

Mirjana Ivanović
Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad

INTELIGENTNI SISTEMI U SPORTU

Abstrakt: Veštačka inteligencija (AI) postaje ponovo jedna od interesantnih oblasti istraživanja u poslednjih nekoliko godina. Različite tehnike i metode veštačke inteligencije postaju popularne čak i u tradicionalnim oblastima računarstva. Inteligentni sistemi se koriste u različitim domenima: medicina, inženjerstvo, poslovni domeni, sport i tako dalje. Oni se takođe koriste i u različitim tipovima zadataka koji se rešavaju kao što su: pretraživanje, klasifikacija, donošenje odluka, planiranje.

U radu je dat prikaz nekih najznačajnijih tehnika veštačke inteligencije. Takođe su diskutovane mogućnosti korišćenja ovakvih sistema u domenu sporta.

1. UVOD

Pojam ‘Inteligentni sistemi’ je pojam koji se koristi u različitim oblastima. Takođe, ovaj termin služi za označavanje niza računarskih tehnika koje se koriste u oblasti veštačke inteligencije. Osnovni pristupi se mogu klasifikovati u dve grupe:

- *simboličke pristupe* – u kojima se znanje eksplicitno prikazuje rečima i simbolima,
- *numeričke pristupe* – kao što su neuralne mreže, genetski algoritmi i fuzzy logika.

U suštini, većina praktičnih inteligentnih sistema su hibridni sistemi više različitih pristupa. Međutim, suštinsko pitanje je da li su ti sistemi stvarno sposobni da se ponašaju inteligentno. No bez obzira na to oni su izuzetno korisni i nude elegantna rešenja za široku klasu različitih problema.

2. ESENCIJALNI ELEMENTI INTELIGENTNIH SISTEMA

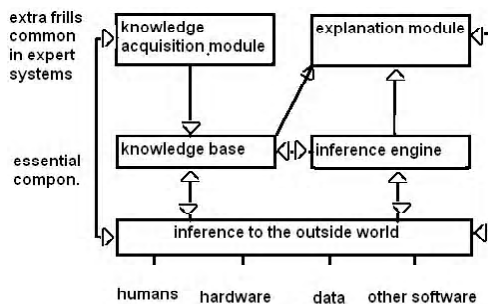
U dugoj istoriji razvoja različitih tehnika i oruđa veštačke inteligencije, razvijen je i niz tehnika koje su izuzetno korisne za praktične primene:

- Sistemi zasnovani na znanju,
- Baze znanja,
- Dedukcija, abdukcija i indukcija,
- Mašine za zaključivanje,
- Deklarativno i proceduralno programiranje,
- Ekspertni sistemi,
- Prikupljanje znanja,
- Pretraživanje,
- Izračunljiva inteligencija.

2.1. Sistemi zasnovani na znanju

U poređenju sa konvencionalnim programima, za upravljanje i korišćenje domenskog znanja, u sistemima zasnovanim na znanju, dve osnovne uloge se jasno izdvajaju. U najjednostavnijim slučajevima postoje dva modula:

- **baza znanja** – modul znanja,
- **mašina za zaključivanje** – centralni modul.



Slika 1.1 Osnovne komponente sistema zasnovanih na znanju

U većini kompleksnih sistema, mašina za zaključivanje može biti realizovana kao sistem zasnovan na znanju koji sadrži meta znanje, tj. znanje o tome kako da se primeni domensko znanje. Eksplicitno odvajanje kontrole od znanja olakšava proces dodavanja novog znanja. Znanje je eksplicitno reprezentovano u bazi znanja, a ne implicitno u strukturi programa.

Mašina za zaključivanje koristi bazu znanja za rešavanje problema slično kako to radi konvencionalni program sa bazom podataka.

2.2. Baza znanja

Jednostavno rečeno baza znanja sadrži pravila i činjenice. Međutim, pravila mogu biti kompleksna a činjenice mogu uključivati sekvence, strukturirane entitete, attribute za te entitete, kao i relacije među njima. Detalji reprezentacije značajno variraju od sistema do sistema. Pogledajmo sledeći jednostavan primer.

Činjenica 1.1.

Pera_Peric_je_sportista

Pravilo 1.1.

IF ?x trenira_u_klubu_Vojvodina THEN ?x

Pravila, slična pravilu 1.1., su koristan način da se izarže različiti tipovi znanja. Potpuno izvesno znanje nije čest slučaj, stoga je neophodno da se uključi i izrazi različit stepen verovatnoće i neizvesnosti u pravilima.

U prikazanom pravilu neizvesnost se može pojaviti u tri slučaja:

- **neizvesnost evidencije** – možda mi nismo sigurni u znanje koje imamo,
- **neizvesnost veze** između činjenice, na primer da Pera_Peric trenira_u_klubu_Vojvodina i zaključka (Mi ne možemo biti sigurni da za sportistu koji trenira_u_klubu_Vojvodina možemo zaključiti da živi_zdravo. Mi samo znamo da bi trebalo da bude tako.)

- **nejasno pravilo** – šta su u stvari rečenice trenira_u_klubu_Vojvodina i živi_zdravo? i kako se one mogu ukomponovati u pravilo.

Prva dva slučaja neizvesnosti mogu se obrađivati Bajesovom teorijom, a poslednji slučaj se može obrađivati fuzzy skupovima i logikom.

Činjenice u bazi znanja su podeljene u:

- **statičke činjenice** – uzete iz domena i smeštene u bazu znanja,
- **izvedene činjenice** – formiraju se u toku rada sistema.

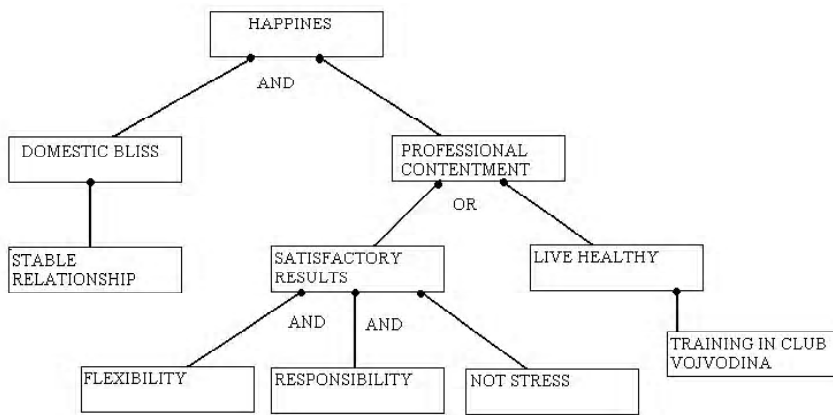
Jedna ili više činjenica može da zadovolji uslov pravila, generišući pri tom novu činjenicu koja se onda zove izvedena činjenica. Primenom, R 1.1 i F 1.1., može se izvesti da je tačno da Pera_Peric živi_zdravo.

Izvedena činjenica može potpuno ili parcijalno da zadovolji neko drugo pravilo kao što je to prikazano u sledećem primeru.

Pravilo 1.2.

*IF ?x živi_zdravo OR ?x ima_zadovoljavajuće_rezultate THEN
?x je_profesionalni_takmičar*

Pravila, 1.1 i 1.2., su nezavisna, sve dok zaključak jednog pravila može da zadovolji uslov nekog drugog pravila. Međuzavisnost među pravilima definiše mrežu kao što je prikazano na Sl. 1.2., koja se zove mreže zaključivanja.



Slika 1.2. Mreža zaključivanja

2.3. Dedukcija, abdukcija i indukcija

Pravila koja formiraju mrežu zaključivanja se koriste da povežu uzrok i posledicu.

IF <uzrok> THEN <posledica>

Koristeći mrežu zaključivanja, možemo zaključiti da ako Pera_Peric trenira_u_klubu_Vojvodina i ima stabilnu_vezu (uzroci) on je_srećan (posledica). Ovaj process se zove **dedukcija** i.e. **uzrok + pravilo => posledica**.

Međutim, postoji niz problema (na primer dijagnoza) koji obuhvataju rezonovanje u obrnutom smeru. Ovaj process se zove **abdukcija** i.e.: **posledica + pravilo => uzrok**.

Imajući u vidu činjenicu da Pera_Peric je_srećan, možemo zaključiti koristeći abdukciju da Pera_Peric uživa u porodičnom zadovoljstvu i da je profesionalno zadovoljan. Standardni 'problem' tj. ograničenje je da mreža zaključivanja predstavlja zatvoreni svet, gde ništa van njegovih granica nije poznato i dostupno.

Ako imamo puno primera uzroka i posledica, možemo formirati pravila kaja ih povezuju. Na primer, ako važi da svaki sportista koji trenira_u_klubu_Vojvodina, takođe i živi_zdravo, možemo formirati pravilo **Pravilo 1.1.**

IF ?x trenira_u_klubu_Vojvodina THEN ?x živi_zdravo

Indukcija je process formiranja pravila na osnovu skupa uzroka i posledica: **uzrok + posledica => rule.**

2.4. Mašina za zaključivanje

Postoje dva karakteristična tipa mašina za zaključivanje.

- **ulančavanje unapred** ili zaključivanje vođeno podacima,
- **ulančavanje unazad** ili zaključivanje vođeno ciljem.

Sistem zasnovan na znanju koji radi u modu ulančavanja unapred uzima raspoložive činjenice i generiše koliko god je moguće novih činjenica. Zbog toga je izlaz nepredvidiv. Ovaj pristup se, tipično koristi, u problemima interpretacije, gde želimo da znamo da li nam sistem može nešto više reći o konkretnim podacima.

Ulančavanje unazad je korisno kada se zahteva striktno i precizno rešenje, kao što je to slučaj u sistemima za planiranje.

2.5. Deklarativno i proceduralno programiranje

Informacije o problemu koji treba da bude rešen su predstavljene u bazi znanja. Često su takve informacije deklarativne, zadate u formi činjenica, pravila ili relacija bez detalja o tome kada i gde će ta informacija biti primenjena. Detalji kao što su kako, kada i da li će znanje biti upotrebljeno su implicitno ostavljene u zadatak mašini za zaključivanje.

Mašina za zaključivanje je programirana proceduralno (skup sekvencijalnih komandi) tako da obuhvata ekstrahovanje i korišćenje informacija iz baze znanja. Ovaj zadatak se može eksplicitno obezbediti korišćenjem metaznanja (znanje o znanju). Međutim suviše je pojednostavljeno gledište da su sve baze znanja pisane deklarativno a sve mašine za zaključivanje proceduralno.

U realnim sistemima, kolekcije deklarativnog znanja (kao što su skupovi pravila) obično treba da bude dopunjena proceduralnim informacijama. Takođe postoje mašine za zaključivanje koje treba programirati deklarativno.

2.6. Ekspertni sistemi

Ekspertni sistemi su specijalna vrsta sistema zasnovanih na znanju, koji treba da obuhvate ekspertsko znanje iz odgovarajuće oblasti i da funkcionišu kao konsultanti. Namena ekspertnog sistema je da se ponaša kao ljudski ekspert koji može da daje konsultantske usluge vezane za široku klasu problema iz oblasti za koju je napravljen. Obzirom na namenu i način realizacije, ekspertni sistem daje savete, sugestije i preporuke.

Ljuska ekspertnog sistema je u stvari ekspertni sistem sa praznom bazom znanja.

2.7. Prikupljanje znanja

Jedna od najznačajnijih faza koja prethodi reprezentaciji znanje je prikupljanje znanja. Mogu se uočiti tri tehnike i načina za prikupljanje relevantnog znanja u odgovarajućem domenu:

- znanje se prikuplja nezavisno od eksperta i njegovog znanja i pomoći,
- inženjer baze znanja je ekspert iz odgovarajuće oblasti,
- sistem uči automatski iz primera koji su sačuvani u odgovarajućoj formi na odgovarajućem mestu.

Inženjer znanja (osoba koja prikuplja znanje od eksperta i u odgovarajućoj formi ga kodira u bazu znanja) intervjuiše jednog ili više eksperata i pokušava da od njih izviče najbolje i najkvalitetnije znanje ali tako da ga on sam razume (često inženjer znanja ne zna ništa, ili vrlo malo, o domenu za koji se pravi ekspertni sistem).

2.8. Pretraživanje

Pretraživanje je jedna od ključnih tehnika za rešavanje širokog spektra različitih problema i predstavlja jednu od značajnih tehnika u inteligentnim sistemima. Rešavanje problema tretira pretraživanje kao pogodan mehanizame za dizajniranje, planiranje, kontrolu, akcije, dijagnozu grešaka. Pretraživanje se realizuje tako da se traži u prostoru mogućih rešenja i pokušava se da se nađe jedno ili više prihvatljivih (ili optimalnih) rešenja.

U slučaju kada se pretražuje baza znanja, pogodno je testirati sve alternative pre nego se selektuje jedna od njih. Ova tehnika je poznata pod imenom “iscrpljujuće pretraživanje”. Praktično pretraživanje u svakom slučaju mora biti selektivno. To znači da se kandidati za rešenje u prostoru pretraživanja organizuju u formi stabla pretraživanja.

Za sistematsko pretraživanje stable razvijene su dve alternativne strategije.

- **Pretraživanje prvo-u-dubinu (depth-first)**,
- **Pretraživanje prvo-u-širinu (breadth-first)**.

Ove dve dobro poznate tehnike u oblasti računarstva, predstavnici su takozvane tehnike slepog pretraživanja (**blind search**). Takvo pretraživanje se može učiniti efikasnijim ili eliminisanjem nekorisnih kategorija (“odsecanje stable pretraživanja”) ili testiranjem prvo više, a potom manje, verovatnih alternativa. Da bi se ovakvo pretraživanje realizovalo neophodno je primeniti neku heuristiku na proces pretrage.

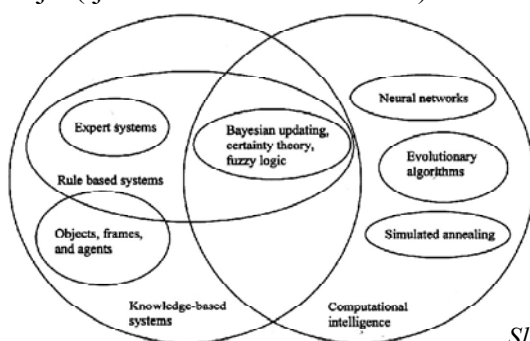
2.9. Izračunljiva inteligencija

U prethodnim poglavljima su predstavljeni neki elementi sistema zasnovanih na znanju u kojima je znanje eksplicitno predstavljeno u formi reči i simbola koji su potom kombinovani u formu pravila, činjenica, relacija ili nekih kompleksnijih struktura. Ove simboličke tehnike su suprotnost numeričkim tehnikama koje obuhvataju genetske algoritme i neuralne mreže.

U takvim sistemima znanje je reprezentovano numeričkim vrednostima koje se koriguju u toku rada sistema i omogućuju njegov bolji rad i veću tačnost.

Tehnike, koje su poznate pod zajedničkim imenom izračunljiva inteligencija ili soft computing obuhvataju:

- neuralne mreže,
- genetske algoritme, ili još opštije, evolucione algoritme,
- verovatnosne metode kao što su Bayesian updating and certainty factors,
- fuzzy logika,
- kombinacija ovih tehnika ili međusobno ili sa sistemima zasnovanim na znanju (tj. simboličkim tehnikama).



Slika 1.3. Kategorije inteligentnih sistema

3. NEKE MOGUĆE PRIMENE U SPORTU

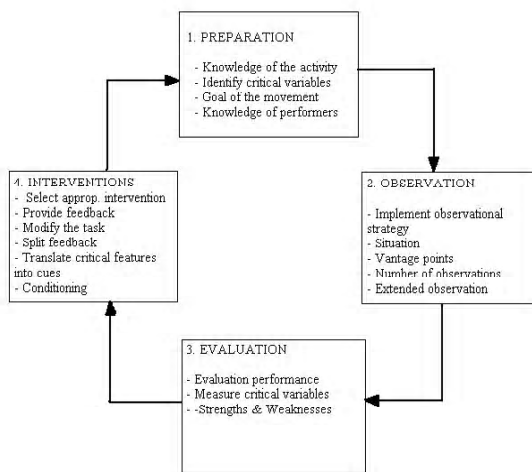
Inteligentne tehnike i sistemi se mogu uposliti i koristiti u različitim oblastima: medicina, inženjerstvo, ekonomija, sport i tako dalje. Takođe se mogu koristiti i za različite namene i zadatke: pretraživanje, klasifikacija, planiranje, donošenje odluka.

3.1. Opšti model znanja

Ako posmatramo sport kao domen za primenu inteligentnih sistema takođe su moguće raznovrsne primene. Čini se da je moguće predložiti opšti model inteligentnog sistema koji se može primenjivati u raznim sportskim sistemima (pogledaj Sliku 1.4.).

Na primer, model se može objasniti i na sledeći način: Proces analize obuhvata razumevanje sportiste, njegovih aktivnosti i fizičkog stanja, vežbi koje obavlja kao i cilja koji je postavljen i koji treba da dostigne (PREPARATION faza). Potom se mogu posmatrati i pratiti (OBSERVATION faza) i proračunavati performanse (EVALUATION faza) pre nego što se dobije i primeni povratna informacija na dalje aktivnosti sportiste (INTERVENTIONS faza). Jedna od mogućnosti da se podrži i realizuje ovaj niz aktivnosti jeste da se implementira oruđe koje odgovara koracima 2, 3 i 4 predloženog modela a koje bi pomoglo u praćenju procesa i obezbeđivanju povratne informacije. Ovakvom povratnom informacijom bi se postiglo kvalitetnije pripremanje i podrška rada sportiste.

Mogu se na bazi ovog modela implementirati različita oruđa (polu-inteligentna ili inteligentna) kojima bi se opisivale aktivnosti (kvalitativno) i vršila merenja (kvantitativno) za odgovarajućeg sportistu ili grupu sportista iz iste discipline. Kvalitativna analiza može da ukaže na elemente i probleme koji nisu jasno i eksplicitno uočljivi, dok kvantitativna analiza može biti esencijalna za uspostavljanje promena i boljih intervencija u aktivnostima sportiste a može i da doprinese boljim rezultatima komparativne analize između više sportista.



Slika 1.4. Jedinstven model obrade znanja u različitim oblastima sporta.

3.2. Ishrana sportista

Jedna od takođe interesantnih oblasti primene inteligentnih tehnika u domenu sporta je i ishrana sportista.

Svi sportisti treba da poštuju odgovarajuća pravila zdrave ishrane da bi povećali performance svojih rezultata kako u toku treninga tako i na takmičenjima. Neki važni principi vezni za ishranu sportista su:

- Održavati dobar izgled tela i musculature u skladu sa sportom kojim se sportista bavi - unositi odgovarajuću količinu kilodžula u skladu sa veličinom tela i propisanim treninzima.

- Održavati odgovarajuću strukturu i kvalitet mišića u skladu sa zahtevima treninga i takmičenja jedući hranu bogatu ugljenim hidratima. Balansirati ishranu tako da se smanjuje količina masne hrane.

- Jesti raznovrsnu hranu koja obezbeđuje adekvatnu količinu kvalitetnih proteina, vitamina i minerala. Potreba za nekim vrstama hrane raste u skladu sa povećanjem napora i težim treninzima.

- Pratiti potrebu za tečnošću. Treba uzimati tečnost u svim fazama treninga (pre, za vreme, posle) da bi se sprečilo dehidriranje.

Sportisti se razlikuju po svom izgledu (visina, težina, razvijenost mišića) i imaju različite režime i programme vežbanja. Mada svaki od njih sledi predložena pravila ishrane njihovi obroci se mogu drastično razlikovati. Sportisti koji naporno treniraju satima svakog dana treba da jedu velike obroke sa

puno ugljenih hidrata i kilodžula. Ogromni, visoki sportisti, kao što su bacači kugli, treba da jedu više nego manji, sitniji sportisti, kao što su gimnastičari. Većina sportista mora da organizuje obroke u skladu sa rasporedom treninga i takmičenja. U primeru je dat prikaz tipičnih obroka za večeru za različite sportiste.

Primer.

a. Košarkaši (muškarci)

Košarkaši obično igarju utakmice u poponevnim i večernjim satima i potrebno im je neko jelo pre i neko osveženje posle utakmice. Kako su oni obično visoki preko 190 cm i teški preko 100 kg, oni imaju potrebu da unose u organizam velike količine kilodžula da bi održavali svoje telo. Jelo pre utakmice (obično oko 17:30-18) treba da im omogući ugljene hidrate i dovoljnu količinu tečnosti. Da bi se na terenu osećali ugodno treba da jedu 3 sata pre utakmice i jedan takav tipični obrok je naveden u nastavku:

- 3-4 šolje testenine sa sosom na bazi paradajza
- 2 kriške graham hleba
- manju činiju voćne salate i čašu voćnog soka

Obrok posle utakmice (obično oko 22 sata) treba da obnovi utrošenu tečnost i ugljene hidrate. Ovaj obrok se preporučuje odmah posle utakmice da bi košarkaše što pre oporavio i da se ne bi prejeli i osećali neugodno.

- sportisti treba da piju odmah posle utakmice
- 2 sendviča sa graham hlebom, šunkom i paradajzom sa što manjom količinom margarina
- Milk šejk od banane - 500-750 ml (obrano mleko, banana, mleko u prahu i 2 kašike niskokaloričnog sladoleda)

b. Gimnastičarke (žene)

Gimnastičarke u principu treba da jedu male obroke. One treba da održavaju unos energenata (kilodžula) na niskom nivou da bi održale dobru formu i nizak nivo masnoća. Njihove energetske potrebe su male jer su njihovi treninzi slabijeg intenziteta i ne troše se puno. Iako treniraju satima u toku dana, za njihove aktivnosti se zahteva veština, snaga i fleksibilnost sa ponekim kraćim intenzivnim naporima. Njihova hrana se bira sa puno opreza i znanja da bi obezbedile maksimalnu hranljivi vrednost uz minimalno kilodžula. Praktično treba da jedu hranljive obroke sa minimalno masnoća.

- Mala porcija grilovanog posnog mesa (sva masnoća je odstranjena)
- Kuvani krompir srednje veličine

- Srednja porcija koju čine tri vrste povrća (pr. šargarepa, pasulj, brokuli)
- 200 g niskokaloričnog voćnog jogurta.

c. Maratonci (muškarci)

Maratonci jedu velike količine ugljenih hidrata (koji predstvljavaju najbolje gorivo za njihove mišiće) da bi izdržali svakodnevne naporene treninge. Mada su oni vitki i mišićavi (65 kg) njihove enegretske potrebe su velike jer troše velike količine energije i na treninzima i na takmičenjima. Osim toga moraju da piju velike količine tečnosti (voda i energetske napitci) u toku treninga, a takođe moraju i u toku večernjeg obroka da unose velike količine tečnosti da bi oporavili organizam.

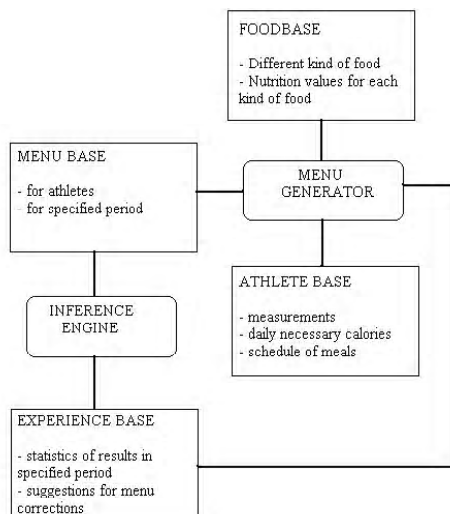
- srednja porcija grilovanog posnog mesa - odstranjene sve masnoće
- 3 šolje testenine i 1 veliki kuvani krompir
- 1 šolja povrća (kao za gimnastičare)
- 2 kriške graham hleba
- velika posuda voćne salate sa 200 g niskokaloričnog jogurta
- 2 čaše voćnog soka (plus puno vode)

d. Veslači (muškarci)

Veslači su obično krupnije telesne konstitucije (85kg) i treniraju naporno po 3-4 sata svakog dana. Stoga oni imaju velike potrebe za energentima i ugljenim hidratima. Da bi zadovoljili na adekvatan način potrebe za hranom a da se ne bi prejedali i osećali nelagodno, potrebno je da imaju 2 večernja obroka sa razmakom od par sati. Kao i košarkaši treba da upotrebljavaju voćno-mlečne kaše. Ovakvi napitci su izuzetno hranljivi i sa malom količinom masnoća. Osim toga i oni moraju da vode računa da unose što više tečnosti jer se jako znoje u toku treninga.

- Obrok 1 (19:00) - isti obrok kao za maratonce
- Obrok 2 (21:30 pm) - velika činija cerealija sa polumasnim mlekom i kaša od banana, slično kao za košarkaše

Gore navedeni primer odabira namirnica i predloga obroka za razne kategorije sportista može biti dobar domen za primenu inteligentnih sistema. Ovakav sistem bi mogao da posluži za generisanje raznovrsnih i kvalitetnih menija za sportiste (pojedinice, timove, reprezentaciju) kako za kraće propreme tako i za duže periode. Globalna struktura takvog sistema je predložena na Slici 1.5..



Slika 1.5. Globalna struktura inteligentnog sistema

Baza namirnica (FOODBASE) – je baza neophodnih podataka (kao i nutritivne vrednosti) za različite namirnice i jednostavna jela, da bi se formirali meniji. Baza treba da sadrži što više raznovrsnih namirnica kako bi se generisali što kvalitetniji obroci i kompletni meniji.

Baza sportista (ATHLETEBASE) – sadrži sve neophodne podatke (uključujući dimenzije i gabarite) o sportistima kao i specifičnosti programa za treniranje.

Baza menija (MENUBASE) – sadrži specifične zahteve koji se postavljaju kada je ishrana sportista u pitanju za određeni vremenski period (za nedelju dana, mesec dana, ...). Ovi podaci su dostupni i koriste se za generisanje visoko-kvalitetnih menija. U sistem se mogu ugraditi različite inteligentne tehnike koji povećavaju kvalitet rada sistema.

Iskustvena baza (EXPERIENCEBASE) – sadrži različite statističke podatke (koji se prikupljaju periodično) i koriste u svrhu nalaženja korelacija između hrane koju su sportisti konzumirali i rezultata koji su postigli. Najinteligentnije ponašanje sistema bi se moglo očekivati u generisanju kvalitetnijih menija na osnovu iskustvenih podataka.

4. ZAKLJUČAK

Različiti ljudi, uključujući i istraživače i naučnike imaju različita mišljenja kada je veštačka inteligencija u pitanju. Matematičari pokušavaju da nađu i primene razne teorije (logička konzistentnost, elementi neizvesnosti i verovatnoće,...). Oni se uglavnom bave i pronalaženjem i primenama različitih algoritama rezonovanja i zaključivanja.

Računarski stručnjaci obezbeđuju alate i oruđa koji podpomažu i podržavaju primenu veštačke inteligencije. Softverski sistemi u oblasti veštačke inteligencije postaju sve veći i zahtevniji u pogledu brzine rada i memorije što razvijena svetska industrija računara prati i obezbeđuje.

Istorija razvoja veštačke inteligencije beleži svoje uspone i padove, optimizam, entuzijazam ali i posustajanje i ćorsokake. Takođe su se smenjivali i ciklusi uvođenja novih kreativnih pristupa al i sistematskog usavršavanja najboljih korišćenih tehnika. Najskoriji progres u razumevanju osnove funkcionisanja inteligentnih sistema omogućava i njihovo kvalitetnije poboljšanje i bolju primenu i korišćenje u realnim sistemima.

Svakako, da bi se implementirali dobri inteligentni sistemi neophodna je tesna saradnja između računarskih stručnjaka, matematičara i eksperata iz odgovarajućih domena. Namena ovog i budućeg rada je da se postigne i dizajnira dobar model inteligentnog sistema koji bi se mogao primeniti u raznim oblastima sporta.

REFERENCE.

[1] Burke, L. The complete guide to food for sports performance: a guide to peak nutrition for your sport. 2nd ed. North Sydney : Allen and Unwin, 1995

[2] Hopgood, A., Intelligent Systems for Engineers and Scientists, CRC Press, 2001.

[3] Russell, S., Norvig, P.,: Artificial intelligence – a modern approach, Prentice Hall. 1995.

[4] [Sports Nutrition](#) Topics Page