

## Peirceove logičke kategorije kao osnova za meko računarstvo

Alma Granov  
Filozofski fakultet  
Franje Račkog 1, Sarajevo, BiH  
alma.granov@ff.unsa.ba

### Sažetak

*Meko računarstvo danas predstavlja veliki korak naprijed kada je u pitanju problem koncipiranja vještačke inteligencije i općenito inteligentnih sistema. Kompjuterska semiotika, kao hibridna naučna disciplina kompilirajući postulate semiotike i kompjuterske nauke pokušava modelirati opće koncepte za meko računarstvo. U tom smislu, Peircov koncept logičkih kategorija ispostavlja se kao koncept koji bi mogao polučiti rezultat kada su neki aspekti vještačke inteligencije u pitanju.*

**Ključne riječi:** Peirceove logičke kategorije, meko računarstvo, kompjuterska semiotika

### Peirceove logičke kategorije

Teorijski je okvir trima oblicima logičkog zaključivanja u Peircea njegov nauk o trima univerzalnim kategorijama: prvosti, drugosti i trećosti. Peirce u svojoj semiotičkoj teoriji opisuje tri načina zaključivanja: dedukciju, indukciju i abdukciju.

Dedukcija predstavlja način zaključivanja kojim se konstatira da je neko stanje stvari nužno takvo. Dedukcija polazi od nekog općeg pravila i nekog posmatranog pojedinačnog slučaja i dolazi do daljeg znanja o tom pojedinačnom slučaju. No, kako je deduktivni zaključak nužan jer je rezultat zaključivanja već sadržan u samom pravilu, on nikada ne može voditi nekoj novoj spoznaji.

Indukcija je način zaključivanja suprotstavljen dedukciji. U induktivnom postupku zaključivanja od pojedinačnog slučaja i nekog verificiranog ishoda generalizacijom se zaključuje o nekom pravilu. Treba naglasiti da je induktivno stečena spoznaja uvijek samo nekakav vjerojatan, moguć iskaz. Indukcija predstavlja proces potvrđivanja faktičnosti putem sučeljavanja i susretanja s činjenicama.

Abdukcija od ishoda kojem je potrebno objašnjenje zaključuje o dotada nepoznatom. Abdukcija za polazište ima prihvaćanje čiste mogućnosti. Za Peircea je abdukcija ključna u razumijevanju postupka koji se označava kao naučno otkri-

vanje (Hoffmann, 1997:13). Peirce je abdukciju identificirao sa pojmom pukog gonetanja, odnosno identificirao je sa intuitivnom sposobnošću definirajući intuiciju kao "premisu koja sama po sebi nije zaključak" (Peirce, 1868:103). Abduktivni ili hipotetički silogizam se može opisati na sljedeći način:

$$\frac{\text{ako } q \text{ onda } p}{q} \quad \text{ili} \quad \frac{\text{ako } q \text{ onda } p}{\text{ne-}p}$$

$$p \quad \quad \quad \text{ne-}q$$

U odnosu na činjenicu da je Peirceova kategorija prvosti definirana kao puka mogućnost, da je drugost definirana kao kategorija golih činjenica koje proizilaze iz nekog odnosa, a da je trećost definirana kao kategorija općih zakonitosti imamo jasnu sliku o abdukciji kao fenomenu prvosti, indukciji kao fenomenu drugosti i dedukciji kao fenomenu trećosti.

Tabela 1: Peirceove logičke kategorije

univerzalna kategorija karakteristike	PRVOST	DRUGOST	TREĆOST
MOGUĆNOST	ABDUKCIJA		
GOLE ČINJENICE		INDUKCIJA	
OPĆE ZAKONITOSTI			DEDUKCIJA

### Peirceove logičke kategorije i meko računarstvo

Soft computing (meko računarstvo) predstavlja skup računarskih metodologija oko fuzzy logike (FL), neuro-računarstva (NR), genetičkog računarstva (GR) i probabilističkog računarstva (PR). Unutar mekog računarstva, kako ističe Subašić (Subašić, 1997:189-190) oblasti od interesa fuzzy logike, neuro-računarstva, genetičkog računarstva i probabilističkog računarstva su:

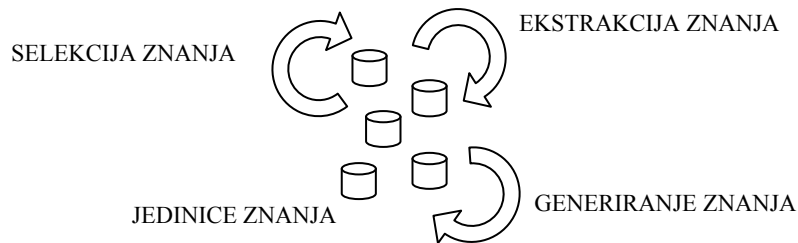
FL – aproksimativno zaključivanje, granulacija informacija, računanje riječima;

NR – učenje, adaptacija, klasifikacija, modeliranje i identifikacija sistema;

GR – sinteza, podešavanje parametara i optimizacija putem sistematskog slučajnog pretraživanja i evolucije;

PR – obrada neizvjesnosti, probabilističke mreže, predviđanje, sistemi zasnovani na kaosu.

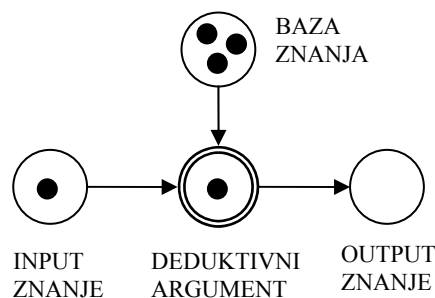
Godwin i Gomde na tragu Peirceovih logičkih postavki promatraju kompjutersku semiotiku kao pokušaj emulacije kruga semioze unutar digitalnog kompjutera. Godwin smatra da se procesi operiranja znanjem mogu identificirati kao selekcija znanja (abdukcija), ekstrakcija znanja (dedukcija) i generiranje znanja (indukcija) i shematski je to predstavio na ovaj način (Godwin, 1998: 796):



*Ilustracija 1: Procesi operiranja znanjem*

Naime, Gudwin i Gomide (Gudwin and Gomide, 1997: 3981-3986) su pošli od toga da se transformacije spoznaje (znanja) mogu predstaviti posebnom vrstom znanja koju nazivaju argumentativnim znanjem ili jednostavno “argumenti”. Kao tri osnovna argumenta oni prepoznaju, prema Peirceovom modelu, deduktivni, induktivni i abduktivni argument.

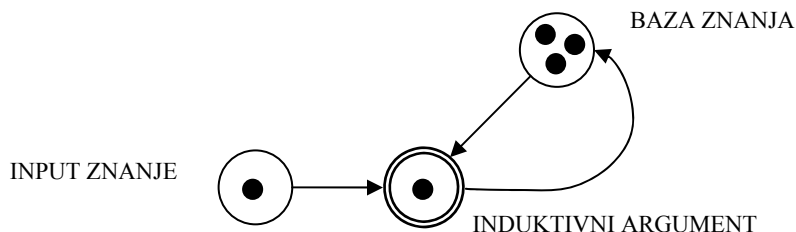
Deduktivni argument, prema njihovom viđenju, koristi transformacionu funkciju koja u osnovi prikuplja znanje iz dva inputa. Prvi konstituira neku vrstu generičkog znanja koja se odnosi na osnove znanja samog sistema. Drugi input je specifično znanje koje će se koristiti kao “ključ” za osnove znanja. Opća shema za deduktivni argument može se prema njihovom mišljenju prikazati ovako:



*Ilustracija 2: Deduktivni argument*

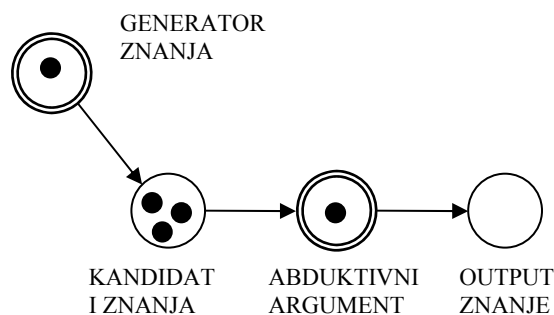
Glavni zadatak deduktivnog argumenta jeste da odabere u bazi znanja ispravan odlomak znanja i da ga koristi sa input znanjem, aktivirajući jednu od svojih unutarnjih funkcija kako bi generirao output znanje.

Induktivni argument se koristi kako bi se generirao novi odlomak znanja koji se može komparirati sa ostatkom znanja koje se već nalazi u sistemu. Osnovnu shemu induktivnog argumenta oni su predstavili ovako:



*Ilustracija 3: Induktivni argument*

Svrha induktivnog argumenta jeste modificiranje dijelova znanja koji su ranije pohranjeni u bazu znanja kao input. U tom smislu, modificirano znanje je u isto vrijeme input i output induktivnog argumenta. Ali to se može prepoznati i dijelom u shemi deduktivnog argumenta. Razlika među njima se očituje u tome što je znanje generirano deduktivnim argumentom već sadržano u bazi znanja. U tom smislu, ono samo ekstrahuje znanje iz baze znanja. Induktivni argument generira novi odlomak znanja koji nije sadržan u postojećoj bazi znanja. Abduktivni argument se koristi kako bi izvršio vrednovanje odlomka znanja kojeg je prethodno generirao generator znanja kao što je npr. induktivni argument ili neka vrsta slučajnog procesa. U ovom slučaju ovaj argument ne generira novi odlomak znanja, nego odabire, iz zbira različitih kandidata, odlomak znanja koji je najvjerojatniji. Abduktivni argument oni su shematski prikazali ovako:

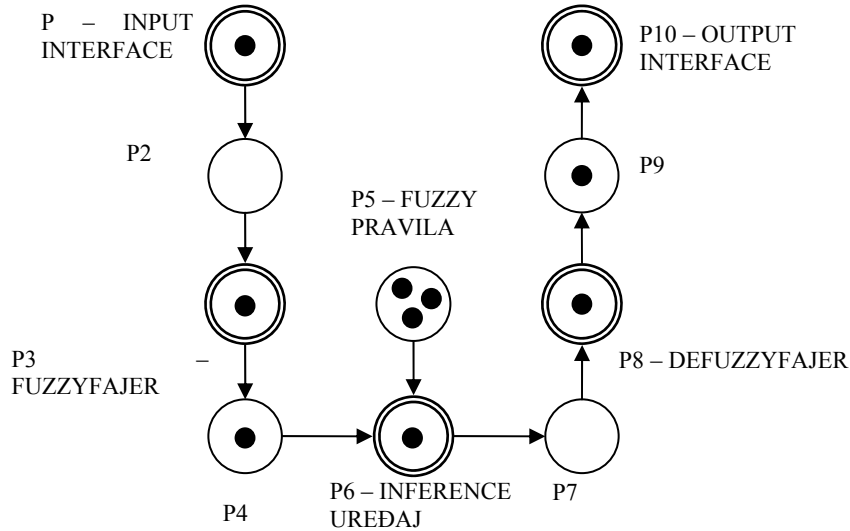


*Ilustracija 4: Abduktivni argument*

Abduktivni argument koristi svoju selekcionu funkciju kako bi izvršio odabir u inputu i doveo odabrano do outputa

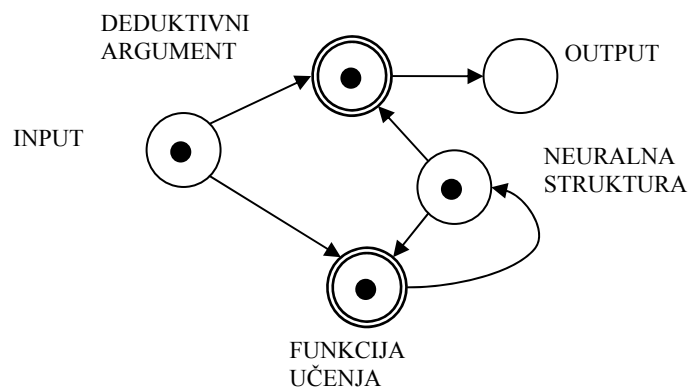
Oni su pokazali kako se ovi semiotički mehanizmi mogu primijeniti u slučaju soft computing tehnika kao što su npr. fuzzy sistemi i neuralne mreže.

Opći fuzzy produkcionni sistem oni su prikazali sljedećom shemom:



Ilustracija 5: Opći fuzzy produkциони sistem

Glavni argument u fuzzy produkcijskom sistemu je deduktivni argument koji je predstavljen kao P6 u datoj shemi, i nosi naziv inference engine (naprava za izvođenje zaključaka). Ostali argumenti u P1, P3, P8 i P10 su također deduktivni elementi, ali njihov jedini zadatak je konvertirati znanje u pogodnu formu. Shema samoorganizirajuće neuralne mreže u njihovoj interpretaciji semiotičkih argumenata prikazana je na sljedeći način:



Ilustracija 6: Semiotički argument u neuralnoj mreži

Kao što se može vidjeti ova neuralna mreža ima dva glavna argumeta. Deduktivni argument koji se obavlja za vrijeme feedforward faze kada generira output od inputa. Funkcija učenja je induktivni argument koji obavlja samoorganiziranje neuralne mreže. Ona funkcionira promatrajući input i modificirajući neuralnu strukturu obavljajući na taj način njenu fazu učenja.

Možda bi na ovom mjestu bilo interesantno napomenuti da Gudwin inače u svojim radovima (uključujući i doktorsku disertaciju) govori o jedinicama znanja u skaldu sa Peirceovom teorijom. Naime, Gudwin će istaći da ako podaci koje prezentira struktura slijede, odnosno poštuju direktno modeliranje izvanjskog fenomena ta jedinica znanja nosi naziv ikon. Ako oni, pak, pružaju lokalizaciju unutar prostora za prezentaciju neke druge strukture nose naziv indeks. I konačno, ako predstavljaju ključ u konverzionalnoj tabeli nose naziv simbol.

I što je najvažnije ovo sve se može pretočiti u matematičke opise i time ove postavke učiniti osnovom za kreiranje inteligentnih kompjuterskih sistema. Naime, proces defuzzyfikacije je proces u kojem se fuzzy zaključak pretvara u jedan realan broj. Broj koji se dobije metodom defuzzyfikacije nije proizvoljan on mora da bude realan predstavnik fuzzy zaključka koji smo dobili primjenom fuzzy pravila, te je na taj način prihvatljiv za mogućnost logike sa dvije vrijednosti (Subašić, 1997:97).

### **Zaključak**

Kompjuterska semiotika raspolaže teorijskim i tehnološkim konceptima kojima se mogli unaprijediti sadašnji modeli mekog računarstva. Peirceov semiotički nauk kojega karakterizira pansemiotički pogled na univerzum ispostavlja se dobrom podlogom za pitanja kompjuterske semiotike i to upravo u onom njenom segmentu koji se tiče istraživanja umjetne inteligencije. Peirce je logiku vidio kao disciplinu semiotike i u tom smislu nastojao je definirati semiotički pogled na čovjeka i njegovo spoznavanje čime je stvorio dobru podlogu za one tehnološke koncepte koji nastoje oponašati čovjekov način rezoniranja i njegove sposobnosti obrade semiotičkih elemenata svijeta u kome djeluje. Zato će njegova logika koja počiva na induktivnom, deduktivnom i abduktivnom argumentu moći dobro poslužiti kao iskoristiv koncept u mekom računarstvu.

### **Literatura**

- Gudwin, Ricardo; Gomide Fernando. A Computational Semiotics Approach for Soft Computing. // IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics – SMC'97 – 12-15/October – Orlando, 1997, vol. 4, pp. 3981-3986
- Gudwin, R. Ricardo. On the generalized deduction, induction and abduction as the elementary Operators within Computational Semiotics. // Proceedings of ISAS'98/ Intelligent Systems and Semiotics-International Conference, 14-18/September, Gaithersburg, 1998, pp.795-800
- Gudwin, R. Ricardo. Contribuições ao Estudo Matemático de Sistemas Inteligentes, Ph.D. Thesis. DCA-FEEC-UNICAMP, 1996
- Hoffmann, Michael. Is there a "Logic" of Abduction?. // Forthcoming in the Proceedings of the 6th Congress of the IASS-AIS, International Association for Semiotic Studies in Guadalajara, 1997, pp. 13-18

Nöth, Winfried. Priručnik semiotike, Zagreb : Ceres, 2004

Peirce, Charles Sanders. Questions Concerning Certain Faculties Claimed for Man. // *Journal of Speculative Philosophy*, 2, 1868; pp.103-114

Peirce, Charles Sanders. *Collected Papers*, vols. I-VIII (eds. Hartshorne & Weiss; Burks), Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1934-58

Subašić, Pero. *Fazi logika i neuronske mreže*, Beograd, Tehnička knjiga, 1997

Zadeh, Lotfi. Fuzzy Logic and Approximate Reasoning. // *Synthese* 30, 1975; 407-428