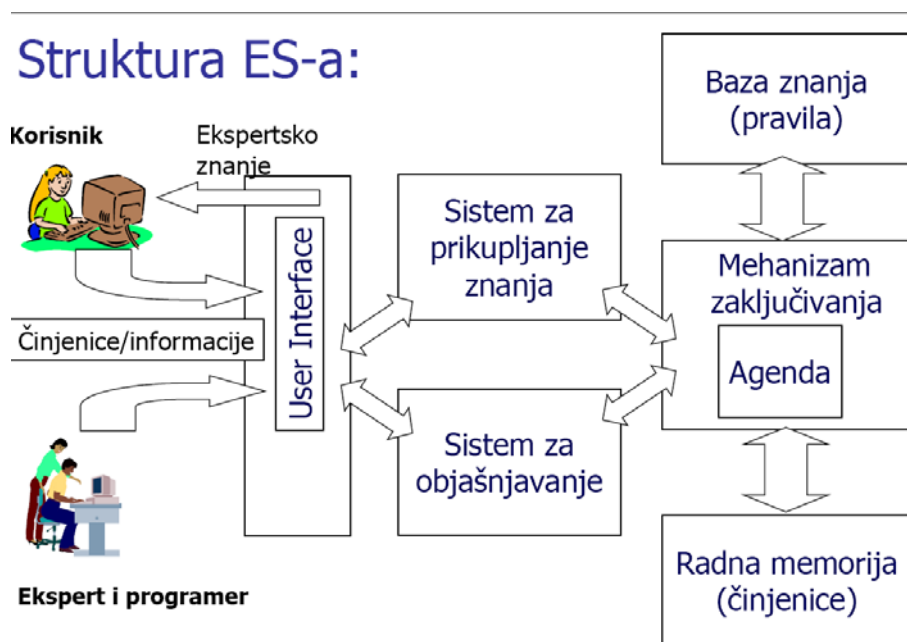


Ograničenja i nedostaci ekspertnih sistema

- Ne mogu da prepoznaju i rešavaju probleme za koje je njihovo znanje nedovoljno ili neprimenljivo (osnovna pretpostavka je naravno da se ES adekvatno koristi – za rešavanje problema)
- Nemaju nezavisna sredstva za proveravanje svojih zaključaka
- Nemaju dovoljno znanja o svojim ograničenjima i mogućnostima
- Obrazloženja o zaključcima su dosta uprošćena
- Jezik za izražavanje činjenica i odnosa je dosta uprošćen



EKSPERTNI SISTEMI



Components of an Expert System

- **Knowledge base**
 - Stores all relevant information, data, rules, cases, and relationships used by the expert system
- **Inference engine**
 - Seeks information and relationships from the knowledge base and provides answers, predictions, and suggestions in the way a human expert would
- **Rule**
 - A conditional statement that links given conditions to actions or outcomes

1. User interface

- interakcija sa korisnicima
- razvoj i održavanje baze znanja

2. Sistem za prikupljanje znanja

- omogućava korisniku da automatski unosi znanje u sistem

3. Baza znanja (knowledge base)

- sadrži znanje kodirano pravilima

4. Radna memorija

- sadrži trenutno aktuelne činjenice

5. Mehanizam zaključivanja (inference engine)

- vrši zaključivanje izvršavajući pravilo sa najvišim prioritetom u agendi
- agenda je lista pravila zadovoljenih činjenicama koje su u radnoj memoriji

6. Sistem za objašnjavanje

- objašnjava korisniku način rezonovanja ESa



EKSPERTNI SISTEMI

Osnovni koncepti –koraci u radu ES

1. Prikupljanje znanja

- transfer i transformacija ekspertskog znanja, potrebnog za rešavanje nekog problema, od izvora znanja do programa.
- inženjer znanja (Knowledge engineer)

2. Predstavljanje znanje (rule-based sistemi)

- pravila (rules)
IF svetlo_je_crveno THEN stop
- činjenice (facts)
svetlo_je_crveno

3. Zaključivanje

- na osnovu postojećih činjenica se odlučuje koja pravila su zadovoljena i izvršava se ono sa najvišim prioritetom.
- metode:
 - ulančavanje unapred (Forward chaining) - zaključivanje od činjenica ka zaključcima koji iz njih slede
 - ulančavanje unazad (Backward chaining) - zaključivanje od hipoteza (potencijalnih zaključaka) ka činjenicama koje podržavaju hipoteze.

4. Objašnjavanje

- ES treba da objasni korisniku na koji način je rezonovao da bi došao do rešenja



EKSPERTNI SISTEMI

Ciklus mehanizma za zaključivanje ES:

- Inference engine pronalazi pravila čiji su antecedenti zadovoljeni - leva strana mora odgovarati činjenici (matcha fact) u radnoj memoriji
- Pravila koja su zadovoljena smeštaju se u agendu i nazivaju se aktivirana pravila – pravila su u agendi poređana po prioritetu
- Razrešavanje konflikta - bira pravilo iz agende sa najvišim prioritetom
- Izvršenje pravila (firing)
 - sprovodi akcije određene konsekvantom odabranog pravila
 - uklanja pravilo iz agende
- Update-uje agendu pravila
 - pravila čiji su antecedenti zadovoljeni dodaje u agendu
 - iz agende uklanja pravila koja nisu zadovoljena
- Ciklus se završava kada u agendi nema više pravila ili kada se naiđe na eksplicitnu komandu za zaustavljanje programa



EKSPERTNI SISTEMI

Klase (klasifikacija - tipovi) ekspertnih sistema

- ☐ Konfiguracija
- ☐ Dijagnoza
- ☐ Instruisanje
- ☐ Interpretacija
- ☐ Monitoring
- ☐ Planiranje
- ☐ Prognoziranje
- ☐ Kontrola

- ✓ Zadatak **interpretacije** je izvođenje odgovarajućih zaključaka, tumačenja ili objašnjenja na osnovu nekog skupa podataka
- ✓ Pod **dijagnostikom** se podrazumeva proces čiji je cilj da se ustanovi mesto (lokalizacija), vrsta i uzrok neispravnosti u nekom sistemu
- ✓ Kod zadatka **monitoringa** potrebno je kontinualno pratiti jednu ili više veličina koje su od značaja – indikatori za ispravno funkcionisanje ispitivanog sistema
- ✓ **Prognoza** je predviđanje toka događaja u budućnosti na osnovu poznavanja modela sistema i ponašanja u prošlosti i sadašnjosti
- ✓ **Planiranje** je sastavljanje redosleda akcija koje treba izvršiti u određenom redosledu, da bi se ostvario neki cilj
- ✓ Zadatak **projektovanja** je izrada detaljne dokumentacije o izgradnji nekog sistema koja zadovoljava razne zahteve