

Zorislav ŠOJAT

Samoorganizirajuća gramatika

UVOD

0.1. Prije otprilike četiri godine počeo sam raditi na kompjutorskom programu koji bi razgovarao s čovjekom. Kako je, zapravo, razgovor, konverzacija, lingvistički fenomen, svaka razrada takvog kompjutorskog programskog sustava zahtijeva primjenu niza lingvističkih postavki, a veoma često i rješavanje određenih lingvističkih problema. Statički način prilaznja jeziku i gramatici, koji je u osnovici svih lingvističkih teorija, u primjeni na razvijanju »umjetne inteligencije«, koju sam svojim kompjutorskim programom želio postići, nije dao zadovoljavajućih rezultata. Budući da je jezik dinamički fenomen, neminovno mi se nametnuo zaključak da i opis jezika može biti dinamički, a u primjeni na moj kompjutorski program čak i da mora biti dinamički. Kompjutorski programi za komunikaciju elektronskog računara i čovjeka u najvećem broju slučajeva rješavali su praktične probleme primjenom dosadašnjih lingvističkih spoznaja, ponajčešće unošenjem elemenata tradicionalne gramatike kao osnovnih uputa stroju. Zbog takva pristupa mogućnost komunikacije čovjek — stroj bila je ograničena na jednu, gramatički unaprijed zadanu jezičnu strukturu. Moja je zamisao bila da napravim takav programski sustav koji će stroju omogućiti samoorganizirajuće prilagođavanje bilo kojoj jezičnoj strukturi. Primjenom kibernetičkih, dinamičkih, načela na jezični fenomen uspio sam dobiti pozitivne rezultate.

1. PRINCIPI SAMOORGANIZACIJE

1.1. Svaki kibernetički sustav možemo promatrati kao crnu kutiju (the black box) u kojoj se događaju procesi koje ne možemo neposredno promatrati. Svaki se ulazni podatak, informacija, u crnoj kutiji na neki način transformira te daje odgovarajući izlaz. Kako se, kojim procesima, informacija unutar crne kutije

zaista transformira, nije bitno. Crna nam je kutija, naime, poznata ako znamo koje će izlazne informacije dati pri određenim ulaznim informacijama. Proces unutar crne kutije mogu se opisati na bezbroj različitih načina. Ako crna kutija opisana na jedan od mogućih načina na isti podražaj (ulaznu informaciju) jednako reagira (daje istu izlaznu naredbu, informaciju) kao i predložak, ona joj kibernetički odgovara.

1.2. Osnovni je pojam kibernetike *organizacija*. Organizacija općenito može se definirati *uvjetovanošću*. Uzmemo li tri varijable, X, Y i Z i zamislimo relaciju između X i Y, o organizaciji možemo govoriti samo ako je ta relacija ovisna o Z. Uvjetovanost može postojati tek ako postoji skup svih mogućih stanja, tzv. *produkcijски prostor*, i skup ostvarenih stanja, *realni svijet*:

$$\{\langle \text{realni svijet} \rangle\} \subset \{\langle \text{produkcijски prostor} \rangle\}$$

Da bi se promijenila stanja koja sada, u ovom trenutku, postoje u realnom svijetu i da bi se iskoristio dio drugih mogućih stanja produkcijskog prostora, mora postojati neki utjecaj izvana, neki pobudni impuls. Takav je utjecaj upravo *komunikacija*. Prema tomu, organizacija postoji samo onda ako postoji komunikacija. Komunikacija, naravno, implicira ograničenje među stanjima X i Y. Ako za neki X možemo uzeti bilo koji Y, jasno je da ne postoji nikakva komunikacija, nikakvo ograničenje među mogućim parovima (X,Y), a time ni organizacija među njima. Dakle, postojanje organizacije među promjenljivicama jednako je postojanju ograničenja u produkcijskom prostoru, koje ne dopušta pojavljivanje svih mogućih stanja. Glavna je karakteristika produkcijskog prostora da sadrži više stanja nego što ih ima u realnom svijetu. Realni je svijet skup onoga *što jest*, a produkcijski prostor skup onoga *što bi moglo biti*, pri čemu se taj produkcijski prostor mijenja ovisno o predodžbi promatrača. Mijenja li se, dakle, promatrač, mijenja se i produkcijski prostor, pa prema tomu dva promatrača mogu imati dva potpuno različita produkcijska prostora, unutar kojih promatraju određeni podskup produkcijskog prostora, tj. skup stvarnih stanja i događaja. Budući da organizacija postoji samo unutar produkcijskog prostora (tj. postoji ograničenje u biranju stanja unutar tog prostora), organizacija je zapravo relacija između predmeta promatranja i promatrača (jer, kako je rečeno, produkcijski prostor ovisi o promatraču). Tako će karakteristike ograničenja (i organizacija) direktno ovisiti o promatraču i njegovu odnosu prema predmetu promatranja.

1.3. Apstraktni je kibernetički *stroj* sve ono što se ponaša tako da unutrašnje stanje stroja i stanje okoline nedvojbeno određuju slijedeće stanje stroja u koje će prijeći (Ashby, 1945.), dakle, stroj u kibernetičkom smislu nije materijalni uređaj ovisan o energiji. Ako je prijelaz iz stanja u stanje kontinuiran, tj. ako ne postoje stanja kao čvrste točke u kojima se sustav zaustavlja, opisat ćemo ga sistemom diferencijalnih jednadžbi, u kojima je vrijeme nezavisna varijabla. »Stroj s ulazom« (Ashby, 1958.) definira se skupom internih stanja S, skupom ulaznih stanja U i preslikavanjem f skupa $U \times S$ u S. To je bit stroja opće-

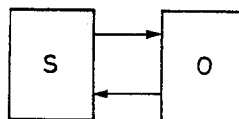
nito. Ako S predstavimo kao skup podskupova mogućih stanja T_i dijelova i , tada je organizacija među tim dijelovima specificirana preslikavanjem f . Mijenja li se organizacija, mijenja se i preslikavanje i obratno. Preslikavanje i organizacija zapravo su dva načina gledanja na isti problem i označavaju istu stvar.

1.4. Definicija organizacije (t. 1.2., 1.3.) ne određuje je li neka organizacija dobra ili loša. Većina je organizacija loša, a ono što smatramo dobrom organizacijom mora biti eksplicitno definirano za svaki pojedini slučaj, jer je samo u nekim sustavima, izuzetno, potpuno jasno i samo po sebi razumljivo što je dobra organizacija. Tako je npr. neki biološki sustav dobro organiziran ako je sposoban preživjeti u nekoj sredini. Međutim, promijenimo li sredinu, sustav može odjednom postati veoma loše organiziran. Dakle, ne postoji dobra organizacija u apsolutnom smislu, nego je ovisna o sredini u kojoj se nalazi i o kriterijima koji se postavljaju. Pa ipak, u svim slučajevima moguće je utvrditi da je bit dobre organizacije takvo međusobno djelovanje određenih dijelova koje omogućuje ostvarivanje nekog zadanog »žarišnog stanja« (»focal condition«, Sommerhoff, 1950.). Sommerhoff pokazuje da je u svakom pojedinom slučaju potrebno definirati prvo skup smetnji (vrijednost njegove »coenetic variable«) i drugo cilj (»žarišno stanje«, »focal condition«). Smetnje pokušavaju istjerati stroj iz žarišnog stanja ili onemogućiti da se postigne žarišno stanje. Organizacija je u tom slučaju relacija između smetnji i cilja. Promijenimo li smetnje, organizacija će od dobre postati loša i obratno. Dakle, ne postoji ni dobra ni loša organizacija u apsolutnoj vrijednosti, već kvaliteta organizacije ovisi o vanjskim uvjetima i zadanom problemu.

1.5. Organizacija kao proces može se definirati kao spajanje dijelova u cjelinu. Sustav koji počinje s odvojenim, nepovezanim dijelovima koji se ponašaju tako da dolazi do međusobnog spajanja možemo prema toj definiciji organizacije nazvati *samoorganizirajućim*. Međutim, organizacija tako spojenih dijelova ne mora biti dobra. Zbog toga bismo takav sustav radije nazvali *samospajajućim* nego *samoorganizirajućim*. Definirajmo zato organizaciju ne kao promjenu od nepovezanog, neorganiziranog u povezano, organizirano, nego kao promjenu loše organiziranog u dobro organizirano. *Samoorganizirajućim ćemo nazvati sustav koji se ponaša tako da svoju lošu organizaciju mijenja u dobru.*

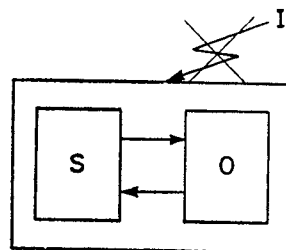
Stroj bi bio samoorganizirajući, u doslovnom i striktnom značenju te riječi, tek onda kad bi automatski mijenjao svoju lošu organizaciju u dobru. Naravno, potpuno je jasno da nijedan stroj ne može biti samoorganizirajući u tom smislu, jer bi to značilo da preslikavanje f S u S kojim smo definirali organizaciju, mora biti ovisno samo o sebi: f je, po definiciji, funkcija koja prisiljava sustav parova (s_i, s_j) da iz stanja s_i prijeđe u stanje s_j . Kad bismo htjeli samoorganizaciju u apsolutnom smislu, funkcija f bi morala biti ovisna o s_j , što je besmislica, jednako kakva je besmislica i $x = \varphi(x)$! Dakle, samoorganizaciju je nemoguće definirati unutar samoga stroja. Ako želimo da postignuta organizacija bude dobra, moramo predvidjeti neki kriterij te dobrosti, a zatim provjeriti je li izabrana

prava, željena, organizacija. Prema tomu, samoorganizacija se mora definirati unutar sustava koji se sastoji od stroja S i njegove okoline O , u uzajamnom djelovanju:



Svaki stroj u procesu samoorganizacije vrši selekciju, odabir stanja u svojoj težnji prema stabilnom stanju (»focal condition«), tj. odbacuje neka stanja a prihvaća neka nova. Za svako odabiranje slijedećeg stanja u koje će prijeći stroj mora od okoline O primiti određenu količinu informacija N , koja je jednaka količini N pravilne selekcije.

1.6. *Svaki izolirani dinamički sustav koji podliježe nepromjenljivim zakonima stvara organizme koji su prilagođeni svojoj okolini, tj. stvara vlastiti oblik inteligentnog života* (Ashby, 1962.). Termin »izolirani« ovdje znači da izvan sustava koji se sastoji od stroja S i okoline O ne dolaze nikakve informacije:



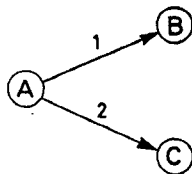
Bit samoorganizacije prikazat ćemo na jednostavnom primjeru funkcioniranja sata. Po striktnom fizikalnom zakonu da se navinuta opruga zbog elastičnih sila mora opustiti (okolina O , skup smetnji) sat (stroj S) prelazi iz stanja loše organizacije (navinuta opruga, nestabilno stanje pod jakim utjecajem smetnji) u stanje dobre organizacije, žarišno stanje (stanje nenavinutosti), koje je potpuno otporno na djelovanje spomenutog fizikalnog zakona (koji i dalje postoji, tj. djeluje u okolini O). Sat je prošao proces samoorganizacije i stvoren je organizam potpuno otporan na smetnje. Sat i spomenuti fizikalni zakon su, prema tomu, izolirani sustav tako dugo dok se izvana ne vrši prodor u sustav, tj. dok sat ne navijamo i tako nasilno, izvana, izvan sustava, ubacujemo nove informacije u sustav, mijenjajući dobru organizaciju u lošu.

W. Ross Ashby kao primjer samoorganizacije navodi kompjutor koji je programiran tako da u memoriju spremi, slučajnim odabirom i slučajnim redoslijedom (»randomski«) brojeke 0—9. Kompjutor je programiran tako da unutar sustava vlada dinamički zakon koji množi dva susjedna broja i rezultat spema na mjesto prvoga. Pogledajmo što se događa pri izvršavanju toga programa. Po pravilima »svijeta« u kojem te brojeke »žive«, paran broj pomnožen s parnim daje paran, neparan pomnožen s neparnim daje neparni broj. Ali par pomnožen s neparom daje par! Prema tomu, po spomenutim pravilima parni brojevi imaju veću šansu da prežive. Promatrajući razvoj događaja,

vidjet ćemo kako u tom procesu parni brojevi neprestano zamjenjuju neparne, dok ih potpuno ne zamijene. No, ako je pri upisu upisana nula, ona nadvlada i neparne i parne brojeve, sve dok naposljetku mjesto neparnih i parnih brojeva ne ostanu same nule.

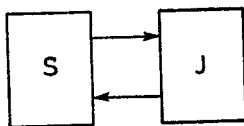
U ovom su primjeru definirana čvrsta pravila (množenje i zamjena) koja djeluju na promjenu osobina upisanih brojeva. Na taj način ta pravila *automatski* izabiru operande posebno otporne na pravila koja ih pokušavaju promijeniti. Kako je nula apsolutno otporna na množenje, ona će svakako preživjeti u tom sustavu. Prema tomu, da bi se razvio život i inteligencija, potrebni su samo *nepromjenljivi dinamički zakoni*, tj. sustav mora biti izoliran. Dakle, u svakom izoliranom sustavu neizbježno dolazi do razvoja života i inteligencije (premda taj razvoj može u degeneriranim slučajevima doći do nultog stupnja). Stupanj inteligencije ovisi o kompliciranosti i kompleksnosti zakona i članova u tom sustavu.

Termini *život*, *inteligencija* u kibernetici, dakako, nemaju biološko značenje tih riječi, premda taj smisao obuhvaćaju. Pokušat ćemo objasniti što je to zapravo inteligencija u kibernetičkom smislu prikazom stroja s tri moguća stanja: A, B, C. Tijekom organizacije će se pronaći da je, na primjer, za pobudni impuls 1 bolja organizacija u stanju B, a za pobudni impuls 2 u stanju C. Kad god se na ulazu pojavi određeni impuls, a stroj se nalazi u stanju A, on će automatski prijeći u pravilno stanje:



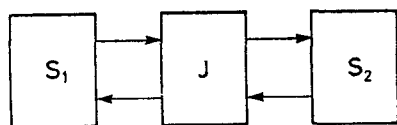
2. JEZIK KAO STROJ

2.1. Jezik je samoorganizirajući stroj. Samoorganizacija stroja unutar samoga sebe nije moguća, pa je u jeziku, da bi se mogao organizirati, potrebna okolina: npr. čovjek. Prema tomu, jezik je čovjeku okolina, a čovjek je jeziku okolina:



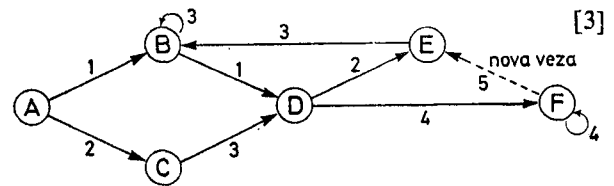
(S = sugovornik; J = jezik)

Konverzacija između dviju individua odvija se posredstvom jezika, koji se, primajući informacije od jednog sugovornika, neprestano mijenja i te promjene stanja i njihovih međusobnih veza (tj. promjenu organizacije unutar jezika) prenosi dalje na drugog sugovornika:

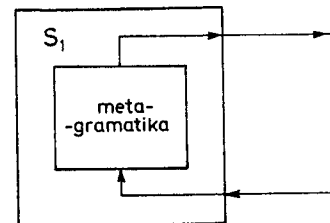


Jezik — koji je po mogućnostima, tj. ostvarenim i neostvarenim stanjima, jednak produkcijskom prostoru, a po ostvarenim, organiziranim, stanjima jednak

realnom svijetu — neprestano se u procesu samoorganiziranja mijenja i dobiva nove veze među stanjima (unutar realnog svijeta ili iz produkcijskog prostora). Naravno da se određeni slijed stanja ponavlja samo na zahtjev određene ulazne informacije:



2.2. Pojednog sugovornika mogli bismo prikazati ovako:



(meta-gramatika ↔ meta-jezik)

Pojedini sugovornik ima gramatiku samo onog dijela jezika koji zna, tj. njegov meta-jezik pravi je podskup jezika. U procesu konverzacije, tj. samoorganiziranja, neprestano se pojavljuju nova stanja i veze među stanjima, te se meta-jezik neprestano mijenja.

2.3. *Meta-gramatika* je sustav pravila koja omogućuju dinamički opis bilo koje jezične strukture. Kako se radi o dinamičkom procesu, o dinamičkom opisu, dio te gramatike imat će oblik procedure, koja mora zadovoljavati bilo koji sustav ulaznih podataka i koja će moći generirati izlazne rečenice.

Rekli smo da je za samoorganizacijski proces u dinamičkom sustavu bitno da bude zatvoren. Meta-gramatika se zatvara preko jezika i s njim čini samoorganizirajuću cjelinu. Zatvaranjem sustava dobivamo povratnu spregu, povratnu informaciju vanjskog sustava, jezika, koja postaje kriterij *generirane gramatike* — sustava koji omogućuje stvaranje valjanih rečenica.

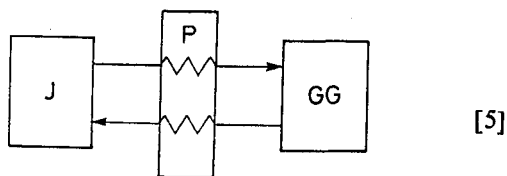
Meta-gramatika sastoji se od dva dijela:

a) od *konstantnog sustava pravila u obliku procedure*, koja prima ulaznu informaciju i prerađuje ju u internu formu i koja internu formu realizira kao izlaznu informaciju

b) od *generirane gramatike*.

Budući da se jezik neprestano mijenja, statička gramatika ne opisuje jezik dovoljno egzaktno, jer već u trenutku njezina stvaranja zastaruje. Prema tomu, gramatika se mora dinamički mijenjati, neprestano se prilagođavajući mijenama jezika. Naravno da je nemoguće napraviti gramatiku koja bi dinamički pratila razvoj cjelokupnog jezika, već je to moguće samo za jedan njegov dio. Nasuprot generiranoj gramatici koja se neprestano mijenja, procedura je neprestano ista. Generirana je gramatika direktno izvedena iz procedure, u procesu samoorganizacije između jezika i generirane gramatike, koja je prilagođena univerzalnoj mo-

gućnosti generiranja generirane gramatike. Ta su dva elementa meta-gramatike u nekoj vrsti dijalektičkog odnosa. Shematski bismo to mogli predstaviti ovako:



(P = procedura, GG = generirana gramatika)

Procedura P zapravo je kanal koji omogućuje generiranu gramatiku i povezuje ju s vanjskim sustavom. Generirana je gramatika apstraktni stroj, a procedura je zapravo uređaj, dakle konkretnija.

2.4. U mom se sustavu ne može odvajati forma znaka od sadržaja znaka, tj. ne mogu se definirati (usp. isti stav glosematike). Prema tomu značenje (izraz + sadržaj) definira se uporabom određenog znaka na pravom mjestu, tj. njegovom pojavom u pravilnom odnosu prema drugim znakovima. Ne postoji sustav znakova, sama sustavnost čini značenje. Značenje je *odnos*.

Suvremene lingvističke teorije prihvaćaju mišljenje R. Jakobsona da je »...jezik, u smislu de Saussureove langue, identičan s kodom iz teorije informacija.« (Škiljan, str. 8) Međutim, zato što su forma i sadržaj nedjeljivi, smatram da jezik nije kod. Budući da su sve postavke koje je moguće generirati iscrpljene u meta-gramatici, nema se što kodirati. Jezik prenosi informacije. U procesu samoorganiziranja jezik ne transformira informacije ni na koji način, već se promjena i primjena nekog stanja direktno prenosi na drugog sugovornika. Zbog toga je jezik izbalancirani skup svih meta-jezika. Neki se dijelovi jezika češće upotrebljavaju, neki se ne upotrebljavaju, neki se upotrebljavaju samo u nekim sredinama. Oni dijelovi, prijelazi između stanja koji se češće upotrebljavaju čine *bit* jezika.

3. OSNOVE META-GRAMATIKE

3.1. Bilo koju rečenicu vanjskog sustava možemo nekom procedurom podijeliti na manje cjeline, od kojih se sastoji. Nazovimo te cjeline riječima.

Rečenica je skup konačnog broja riječi jezika (L), povezanih funkcijskom zavisnošću (φ). Funkcijska je zavisnost (φ) semantička i gramatička. Simbolički izraženo:

$$\langle \text{rečenica} \rangle ::= \varphi \left(\left[\langle \text{riječ} \rangle \right]_n : n \in \mathbb{N} \right) : \langle \text{riječ} \rangle \wedge \bigwedge \varphi \in L \quad (1)$$

3.2. Svaka se riječ dalje može dijeliti na manje dijelove, sve do određene granice, od koji se dalje ne može dijeliti bez bitnog mijenjanja sadržaja osnovnih jedinica. Nazovimo te osnovne jedinice impulsima:

$$\langle \text{riječ} \rangle ::= [\langle \text{impulsem} \rangle]_n : n \in \mathbb{N} \quad (2)$$

Svaki jezik postavlja distinktivne opozicije. Fonem je najmanja jedinica takve distinktivne opozicije

(Heike, str. 17). Prema tomu, fonem je direktno uvjetovan jezikom. Nasuprot tomu, impulsom nije ovisan o jeziku nego o kodu. Impulsom se sastoji od impulsa, koji su jednaki bitovima, a zadavanjem koda određuju se i impulsima. Dakle, impulsom može biti sastavljen od $n \in \mathbb{N}$ impulsa (bitova). Pri prijenosu informacija zadajemo kod, i time definiramo impulsom. Impulsom je, zapravo, jedinica komunikacije, najmanja razlikovna jedinica u određenom kodu.

Npr. u binarnom predstavljanju brojeva najmanja je razlikovna jedinica binarna znamenka, a nosi količinu informacije od jednog bita:

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 0 & 0 & 1 & 1_2 = 19_{10} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \text{impulsem} & & & & \end{array}$$

Predstavimo li taj isti broj u tzv. BCD (binary coded decimal) notaciji, jedan će impulsom imati informacijsku vrijednost od četiri bita:

$$\begin{array}{ccccccc} 0001 & 1001_{\text{BCD}} = 19_{10} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \text{impulsem} & & \text{impulsem} & \end{array}$$

Ili ako npr. riječ BCD prikazemo u ASCII-kodu (American Standard Code for Information Interchange) impulsom će imati sedam bita:

$$\begin{array}{ccccccc} 100010 & 100011 & 1000100_{\text{ASCII}} = \text{BCD} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \text{impulsem} & & \text{impulsem} & \end{array}$$

3.3. U točkama 3.1. i 3.2. opisali smo riječi, koje su zasebne cjeline u rečenici i njihove sastavne dijelove. Međutim u (1) navedena je i funkcija (φ), bez koje bi se u jeziku riječi samo gomilale, ne ostvarujući pripadajuću vrijednost. Tek tom funkcijom, koja određuje zavisnost među riječima, pretvara se skup riječi u smislenu cjelinu. Ta je funkcija, kako je rečeno, semantička i gramatička. Naime, svaka rečenica sadrži neku informaciju, a ta informacija proizlazi iz odabira riječi i njihova vremenskog razmještaja u rečenici. Pri tome rečenicu promatramo u dvodimenzionalnom prostoru *znak* \times *vrijeme*. Tako je, na primjer, u rečenici

STAVI KNJIGU NA STOL

riječ STAVI vremenski ispred riječi KNJIGU, riječ NA vremenski iza riječi KNJIGU, a riječ STOL vremenski iza riječi NA.

Određenu informacijsku vrijednost nosi i oblik riječi. Gramatički je, dakle, rečenica određena poretkom riječi i njihovim oblicima. Neku rečenicu u potpunosti možemo opisati zapisujući međusobnu vremensku ovisnost pojedinih riječi. (Pri tom opisati znači moći iz tako rastavljene rečenice ponovno generirati tu istu rečenicu.)

Dakle, u generiranu gramatiku jezika ući će vremenska povezanost riječi, i to opisujući međusobnu zavisnost dvije po dvije vremenski susjedne riječi:

Prije riječi Y dolazi riječ X, nakon riječi Y dolazi riječ Z. Takvim pravilom dobivamo:

$$\langle \text{rečenica} \rangle ::= \langle \text{riječ} \rangle | \langle \text{riječ} \rangle \langle \text{riječ} \rangle \quad (3)$$

$$\langle \langle \text{riječ} \rangle \langle \text{riječ} \rangle \rangle \langle \text{rečenica} \rangle : \langle \text{riječ} \rangle \in L$$

3.4. Budući da ovdje promatramo suviše uski tekst, nije moguće dobiti ni semantički ni gramatički opis jezika. Naime, promatrajući samo po dvije međusobno povezane riječi, mogu se generirati i potpuno nepravilne rečenice, tj. takav je način opisa prelabilan (za veće količine riječi). Druga je pak krajnost struktura tipa: X Y Z, tj. X → Y → Z; X ← Y ← Z (gdje X → Y znači: riječ X dolazi prije riječi Y; X ← Y znači: riječ Y dolazi poslije riječi X). Dakle:

$$\langle \text{rečenica} \rangle ::= \langle \text{riječ} \rangle | \langle \text{rečenica} \rangle \langle \text{riječ} \rangle : \langle \text{riječ} \rangle \in L \quad (4)$$

Tom se strukturom doduše dobiva potpun opis rečenice, ali prečvrst, semantički nedefiniran, jer ne podliježe promjenama u jeziku. Cilj je generirane gramatike mogućnost generiranja semantički i gramatički (prema zamišljenoj apsolutnoj trenutačnoj gramatici jezičnog sustava, tj. prema samom sustavu sustava) pravilnih rečenica jezika. Ali iz X ↔ Y ↔ Z i A ↔ Y ↔ B (X ↔ Y skraćeni je način pisanja X → Y; X ← Y) nemoguće je, uzimajući strukturu tipa X Y Z, dobiti X ↔ Y ↔ B ili A ↔ Y ↔ Z. Druga je zamjerka toj strukturi nemogućnost praćenja zbivanja, promjena u jeziku, tj. njezina statičnost, ukočenost.

3.5. Prema tomu, potrebno je prihvatiti strukturu iz točke 3.3., koja je mnogo fleksibilnija i omogućuje praćenje promjena u jeziku, te generiranja rečenica koje nisu bile registrirane kao ulazne. Međutim, kako je rečeno, ta je struktura zbog uskog teksta koji se promatra prelabilna, pa, na primjer, rečenice

OVAJ STOL JE VELIK

VELIK JE SVAKI AUTOBUS

mogu po toj strukturi dati različite kombinacije na izlazu, među kojima i, gramatički i semantički, nekonvencionalne:

OVAJ STOL JE VELIK JE SVAKI AUTOBUS

3.6. Neku rečenicu ili tekst:

$$\langle \text{tekst} \rangle ::= \langle \text{rečenica} \rangle | \langle \text{tekst} \rangle \langle \text{rečenica} \rangle \quad (5)$$

možemo semantički izjednačiti s konačnim skupom neredundantnih riječi toga teksta, ključnim riječima. Definiranjem ključnih riječi u tekstu riješen je problem iz točke 3.5., jer je mnogo čvršće definiran semantički dio teksta, a posredno i gramatički. Fiksirane su, naime, riječi koje su semantički bitne u rečenici i tako uspostavljene referentne točke, između kojih treba tražiti koje se riječi mogu međusobno povezivati.

Da bismo mogli izabrati neredundantne riječi nekog teksta i da bismo mogli odabrati tematsko gnijezdo kojemu taj tekst pripada, potrebno je naći riječi koje su karakteristične za tu temu. Mjereći i uspoređujući čestotu pojavljivanja pojedinih riječi (čime dobivamo i sklopove i strukture riječi) u tekstu i u pojedinom tematskom gnijezdu, možemo definirati riječi

koje su bitne za neku temu i neko tematsko područje i izlučiti semantički redundantne riječi nekog diskursa. Naravno da je i pri tom izuzetno važan sustav povratnih informacija, kojim se mogu vrlo točno definirati ključne riječi u procesu samoorganizacije »by trial and error« (usp. t. 3.7., Beurle).

3.7. Pri dinamičkom opisu jezika, sa sustavom povratnih informacija, u procesu samoorganiziranja, čestota je ponavljanja pojedine situacije od bitne važnosti. Ona označava stupanj provjerenosti određene strukture generirane gramatike u jeziku. Zato u generiranu gramatiku ulazi čestota ponavljanja svake od spomenutih kategorija: riječi, međusobne povezanosti riječi (i njihovih oblika), ključne riječi i ponavljanja određene riječi u tematskom gnijezdu (u tematsko gnijezdo ulaze sve riječi koje su se ikada pojavile u vezi s određenom ključnom riječi ili skupinom ključnih riječi). Čestota se ponavljanja povećava sa svakom pojavom pojedine jezične strukture. Na taj način je omogućeno vrlo fleksibilno, ali točno definiranje pravilnih sklopova i struktura riječi i rečenica (usp. Beurle).

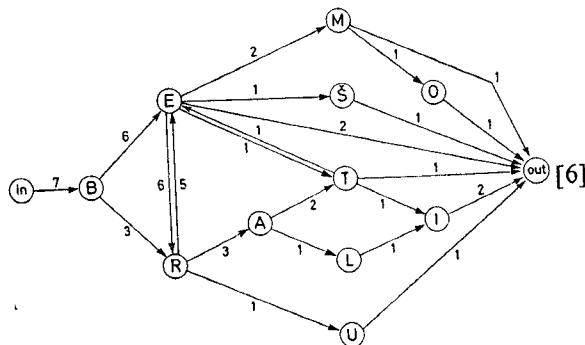
3.8. U t. 3.2. definirana je riječ kao skup impulsa. Međutim, i u opisu riječi pojavljuju se isti problemi kao i u opisu generiranja rečenica (usp. t. 3.3.), tj. opis međusobne zavisnosti po dva impulsa prelabilan je, i (premda bi se, možda, mogli postići neki specijalni efekti, kao što je to npr. generacija novih riječi) takva bi struktura (koja bi, doduše, omogućavala velike i jednostavno provedive modifikacije) generirala mnogo neprovjerenih kombinacija (neprovjerenih u odnosu na zamišljenu gramatiku jezika, usp. t. 3.4.). Druga je pak krajnost prečvrsti opis, tj. bilježenje riječi u njezinu realiziranom obliku.

Kao i pri opisu odnosa riječi i rečenice (t. 3.4. i 3.5.) ipak ćemo morati kao jedino moguće rješenje prihvatiti opis međusobne zavisnosti impulsa.

Tako ćemo iz riječi:

BRATI
BEREM
BEREŠ
BERE
BEREMO
BERETE
BERU
BRALI (smo)
BRAT (ćemo)

provedbom takve procedure dobiti ovakvu generiranu gramatiku (brojevi iznad strelica označuju čestotu upotrebe pojedinog prijelaza među stanjima):



3.9. Riječ možemo podijeliti na osnovu i nastavak:

$$\begin{aligned} \langle \text{riječ} \rangle &::= \langle \text{osnova} \rangle \langle \text{nastavak} \rangle \\ \langle \text{osnova} \rangle &::= [\langle \text{impulsem} \rangle]_n : n \in \mathbb{N} \\ \langle \text{nastavak} \rangle &::= [\langle \text{impulsem} \rangle]_n : n \in \mathbb{N}_0 \end{aligned} \quad (6)$$

Vidimo da se riječ može sastojati samo od osnove, ali ne i samo od nastavka. Problem je u obliku procedure, koja mora biti uvijek jednaka i dovoljna za svaku riječ, koja mora definirati osnovu i nastavak bilo koje riječi.

3.10. Ako se iz sheme [6] ispišu svi impulsemi i čestote njihove uporabe, dobiva se ovakva tablica:

impulsem	čestota
B	9
E	12
R	9
U	1
A	3
T	3
L	1
I	2
M	2
S	1
O	1

Vidimo da su se izdvojili impulsemi B, E i R, koji imaju mnogo veću čestotu uporabe nego ostali impulsemi upotrebljavani u navedenim riječima. Očito je da impulsemi B E R čine osnovu i nose značenje riječi brati. Kod provođenja procedure na svakoj riječi usporedit ćemo da li joj je osnova B E R, te će, ako riječ ima osnovu B E R, ostatak riječi postati nastavak:

$$\text{BEREM} \rightarrow \text{BER} + \text{EM}$$

(Riječ BRATI vodi se pod osnovom BR.)

3.11. Nastavci se vode odvojeno. Svaki pojedini nastavak bilježi se kao skup impulsema i čestote njihove uporabe:

impulsem	čestota
E	1
M	1

Provedemo li međutim kroz proceduru i riječ

$$\text{KOPAM} \rightarrow \text{KOP} + \text{AM}$$

u nastavak će ući:

impulsem	čestota
E	1
M	2
A	1

Nakon ovoga podatka iskristalizirao se »čisti« nastavak M. Kod generiranja rečenica iz generirane gramatike, da bi se dobila riječ BEREM sastavit će se osnova B E R i nastavak M. Iz sheme [6], vidljivo je da se iz osnove B E R i nastavka M jedino može sastaviti riječ BEREM.

3.12. U ovom je poglavlju iznesen jedan od mogućih pristupa meta-gramatici, točnije jedan od mogućih opisa procedure za generiranje generirane gramatike. Iako je sam način opisa odnosa unutar jezika moguće

zamisliti i na drugačiji način, svaki takav *dinamički* opis mora omogućavati balanciranje čestota uporabe pojedinih odnosa, čime se postiže označavanje bitnih i pravilnih odnosa, a odbacivanje nepravilnih i nebitnih (usp. npr. Beurle, Ashby, 1945.).

Procedura za generiranje generirane gramatike trebala bi, pri svakom opisu, biti takva da prolazom podataka kroz nju ne dolazi ni do kakvog gubitka informacija. Kako je procedura kanal, njena informacijska »propusnost« (kapacitet) mora biti veća nego što je potrebno za samoorganizaciju jezika i generirane gramatike.

4. KOMPJUTORSKI PROGRAM SAMOORGANIZIRAJUĆEG UČENJA JEZIKA

4.1. Teoretska razmatranja iznesena u prethodnim poglavljima dijelom su praktički provjerena kompjutorskim programom koji, samoorganizirajući se s okolinom, uči jezik. Kompjutorski je program napravljen u HP Basicu na sistemu Hewlett Packard 2000F. Zbog tehničkih poteškoća i nemogućnosti nesmetanog rada na kompjutorskom sistemu napravljena je tek prva i dio druge faze razvoja, koje provjeravaju osnovne postavke iznesene u trećem poglavlju rada.

4.2. Kako teoretske postavke o rastavljanju riječi na osnove i nastavke iznesene u točkama 3.8. — 3.11., iako praktički provedive u kompjutorski program, zahitjevuju izuzetno veliku kompjutorsku memoriju i kompleksno programiranje, zbog ograničenosti kompjutorskog sistema na kojemu sam radio bilo je potrebno te teoretske principe pojednostaviti.

Riječ se u kompjutorskom programu rastavlja na dva odsječka: segment A i segment B. Segment B zadnji je dio riječi, u principu su to zadnja dva impulsema, a segment A je ostatak riječi nakon odvajanja segmenta B. Od principa da su samo zadnja dva impulsema segment B (koji je princip uveden radi jednostavnosti i striktnosti procedure za generiranje segmentata) odstupa se veoma često. Princip rastavljanja u spomenute segmente prikazat ću primjerom: *stolac* → stol + ac; *stolicama* → stol + icama; *stol* → stol + Ø. Međutim, ako je prva zabilježena riječ *stol*, kompjutor će je rastaviti na st + ol, a *stolac* → st + olac; *stolicama* → st + olicama. U riječima sastavljenim od dva impulsema segment B jest samo zadnji impulsem. Ako je prvo zabilježena riječ *s* → s + Ø, neće biti *stol* →* s + tol, kako bi trebalo biti prema dosad rečenom, već je *stol* → st + ol, zato što bi pri segmentima A sastavljenim od samo jednog impulsema njihovu funkciju zapravo preuzeo segment B (npr. *stol* →* s + tol; *stanje* →* s + tanje; *stvarati* →* s + tvarati; *samostalnoga* →* s + amostalnoga itd.). I u tom bi slučaju sustav funkcionirao, ali to ne bi bilo ekonomično, a osnovni bi nedostatak bio nemogućnost ostvarivanja morfoloških analogija.

4.3. Riječi se pri upisu međusobno odvajaju razmacima da bi se pojednostavilo izdvajanje riječi iz rečenica. Na taj su način postignute znatne uštede u potrebnom memorijskom prostoru i u potrebnom kompjutorskom vremenu. I znakovi interpunkcije također se odvajaju razmacima, jer ih moj sustav interpretira kao zasebne riječi.

4.4. Vrlo je teško rješiv problem određivanja ključnih riječi, tj. striktnog postavljanja matematičkih formula koje definiraju kada pojedina riječ u tematskom gnijezdu postaje ključna, tj. kada je čestota pojavljivanja neke riječi u tematskom gnijezdu dovoljno velika da bi ta riječ postala neredundantna za određeni diskurs (usp. t. 3.12.). Referentna točka, tj. granica redundantnosti, ne smije biti statična, već se mora dinamički mijenjati u procesu učenja. Smatram da je kao referentnu točku najbolje uzeti prosjek čestote svih riječi unutar nekog tematskog gnijezda. Uporabom prosjeka kao referentne točke matematički odražavamo činjenicu da se tematska vrijednost riječi, koliko god bila u nekom razdoblju velika, neuporabom smanjuje.

Iz tih razmatranja dobiva se ovaj uvjet neredundantnosti:

$$x_i > \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad |1/$$

gdje je x čestota uporabe bilo koje riječi unutar tematskog gnijezda koje ispitujemo, i redni broj riječi koju ispitujemo, a n ukupni broj riječi. Taj prosjek ne može biti jedino mjerilo, jer ima mnogo riječi koje su, premda blizu ili nešto iznad prosjeka, ipak redundantne. Prosjekom smo zapravo odredili jednu dinamičku referentnu točku, ali nismo uspostavili određenu, potrebnu krivulju, koja je rezultanta linearne karakteristike prirasta prosjeka i krivulje učenja. Da bismo to postigli, moramo prosjeku pribrojiti neku funkciju koja zadovoljava oblik potrebne krivulje, a također je funkcija prosjeka (također ne smije biti statična!):

$$x_i > \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} + f\left(\frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}\right) \quad |2/$$

Krivulja učenja je logaritamska funkcija s bazom 2. Uvrstimo li to u /2/, dobit ćemo uvjet neredundantnosti:

$$x_i > \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} + 1d \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad |3/$$

Naravno da u praktičkoj provedbi uvjeta /3/ treba predvidjeti rješenja kada je

$$\frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} < 0 \quad |4/$$

jer je tada logaritamska funkcija nedefinirana, a u procesu samoorganizirajućeg učenja na principu pokušaja i pogrešaka, s pozitivnom i negativnom stimulacijom, povratnom spregom, takve su situacije moguće. No na ovom mjestu nećemo raspravljati o tomu, jer bi nas to odvelo predaleko u tehničku stranu problema.

4.5. U ovom sam poglavlju ukratko iznio neke razlike između teorije iznesene u trećem poglavlju i mogeja kompjutorskog sustava samoorganizirajućeg učenja jezika (koji sam nazvao PAM) do kojih je došlo zbog tehničkih nemogućnosti provedbe teorije. U slijedećim fazama rada na sustavu PAM primijenit ću cjelokupnu iznesenu teoriju. Donosim razgovor sustava PAM na engleskom, koji pokazuje način učenja

sustava od samog početka, od praznih memorija, tj. od nepostojeće generirane gramatike, i na hrvatskom, s, otprilike, pedeset naučenih riječi. Sam kompjutorski program zapravo je procedura za generiranje generirane gramatike (usp. t. 2.3.).

GET-PAM
RUN
PAM

HELLO !

HELLO !
HOW ARE YOU ?

HOW ARE YOU ?
VER. WELL , THANK YOU .
AND HOW ARE YOU ?

VERY WELL , THANK YOU .
DO YOU WANT TO TALK WITH ME ABOUT SOMETHING ?

DO YOU ?
I WANT TO TALK .
WE WILL TALK ABOUT THE BRAIN .
THE BRAIN IS A PART OF THE HUMAN BODY .
IS THAT CLEAR ?

I WANT TO TALK ABOUT THE HUMAN BODY .
GOOD .
ONE OF THE PARTS OF THE HUMAN BODY IS THE HEAD .
THE MOST IMPORTANT PART OF A HEAD IS THE BRAIN .
WHAT IS THE BRAIN ?

WHAT IS THE PARTS OF A PART OF THE BRAIN .
I THINK , IT IS-- IS A NEURITE .
EVERY BRAIN IS A SET OF MANY NEURITES !
WHAT DO YOU THINK ABOUT THE NEURITE-----NEURITES ?

ONE OF MANY NEURITES ?
YES , , ABOUT ONE OF MANY MILIONS NEURITES IN THE HUMAN BRAIN .
WHAT DO YOU KNOW ABOUT ONE OF THESE NEURITES ?

WHAT IS THE HUMAN BODY IS THE HUMAN BRAIN IS THE MOST IMPORTANT PART OF THE HUMAN BRAIN ?
YOU ARE ASKING ME VERY MUCH .
THE HUMAN BODY HAS MANY PARTS .
ONE OF THESE PARTS IS THE HEAD .
THE HEAD IS THE MOST IMPORTANT THING OF THE BODY .

GET-PAM
RUN
PAM

ZDRAVO !

ZDRAVO !
KAKO SI ?

DOBRO , HVALA .
ZELIS LI RAZGOVARATI ?

JA SADA NAZALOST MORAM ICI .
NE MORAS II-CI !
OSTANI RAZGOVARATI SA MNOM .

OSTANI MNOM .
RAZGOVARATI CEMO O MOZGU .
SLAZES LIS- SE ?

RAZGOVARATI SA MNOM .
ZNAS LI STO O MOZGU ?

NE , OSTANI MNOM .
MOZAK JE DIO ORGANIZMA .
JA BIH CAK REKAO DA JE MOZAK NAJVAZNIJI DIO ORGANIZMA .
SLAZES LI SE SA MOJOM TVRDNJOM ?

MOZAK NAJVAZNIJI SA MOJOM TVRDNJOM ?
SVAKI CUVJEK IMA MOZAK .
SHVACAS LI TO ?

JA BIH REKAO DA JE NAJVAZNIJI .
STO JE TO NAJVAZNIJE ?

JA BIH REKAO DA JE DRAGO .
MISLIS NA MOZAK ?

STO JE DRAGO !
ZNAS LI , DAKLE , STO JE TO MOZAK ?

STO JE DIO SA MOJOM TVRDNJOM ?
STO JE DIO ORGANIZMA .
MALO PRIJE SAM REKAO DA SVAKI CUVJEK IMA MOZAK .
JESI LI TO USPIC SHVATITI ?

JESI LI MALO PRIJE ?
DA , MALO PRIJE .
A SADA MORAM ICI .
BOK !

BOK !

DONE

THE MOST IMPORTANT THING OF THESE PARTS OF A HEAD .
 THAT IS THE BRAIN .
 THE BRAIN IS A SET OF FUNCTIONAL BLOCKS .
 EACH OF THESE FUNCTIONAL BLOCKS HAS ITS OWN FUNCTION .

ONE OF THESE FUNCTIONAL BLOCKS HAS ITS OWN FUNCTION .
 YES .
 WE DIVIDE THIS BLOCKS INTO MEMORIES AND OTHER BLOCKS .
 THE MEMORIES WE DIVIDE INTO ACTIVE , PASSIVE AND OUTPUT MEMORY .
 IS THAT CLEAR ?

WE DIVIDE THIS BLOCKS INTO MEMORIES AND OTHER BLOCKS .
 VERY GOOD .
 BETWEEN OTHER BLOCKS THERE IS THE CENTRAL ELABORATION .
 WHAT DO YOU THINK ABOUT THE CENTRAL ELABORATION ?

AND HOW ARE YOU THINK ABOUT THE CENTRAL ELABORATION ?
 THE CENTRAL ELABORATION IS THE VERY BASIC PART OF THE BRAIN .
 SURE THE BRAIN HAS ALSO MANY OTHER BASIC PARTS !
 WHAT DO YOU NOW THINK ABOUT THE CENTRAL ELABORATION ?

ONE OF FUNCTION .
 VERY GOOD !
 THE HEAD HAS MANY PARTS .
 EVERY HUMAN HEAD HAS A PAIR OF EYES .
 THE EYES ARE VERY IMPORTANT BECAUSE ONE LOOKS WITH THEM .

HOW ARE YOU .
 WELL , THANK YOU .
 BUT WE WERE TALKING ABOUT THE EYES .
 SAY ME SOMETHING ABOUT EYES !

THE EYES .
 THE EYES ARE PART OF THE HEAD !
 O.K. ?

AND OTHER BASIC PART OF A HEAD !
 YES , BUT I MUST GO NOW .
 GOOD BYE !

SAY ME SOMETHING ABOUT EYES .
 I CAN'T !
 GOOD BYE !

ZAKLJUČAK

5.1. Bazirajući svoju lingvističku teoriju na kibernetiskim osnovama došao sam do zaključka da je jezik samoorganizirajući stroj. Njegova se samoorganizacija odvija u odnosu između jezika i njegove okoline, npr. čovjeka. Konverzacija između dva sugovornika odvija se preko jezika. Kako je samoorganiziranje dinamički proces, pa se i jezik u procesu samoorganiziranja neprestano mijenja, mora i opis jezika (gramatika) biti dinamički. Praktički je nemoguće dinamički pratiti razvoj cjelokupnog jezika, ali se može pratiti jedan njegov dio. Meta-gramatika, koja je praktički ostvariv dio zamišljene gramatike cjelokupnog jezika, sastoji se od nepromjenljive *procedure* koja generira *generiranu gramatiku*. Generirana gramatika dinamički se mijenja prateći promjene jezika. Proučavanje jezika kao stroja kibernetički se svodi na proučavanje crne kutije. Unutrašnje ustrojstvo crne kutije možemo objasniti na bezbroj različitih načina. U ovom radu, u poglavljima 3. i 4. opisan je jedan od mogućih načina objašnjavanja jezika kao crne kutije. Opisana procedura meta-gramatike djelomično je provjerena na kompjutorskom programu koji, samoorganizirajući se s jezikom (dakle, koristeći jezik kao okolinu), uči jezik.

UPOTRIJEBLJENI SIMBOLI

\wedge	logički i (konjunkcija)
$\{ \}$	skup
U	unija
\subset	podskup
\cap	presjek skupova
\emptyset	prazan skup

\in	element
A	stanje A
$A \rightarrow B$	stanje A prelazi u stanje B
$\langle a \rangle$	označava nešto što nazivamo a
$[x]_y$	x se ponavlja y puta
$x : y$	x uz uvjet y
N	skup prirodnih brojeva
N_0	$N \cup \{0\}$
$x ::= y$	x se rastavlja na y
$x y$	x ili y (ekskluzivna disjunkcija)
\rightarrow	daje
\rightarrow^*	neostvaren oblik

LITERATURA

- Ashby, W. R.: *The Physical Origin of Adaptation by Trial and Error*, Journal of General Psychology 32, Provincetown, Mass. 1945, str. 13—25.
- Ashby, W. R.: *Principles of the Self-Organizing Dynamic System*, Journal of General Psychology 37, Provincetown, Mass., 1947, str. 125—128.
- Ashby, W. R.: *An Introduction to Cybernetics*, Wiley, New York, 1958.
- Ashby, W. R.: *Principles of the Self-Organizing System*, Principles of Self-Organization, International Tracts in Computer Science And Their Application, Volume 9, Pergamon Press, Oxford-London-New York-Paris, 1962. (= PSO), str. 255—279.
- Beer, S.: *Toward the Cybernetic Factory*, PSO, str. 25—91.
- Beurle, R. L.: *Functional Organization in Random Networks*, PSO, str. 291—315.
- Blanuša, D.: *Viša matematika*, Zagreb, 1963.
- Gries, D.: *Compiler Construction for Digital Computers*, John Wiley and sons Inc., New York, 1971.
- Heesch, C.: *Grundfragen der Linguistik*, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz, 1972.
- Heike, G.: *Phonologie*, I. B. Metzlesche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1972.
- Jursa, O.: *Kibernetika*, »Mladost«, Zagreb, 1974.
- Katičić, R.: *Nacrt glosematičke algebre H. J. Uldalla*, Suvremena lingvistika 3, Zagreb, 1964., str. 48—72.
- Katičić, R.: *Danska strukturalistička škola (Glosematika)*, Suvremena lingvistika 2, Zagreb, 1966., str. 64—83.
- Katičić, R.: *Osnovni pojmovi suvremene lingvističke teorije*, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1967.
- Kibernetika i problemi obučavanja* (Sbornik prevodov), Progress, Moskva 1970.
- de Saussure, F.: *Opšta lingvistika*, Nolit, Beograd, 1969.
- Silić, J. — Rosandić, D.: *Osnove fonetike i fonologije hrvatskog književnog jezika*, »Školska knjiga«, Zagreb, 1974.
- Sommerhoff, G.: *Analytical Biology*, Oxford University Press, London, 1950.
- Škiljan, D.: *Lingvistika i obavijesna teorija*, Suvremena lingvistika 11, Zagreb, 1975., str. 7—11.
- Šojat, Z.: *Kompjutorski program samoorganizirajućeg učenja jezika*, Kompjuterska obrada lingvističkih podataka, Institut za jezik i književnost u Sarajevu, Sarajevo 1978., str. 285—299.
- Teplov, L.: *Popularna kibernetika*, »Školska knjiga«, Zagreb, 1966.
- Waite, W. M.: *Implementing Software for Non-Numeric Applications*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1973.

Self-Organizing Grammar

Basing my linguistic theory on cybernetics, I concluded that the language is a self-organizing machine. Its self-organization is a process between the language and its environment, e. g. the man. The conversation between two speaking subjects takes place through the language. As the self-organization is a dynamic process, the language is as well, in the process of self-organization, continuously changing, and therefore the language description (the grammar) must also be dynamic. Practically it is impossible following the dynamic development of the language in total, but it is possible to do it for one part of the language. Meta-grammar, the practically feasible part of a imagined grammar of the whole language; is made up of an unchanging *procedure* which generates the *generated grammar*. The generated grammar is dynamically changing following the alterations of the language. The study of the language as a machine is cybernetically identical to the study of a black box. The internal organization of a black box can be explained in infinite number of ways. In this work, in chapters 3 and 4, I described one of the possible ways of explaining the language as a black box. The described procedure of the meta-grammar is partially checked on a computer program which, self-organizing itself with the language (using the language as an environment), learns the language.

Self-Organizing Grammar

Basing my linguistic theory on cybernetics, I concluded that the language is a self-organizing machine. Its self-organization is a process between the language and its environment, e. g. the man. The conversation between two speaking subjects takes place through the language. As the self-organization is a dynamic process, the language is as well, in the process of self-organization, continuously changing, and therefore the language description (the grammar) must also be dynamic. Practically it is impossible following the dynamic development of the language in total, but it is possible to do it for one part of the language. Meta-grammar, the practically feasible part of a imagined grammar of the whole language; is made up of an unchanging *procedure* which generates the *generated grammar*. The generated grammar is dynamically changing following the alterations of the language. The study of the language as a machine is cybernetically identical to the study of a black box. The internal organization of a black box can be explained in infinite number of ways. In this work, in chapters 3 and 4, I described one of the possible ways of explaining the language as a black box. The described procedure of the meta-grammar is partially checked on a computer program which, self-organizing itself with the language (using the language as an environment), learns the language.