

PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE (AI) U OPERACIJAMA PROCESIRANJA METALA

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) IN METALS PROCESSING OPERATIONS

KARLO T. RAIĆ

Tehnološko metalurški fakultet, Beograd

IZVOD

Osnovi veštačke inteligencije su prikazani, različiti aktuelni koncepti su definisani, važniji softverski i hardverski alati su objašnjeni. Upotreba veštačke inteligencije na inženjerske probleme u operacijama procesiranja metala je razmotrena. Povećana primena veštačke inteligencije u oblasti procesiranja metala je sve prisutnija.

Ključne reči: veštačke inteligencije (AI), ekspertski sistemi, heuristika, prikazivanje znanja

ABSTRACT

The elements of Artificial Intelligence (AI) is presented, the various concepts currently utilized are defined, and software and hardware tools in existence survived. The applications of Artificial Intelligence to engineering problems in metals processing operations are considered. Expansion of area of metals processing operation into AI in the future is obvious.

Key words: artificial intelligence (AI), expert systems, heuristic search, knowledge representation

UVOD

Veštačka Inteligencija /*Artificial Intelligence (AI)*/ se može definisati kao korišćenje mentalnih resursa kroz upotrebu kompjuterizovanih modela. Veruje se da je pojam AI prvi uveo John McCarthy na jednoj konferenciji na Dartmouth College u Hanover-u, New Hampshire, USA u leto 1956. Dugi niz godina ovaj izraz je bio samo naučni kuriozitet u okviru akademskih krugova. Danas, AI predstavlja prepoznatljivu 'novu' tehnologiju, zastupljenu u svim segmentima života. Software-i sa uporištem u znanju (*knowledge-based software*) koji se koriste u okviru AI razlikuju se od konvencionalnih inženjerskih software-a na sledeći način:

1. Konvencionalni software-i barataju podacima kojima se manipuliše, dok se knowledge-based sistemi oslanjaju na znanja koja se dalje na odgovarajući način koriste.

2. Konvencionalni software-i koriste samo algoritme, dok knowledge-based software-i koriste i algoritme i heuristiku.
3. Konvencionalni software-i imaju za osnovu procese ponavljanja, dok knowledge-based software-i kao osnovu imaju procese zaključivanja.

Nilsson je uveo model pečata/krugova u opisivanju AI, dat na slici 1. Tako imamo unutrašnji krug sa fundamentalnim zadacima i spoljašnji sa primenjenim zadacima. Sa stanovišta primene AI u oblasti metalnih materijala, unutrašnji krug nije od presudnog značaja jer predstavlja fundamentalne zadatke koji se obavljaju u okviru AI. Spoljašnji krug je mnogo značajniji u praktičnoj primeni.

U okviru ovog rada, prikazaće se elemenati i oblasti Veštačke Inteligencije /Artificial Intelligence (AI)/ kroz unutrašnji i spoljašnji krug organizacije.

Unutrašnji krug (oblast) sačinjavaju: (i) Predstavljanje tj. prikazivanje znanja, (ii) Strategija istraživanja, (iii) Heuristika tj. pronalaženje metoda i postupaka, (iv) Dedukcija, (v) Strategija rezonovanja i (vi) Planiranje. Spoljašnji krug (oblast) obuhvata: (I) Rešavanje problema, (II) Procesiranje prirodnog jezika, (III) Kompjutersko opažanje i (IV) Ekspertni sistemi.

U okviru ekspertnih sistema objasniće se Bayers-ovo pravilo; kao i princip hibridne arhitekture kroz četiri modula: (1) implantacija expertize u bazu znanja, (2) povratak expertize iz baze znanja ka korisniku, (3) održavanje tj. podržavanje integriteta i konsistencije baze znanja i (4) testiranje i provera sistema.

U okviru software-skih i hardware-skih alata (tools) za oblast AI daće se kratak prikaz i objašnjenja.

FUNDAMENTALNI ZADACI VEŠTAČKE INTELIGENCIJE

Pre razmatranja praktične upotrebe AI, biće ukratko prikazano šest fundamentalnih zadataka AI (unutrašnji krug):

- (i) Predstavljanje tj. prikazivanje znanja,
- (ii) Strategija istraživanja,
- (iii) Heuristika tj. pronalaženje metoda i postupaka,
- (iv) Dedukcija,
- (v) Strategija rezonovanja i
- (vi) Planiranje.

(i) Predstavljanje tj. prikazivanje znanja (*Knowledge Representation*) je jedan od osnovnih zadataka u okviru AI. Najpopularnije tehnike u predstavljanju znanja su:

- (1) strukture/sklopovi (frames),
- (2) mreža značenja (semantic networks) i
- (3) produkciona pravila (production rules).

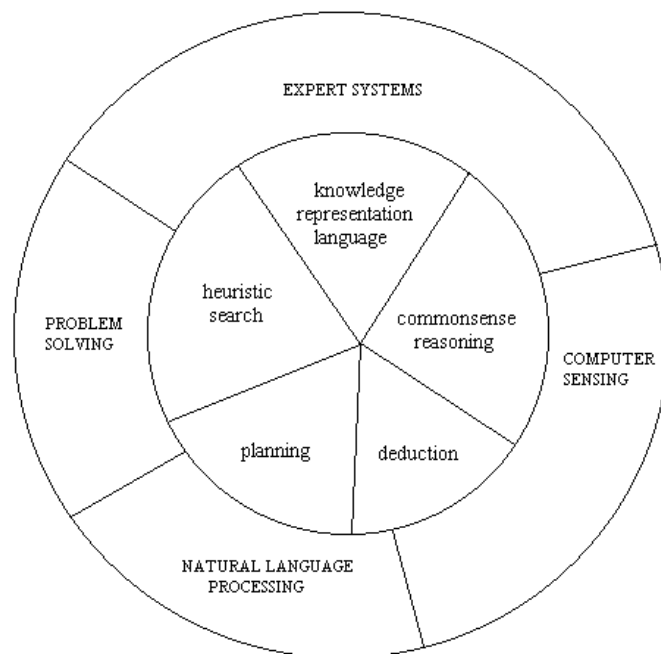
(1) Koncept struktura/sklopova (frames) polazi od pokušaja da se organizuju osobine posmatranih objekata ili događaja. Koriste se elementi koji su uobičajeno predstavljeni u opisu objekta ili događaja. Ovi elementi se dalje

grupišu zajedno, tako da im pristup i potvrda budu jedinstveni. Predstavljanje znanja strukturom/sklopovima koristi mrežu čvorišta povezanih odnosima i organizacijom u okviru hijerarhije. Zakon čvorišta automatski utiče na osobine višeg nivoa čvorišta.

(2) Mreža značenja se bazira na pojmu 'asocoativnog pamćenje'. Osnovne funkcionalne jedinice mreže značenja su dve tačke čvorišta povezane stelicom. Svako čvorište predstavlja neki koncept a strelica odnos između čvorišta.

(3) Produkciona pravila su najpopularniji način predstavljanja znanja. U osnovi imaju jednostavnu tvrdnju oblika:

AKO/IF uslov ONDA/THEN akcija



Slika 1. Shematski prikaz Veštačke inteligencije (AI) Model pečata/krugova

Deo akcije u ovom pravilu može npr. biti postavljanje pitanja korisniku, uključivanje neke standardne programske procedure, ili jednostavno interakcija sa nekim fizičkim/ stvarnim uređajem koji se npr. uključuje ili isključuje.

(ii) Strategija istraživanja. (Search Strategy) Kad se postavi problem, mora se doneti odluka kako stići do konačnog rešenja. Svaki put kada se donese odluka, problemska situacije se menja, otvarajući nove mogućnosti za sledeća odlučivanja. Popularna metode predstavljanja načina tj. puta ili maršute rešavanja problema u AI je postupak grananja. Startujući sa inicijalnim / početnim

stanjem, nova odluka će uzrokovati grananje do sledećeg nivoa na drvetu, a ovo će se grananje nastavljati do konačnog cilja tj. rešenje problema.

(iii) Heuristika (*Heuristic*), tj. pronalaženje metoda i postupaka, je tehnika koja nije formalno znanje; ona pomaže u pronalaženju rešenje našeg problema. Heuristika može biti strategija, pravilo brzog prelistavanja, uprošćenje ili bilo koja vrsta odluke koja drastično limitira istraživanja, tj. sužava široke oblasti problema. Kod AI heuristika se često poklapa sa strategijom istraživanja.

(iv) Dedukcija (*Deduction*) je najpoznatiji način zaključivanja. Karakterizacija dedukcije se može učiniti na standardni način (npr. koristeći sistem zvan predicate calculus).

(v) Strategija rezonovanja (*Reasoning Strategy*) je sledeći osnovni element AI. U sistemu predstavljanja znanja, na primer, kada se koristi produkciono pravilo, strategija rezonovanja je zadužena za odabir onog pravila koje će usloviti tj. izvesti sledeće pravilo. Ovoj oblasti pripada i logika; vrlo snažan metod rezonovanja i dedukcije.

(vi) Planiranje (*Planning*) je uskladjivanje akcija u prostoru i vremenu, a koje čine dostizanje cilja mogućim.

PRIMENJENI ZADACI VEŠTAČKE INTELIGENCIJE

Spoljašnji krug Veštačke inteligencije obuhvata: (I) Rešavanje problema, (II) Procesiranje (prirodnog) jezika, (III) Kompjutersko opažanje i (IV) Ekspertni sistemi.

(I) Suština rešavanje problema (*Problem Solving*) je formiranje sistema koji iz sveopštih alternativa i mogućnosti bira rešenje koje je valjano i selektivno. Valjano rešenje zavisi od pravovremenog korišćenja znanja da identifikuje potencijalne odluke koje su obećavajuće tj. da odbaci one koje ne obećavaju. U konkretnom slučaju, rešavanje problema se istovremeno koristi u planiranje, kao i u istraživanje/ispitivanje oblasti privremenih situacija.

(II) Procesiranje (prirodnog) jezika. (*Natural Language Processing*) Kod pokušaja ugradnje znanja od strane experta u AI, pojavljuje se nekoliko teškoća koje se moraju prevazići. Naime, postoji razlika između organizacije znanja kojom manipuliše expert, i načina organozovanja znanja u okviru nekog softvera. Da bi se ovaj problem prevazišao najlakše je 'narediti' expertu da komunicira sa softverom putem prirodnog jezika. Da bi se rešio problem razumevanja prirodnog jezika potrebna su izvesna znanja. Prvo, kompjuterski algoritmi i struktura podataka kojima se konstruišu automatski sistemi procesiranja jezika, moraju biti razumljivi. Drugo, korisnik jezičkog procesiranja mora da ima znanja u oblasti govora, koji je predstavljen u sistemu i da je sposoban da ga podržava. Treće, korisnik mora da ima i lingistička znanja; da poznaje morfologiju reči, sintaksu rečenica i tome slično.

(III) Kompjutersko opažanje (*Computer Sensing*) se odnosi na one aktivnosti kada se kompjuter koristi za merenje različitih termofizičkih fenomenika iz realnog sveta. Kompjutersko opažanje može da se ostvari na više načina od kojih su dva za naš slučaj bitna: vizija (vision) i akistika (acoustics). Kompjuterska vizija pokušava da konkuriše ljudskoj viziji. Ona je izuzetno interdisciplinarna, na primer uključuje znanja iz oblasti psihologije, neuropsihologije i filozofije. Aspekti vizije za oblast informacionog procesiranja je od izuzetnog značaja. Istaživač u ovoj oblasti se simultano bavi strukturom (semantičkom, simboličnom) i odnosima (geometrijskim, prostornim).

(IV) Ekspertni sistemi (*Expert System*) predstavljaju softvere koji sadrže veliku količinu/masu znanja u nekoj oblasti, a koje su bile preporučene od jednog ili više eksperata iz te oblasti. Kroz ovu količinu/masu znanja sistem je sposoban da rešava zadate probleme na isti način kao i čovek-ekspert. Konstrukcija jednog ekspertskog sistema podrazumeva dve vrste ekspertize. Prva je čovekova ekspertiza, a druga je inženjersko-ekspertsko znanje da čovekovu ekspertizu kodifikuje i prilagodi u deskriptivne kompjuterske instrukcije. Vremenom su se ova dva domena nezavisno razvijala, tako da imamo sa jedne strane postupke prikazivanje znanja, a sa druge logičke mehanizme procesiranja i interpretacije znanja. Ovo dalje omogućava da se znanje jednostavno modifikuje. Ekspertni sistemi se koriste u brojnim situacijama: predviđanja, interpretacije, planiranja, monitoringa, popravljanja, davanja instrukcija itd.

U medicini, simptomi i bolesti nisu uvek u jednostavnom i direktnom odnosu. Slično je i sa ekspertskim sistemima. Naime dok je čovek osposobljen da iznosi zaključke na osnovu nepotpunih podataka, ekspertski sistem mora da prevaziđe ovu nesigurnost na konkretan način. U tom smislu najčešće se pominje **Bayers-ovo pravilo** koje za osnovu ima statistiku učestalosti 'simptoma' koji uzrokuju 'bolest'. Napominje se, da postoji više interpretacija Bayers-ovo pravila.

Ekspertski sistemi u principu prate hibridnu arhitekturu kroz četiri modula:

- (1) implantacija ekspertize u bazu znanja,
- (2) povratak ekspertize iz baze znanja ka korisniku,
- (3) održavanje tj. podržavanje integriteta i konsistencije baze znanja i
- (4) testiranje i provera sistema.

ALATI (Tools) ZA AI

Software Tools. Teorijski bilo koji konvencionalni jezik može biti korišćen u okviru AI, kao na pr. PROLOG, SMALLTALK, LISP kao i različiti dialekti među njima. C jezik takođe zauzima značajno mesto jer se lako integriše u UNIX koji postaje standard za mnoge AI radne stanice. Takođe, sve je

popularniji *expert system shell*. On sadrži sve software expertskog sistema sem specifična znanja vezana za konkretnu oblast. Ova poslednja se nadograđuju u zavisnosti od slučaja. Expert system shell je vrlo pogodan zbog mogućnosti korišćenja u različitim oblastima.

Hardware Tools. U okviru AI susrećemo različite kompjuterske sisteme. Generalno, oni se mogu podeliti u tri glavne grupe:

- (1) Kompjuterski sistemi opšte namene (npr. standardne Pentum mašine, kompjuteri RISC /reduced instruction set computer/ arhitekture);
- (2) Namenski AI kompjuterski sistemi, kod kojih je CPU vreme optimizirano tj. podešeno na simbolično procesiranje i
- (3) Kompjuterski sistemi sa umnoženim/višestrukim procesorom (npr. sa dva tipa CPU: jedan za opštu namenu a drugi sa npr. LISP orjentisanim CPU tj. ovaj sistem ima simboličku i numeričku komponentu nezavisno organizovanu).

PRIMERI PRIMENE INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA I RAČUNSKIH TEHNIKA

Informacione tehnologije i računarske tehnike u najopštijem smislu pripadaju oblastima spoljašnjeg kruga koji je okrenut korisniku i imaju direktnu praktičnu primenu.

Oblasti primene su raznolike, npr.: monitoring (analiza), nadzor procesa, obrada signala, procesne baze podataka, WEB prezentacije, sistemi za podršku u odlučivanju, interaktivni sistemi u realnom vremenu, direktno digitalno upravljanje, fenomeni prenosa informacija itd.

Od brojnih mogućnosti upotrebe u okviru savremenih metalnih materijala ističemo dve oblasti:

(A) Baze podataka (npr. fizičke/hemijske osobine metala, dvo i više fazni dijagrami legura, atlasi mikrostruktura, cene metala u najrazličitijim aspektima itd) i

(B) Expertne sisteme primenjene u operacijama procesiranju metala (npr. expertni sistemi u industriji gvožđa i čelika: vođenje visoke peći, LD konvertora, vođenje procesa valjanja, procesa zavarivanja, kontrola proizvodnje i kontrola kvaliteta).

Numerički modeli i programski paketi kao osnova software-a mogu biti deo expertskog sistema, ali mogu egzistirati i nezavisno. Ovi modeli i paketi obično imaju matematičku podršku u oblasti numeričkih metoda, koje se koriste za rešavanje običnih ili parcijalnih diferencijalnih jednačina. S druge strane, numeričke metode mogu ali nemoraju da imaju fizički smisao kojim se objašnjava pojava koja se modeluje.

Kao primeri primene AI u oblasti procesiranja savremenih metalnih materijala navode se teme koje će biti obradjene u okviru ovog specijalnog broja časopisa MjOM:

- Baze podataka
- Korišćenje interneta u oblasti savremenih metalnih materijala
- Menadžment i informacione tehnologije
- Strategija izbora metalnih materijala
- Hardver u oblasti ispitivanja metala
- Softver u oblasti ispitivanja metala
- Menadžment u metalurgiji i metaloprerađivačkoj industriji
- Projektovanje pomoću računara (CAE) i primena u analizi termičke obrade i nosivosti dvoplastnih materijala

ZAKLJUČAK

Svakodnevno smo svedoci brojnih primera upotrebe AI u oblasti savremenih metalnih materijala (industrijski procesi, simulacije/predviđanja pojava u metalnim materijalima, ekonomske analize i procene, berze metala i srodnih materijala itd). Takođe, internet prezentacije i globalno povezivanje korisnika, omogućuju neverovatnu brzinu u saznavanju neophodnih informacija u postupcima analize i odlučivanja. Za očekivati je da će u budućnosti upotreba AI biti sve zastupljenija čak i u svakodnevnom radnom okruženju.

Ipak, od AI u praksi se još uvek ne može očekivati generisanje fundamentalnih informacija vezanih za oblast metalnih materijala. Na primer, osnovne termofizičke osobine metalnih i srodnih materijala kao toplotni kapacitet, toplotna konduktivnost, toplota mešanja i sl., ne mogu se dobiti samom upotrebom AI. U tom smislu su još uvek aktuelne baze podataka i manipulacije u okviru njih. Napredne baze podataka imaju neke osobine samo-zaključivanja, ali su one nedovoljne za validno odlučivanje. Medjutim, ohrabrujuće i obećavajuće oblasti korišćenja AI u oblasti metalnih materija su: planiranje, analiza, dijagnostika i raspoređivanje u oblasti procesiranja metala.

LITERATURA

- [1] E. Charniak and D. McDermott: Introduction to Artificial Intelligence, Addison-Wesley Publ., Co., Reading, MA, (1985)
- [2] N. J. Nilsson: AL Magazine, 3(1981-82), Winter, 2.
- [3] S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1995
- [4] R. D. Sriram, *Intellegent Systems for Engineering: A Knowledge-Based Approach*, Springer Verlag, 1997
- [5] S. A. Argyropoulos: Artificial Intelligence in Materials Processing Operations: A Review and Future Directions, ISIJ Int, 30(1990) 83-89.
- [6] D. A. Waterman: A Guide to Expert Systems, Addison-Wesley Publ. Co., Reading, MA, (1986)