

Aleksandar Perović, Edin Dolićanin, Aleksandar Jovanović

**STRUKTURE I METODE
U PROCESIRANJU
SIGNALA I SLIKA**

Matematičke Invarijante

**AKADEMSKA MISAO
Beograd, 2015.**

Aleksandar Perović, Edin Dolićanin, Aleksandar Jovanović

STRUKTURE I METODE U PROCESIRANJU SIGNALA I SLIKA

Matematičke Invarijante

Recenzenti

Prof. dr Žarko Mijajlović
Prof. dr Predrag Osmokrović
Prof. dr Đorđe Dugošija

Izdaje i štampa

AKADEMSKA MISAO, Beograd

Tiraž

200 primeraka

ISBN 978-86-7466-550-3

PREDGOVOR

Svedoci smo ubrzanja napretka na svim frontovima, posebno u nauci i tehnologiji. Problematika kojom se bavi ova knjiga važna je za više ovih frontova, pa je utoliko više ova oblast izložena direktnijim inovacijama, stalnom širenju domena aplikacije, poboljšanju postojećih metoda, zahtevima za stalno nova i naprednija rešenja, fuzijom novootkrivenih principa i konstrukcija hardvera i unapredjenja i implementacija matematičkih ideja.

Autori se kroz duži period bave ovom problematikom, što je rezultovalo i ovom knjigom.

Nadamo se da će ova knjiga biti korisna studentima i postdiplomcima, istraživačima kojima je potrebna dopuna u znanjima koja se ovde raspravljaju, kao i široj publici eventualnih znatiželjnika. Knjiga se može koristiti u nastavi predmeta koji ovu problematiku razmatraju. Čitaoci koji se bave softverom ili koriste gotove širokonamenske sisteme (npr. MatLab ili klonove), trebalo bi da budu u mogućnosti da reprodukuju veći deo prikazanih postupaka i implementacija ideja, ako im je nešto od izloženog materijala od koristi.

Nadamo se da je gradja izložena jasno i pregledno i da kod čitaoca može pobuditi pojačano interesovanje za nova saznanja u ovoj oblasti, u čemu je, nadamo se, priložena literatura od koristi, posebno u proširenju i uopštenjima ovde predstavljene problematike.

Izražavamo punu zahvalnost kolegama i studentima, čija je dugogodišnja saradnja rezultovala brojnim implementacijama i njihovim uspešnim i korisnim aplikacijama.

Bićemo zahvalni za sve sugestije i ispravke. Sami snosimo odgovornost za greške. Knjiga je u celini i delovima slobodna za sve oblike kopiranja i diseminacije.

Autori

Januar 2015.

SADRŽAJ

PREDGOVOR	1
UVOD	7
1. PROBLEMATIKA	17
1.1 Monte Carlo: tačka i kontura; varijacije	17
1.2 Mapiranje morskog i rečnog dna	19
1.3 Dno Kosmosa i prapočetak	19
1.4 Detekcija i prepoznavanje značajnih sadržaja u signalu	20
1.5 AIS	23
1.6 Fotometrija, astrodinamika, tehnički aspekti	23
1.7 Problemi kontura	26
1.8 Robotizacija, inteligentna borbena plovila	28
1.9 Kariotip	30
1.10 Forenzika	31
1.11 AI	32
2. FOTOMETRIJA –FOTOMORFOLOGIJA	35
2.1 Elementi	35
2.2 Invarijante	38
3. NORMALIZACIJA OBLIKA	45
3.1 Osnova	45
3.2 Automatizacija	46
3.3 Matematičke invarijante u citogenetskoj forenzici	48
3.4 Adresiranje gena u hromozomskom prostoru	50
3.5 Drugi primeri, uopštenja	52
4. KOMPOZITI: FUZIJA I FRAGMENTACIJA	55
4.1 Elementi	55
4.2 Metod –primeri u astronomiji	55
4.3 Primeri u mikroskopiji	58
4.4 Standardna forenzika (integracija & dezintegracija kolor kompozita)	61
5. SIGNALI – SLEDEĆI DERIVATI, SPEKTROSKOPIJA	65
5.1 Elementi	65
5.2 Osnovne osobine Fourierove spektroskopije	67
5.3 Akustika, vibracije	71
5.4 Elektro fiziologija – kardiologija	75
5.5 Elektro fiziologija - neurologija, encefalografija	80
5.6 Novija rešenja	83
5.7 Spektroskopija, dopunska razmatranja	85

6. MALI OBJEKTI	91
6.1 Prepoznavanje malih objekata.....	91
6.2 Mali objekti i banke Kalmanovih filtera	94
6.3 Spektroskopija slika	96
6.4 Linearna kombinacija.....	100
7. GRANGEROV KAUZALITET, KONEKTIVNOST, BCI.....	103
7.1 Mere moždane konektivnosti	103
7.2 Primer moždane konektivnosti i poredjenje mera.....	104
7.3 Primer moždane konektivnosti 2 (Blinowska – Kaminski).....	106
7.4 BBI mozak-mozak-interfejs	108
7.5 BCI → BCI.....	108
7.6 BCI – DSP aspekti.....	110
7.7 HF primeri	112
8. VIŠI DERIVATI, FORENZIKA	121
8.1 Spektroskopija - revizija.....	121
8.2 Forenzika spektralne formacije	124
8.3 Automatizacija.....	127
8.4 Automatizacija prepoznavanja tonova	130
8.5 Forenzika mera kauzaliteta - moždane konektivnosti	132
8.6 Poboljšanja	137
9. KOMPLEMENTARNE METODE	147
9.1 Fuzzy logika u procesiranju slika.....	148
9.2 Fraktalna dimenzija	155
9.3 Prozori spektra elektromagnetskog i nuklearno zračenje.....	159
10. SENZORI UOPŠTE, SENZORI U NUKLEARNOJ FIZICI	167
10.1 Opšte o sensorima.....	167
Podela senzora po nameni.....	167
Podela po vrstama ulaznih merenih veličina.....	167
Senzori za merenje fizičkih veličina.	167
Neki od senzora mehaničkih veličina:	167
Senzori za merenje hemijsko-bioloških veličina.....	168
Podela senzora po vrstama izlaznih signala	169
10.2 Nuklearno zračenje	169
10.3 Senzori (detektori i spektrometri) radioaktivnog zračenja	170
Vrste detektora zračenja.....	170
Opšte osobine detektora zračenja.....	171
Režimi rada detektora	172
Spektar amplituda impulsa	174
Kriva brojanja.....	175
Energetska rezolucija	176
Efikasnost detekcije	177
Mrtvo vreme.....	178
10.4 Poluprovodnički senzori (detektori) nuklearnog zračenja.....	179
Nosioći naelektrisanja u poluprovodniku.....	179
Dejstvo jonizujućeg zračenja na poluprovodnik	181
Inverzno polarisan p - n spoj.....	181
Vrste poluprovodničkih detektora.....	183

11. MATEMATIČKE OSNOVE.....	187
11.1 Fourierove transformacije.....	187
1. OSNOVNI POJMOVI	187
2. FOURIEROV INTEGRAL.....	192
3. FOURIEROVE TRANSFORMACIJE	193
3.1 Opšte integralne transformacije.....	193
3.2 Fourierova transformacija.....	194
3.3. Brza Fourierova transformacija (FFT)	196
11.2 Granger i mere kauzaliteta.....	201
1. UKRATKO O METODI.....	201
2. ASPEKTI TEORIJE GEWEKEA, IZRAČUNLJIVOST I POREĐENJE MERA...	204
11.3 Fazi logike	206
1. TROUGAONE NORME, KONORME I REZIDUUMI	206
2. OSNOVNA LOGIKA	209
3. GÖDELOVA, LUKASIEWICZEVA I PROIZVOD LOGIKA	210
3.1 Gödelova logika.....	211
3.2 Lukasiewiczzeva logika	211
3.3 Proizvod logika.....	211
11.4 O klasifikaciji	212
BIBLIOGRAFIJA	215
<i>KNJIGE</i>	215
<i>RADOVI</i>	216
<i>TEZE – DISERTACIJE</i>	221
<i>STANDARDI / WEB IZVEŠTAJI</i>	222
INDEKS	223

UVOD

Ova knjiga se bavi strukturama i metodama u procesiranju signala i slika. Kad kažemo strukture i metode u ovim aktivnostima, onda, pre svega, podrazumevamo matematičke strukture i matematičke metode prisutne u procesiranju signala i slika korišćenjem savremenih računarskih resursa. U stvari sve strukture i metode u ovom domenu ne prolaze bez neke matematike. Neka zaokružena teorija struktura i metoda sa ovakvim ciljevima i ne postoji, pa ni u ovoj knjizi to nije cilj. Obrnuto, polazeći od konkretnih potreba u radu sa signalima i slikama posežemo za matematičkim sredstvima koja će taj posao olakšati, poboljšati i unaprediti.

Novi zadaci i problemi postavljaju povremeno i nove zahteve za izgradnju i isporuku potrebnih alata, što onda matematika rešava manje ili više uspešno, ako takvih već nema u skladištu - biblioteci. Recimo da već dugo postoje postupci, neki su posebno emancipovani, kojima se rešava veliki broj zadataka u ovom domenu, ali praksa na svakodnevnoj bazi ispostavlja nove zahteve, što je ipak dobro za matematički esnaf, matematičari će još dugo imati posla.

Jednostavnim pristupom, dosta jednostavnim primerima, a koji imaju i manje tačke nagomilavanja, ciljano je da se bar deo problematike sagleda na najpristupačniji, jednostavan način, kroz vizuelno jednostavne situacije, strukturalno pojednostavljeno, ali prirodno, omogućuju pristup i do složenijih sagledavanja i upotrebe prisutnog matematičkog aparata kao sredstva ili alata ili optičke sprave za sagledavanje strukturnih zakonitosti u nizu pojava i sistema koji su stekli značajnije mesto u odnosu čoveka i okruženja.

Signali u ovom svetu sve manje mimoilaze računare. U računaru, sve strukture su konačne, pa isto važi i za signale i za slike, koji se redom predstavljaju konačnim nizovima – vektorima i matricama koje imaju svoju određenu dimenziju. Pošto su i matrice vektori, onda možemo i slike smatrati (eventualno specifičnim) konačnim nizovima, pa bismo mogli skratiti i sam naslov na samo procesiranje signala, čime je obuhvaćeno i procesiranje slika.

Ipak, iz više razloga ostaju ove stavke odvojene, ponajviše zbog delimične podvojenosti metoda. Navedimo i da se softver za procesiranje slika, po prisutnim standardima, uobičajenim funkcijama i implementiranim matematičkim postupcima, kao i ciljanim namenama dovoljno razlikuje od softvera za procesiranje signala, i dosta je teško naći softver koji je bogat u opcijama za obe namene, tj. takvi proizvodi skoro da nisu prisutni na tržištu, ne računajući razvojna okruženja.

Ovde ćemo preskočiti istorijat predmetne problematike, ali možemo reći, da su polazni razlozi u ovom području bili više povezani sa dosta elementarnim pobudama, dok su se u par sledećih decenija namnožili i pojačali motivi, zadaci i problemi, proporcionalno rastu znanja, zahteva i novo obuhvaćenih kvaliteta i poželjnih dometa, čime je ova problematika prerasla u ozbiljnu oblast koja prožima širi spektar naučnih i tehničkih primena, kao i sve rasprostranjeniji domen opštijih potreba. Razvoj i primena matematičkog aparata u modeliranju teških zadataka i rešavanju široke lepeze raznovrsnih problema u praksi u tome ima poseban doprinos i značaj.

Nekada je sve što razmatra probleme realnog sveta na egzaktniji način pripadalo fizici, potom, kroz niz decenija proširenoj fizici: fizici i tehnicima, da bismo danas morali da prihvatimo dopunsko proširenje, koje se najviše dešava u informacionom dejstvu, u softveru i sa softverom, dakle u

algoritamskom ambijentu i prostoru, gde su geometrijske tačke i geometrijski pogled ustupili mesto algoritmima, načinima njihovog ispoljavanja, manifestacijama i uslovima – ambijentu u kojima algoritmi žive – elementima koji organizuju virtuelne svetove i gde ne popušta uloga matematike, čak, moglo bi se reći, da pošto je implementacija matematike postala mnogo pristupačnija i neposrednija, da je prisustvo matematike u ovom trećem proširenju i povećano, ili dosta povećano, što se možda direktno ni ne opaža, jer između svih vrsta korisnika i implementacije ima više slojeva i aspekata-uvida, tako da svako vidi onoliko (teorije i matematike) koliko mu baš direktno i treba za razumevanje aspekata u kojima neposredno deluje, najčešće posredstvom vizualizacija ili sekvence vizualizacija, čime slikovna reprezentacija dobija povećani značaj u ubrzanju razumevanja sveta i procesa, a time i procesiranje slika u odnosu na polaznu direktnu optičku percepciju, između ostalog i zbog toga što procesiranje slika u mozgu omogućava najbrži račun i najbrže kretanje u svetu apstrakcija, čime se slika pojavljuje kao dominantni posrednik - interfejs između sveta i subjekta – uma, na jednom ili većem broju spratova posredovanja.

Korišćene i prisutne matematičke strukture, njihove transformacije i svojstva – zakoni koji se na njih primenjuju i koji ih organizuju su mestimično različite prirode od alata razvijenih za potrebe razumevanja i delovanja u svetu u ranijim epohama, ali svakako postoje, deo su običnog života i prakse, čak i ako to ne gledamo, to je tu, svuda oko nas, u nama i delovima naših delova i sistema u koje su ovi uključeni, obezbeđujući prošireniju, živahniju i ubranu funkcionalnost, koju svi koristimo u svim situacijama, a da toga uopšte ne moramo da budemo posebno svesni ako isto nije neophodno. U antropocentričnom svetu, zakoni fizike su bili zakoni sveta. Danas se to proširuje. Informacione sekvence (algoritamske - programi, molekularno biološke, muzika) u medijskim prostorima u kojima se ispoljavaju možemo smatrati i svrsishodno usmerenim sekvencama fizičkih/virtuelnih zakona, gde jedan informaciono aktivni atom – npr. instrukcija u kodu programa, predstavlja jedan proizveden mikro fizičko-virtuelni zakon svoga sveta. Očigledno da u ovim strukturama, ključnu ulogu imaju informacione sekvence, dakle sekvence zakona sa informacionim limesom.

Zvuk i slika, toplota, hladnoća, dodir, ukus i miris od pamtiveka, pa i kad je uspostavljena visoka civilizacija, bili su to što su uvek i bili i niko nije imao potrebe da ih meša, sa matematikom, kojom smo mogli da se bavimo i za vreme ručka ili dok šetamo ili spavamo, ali su čula i život bili nešto udaljeno i odvojeno.

Preselili smo se u život sa proširenim i produženim čulima, pustili nove pipke do početka univerzuma i u nevidljivi svet sićušnog i prema suštinama života, u svim mogućim pravcima, pomažući se tehničkim, tehnološkim čudima koja ne funkcionišu bez ugrađene matematike.

Zvuk i slika postali su signal i matrica gde god je to potrebno, a postalo je potrebno da se udje i u signal i u sliku i da se unutrašnjim transformacijama ponude razne novine, npr. zvuk, pa posle i slika teleportuju se preko 100 godina, čak i u udaljene vanplanetarne oblasti, a svi koristimo kompjuterske/telefonske prozore kroz koje direktno komuniciramo sa bliskima ili poslovno širom planete, ali i sa proširenim svetom prikopčanim na Internet, ili, kad odvezemo auto mehaničaru, ovaj više ne otvara glavne sisteme, nego prikopča kompjutersku dijagnostiku na brodski računar, odakle dobija informacije i uputstva za akcije, ili npr. u poseti medicinskom servisu, prikopčani aparati koji preuzimaju razne signale i slike, pa ih procesirane i transformisane dodaju ekspertu uz eventualne specifične nalaze i preporuke za akciju. Signali najrazličitijeg porekla sve više prožimaju svet u kojem postojimo, na koji delujemo i u kojem se razvijamo.

Učestvujući u razvoju ove oblasti od ranih početaka, možemo reći da su mnogi važni korisnici, u početku, više bili inspirisani proširenim mogućnostima arhiviranja, olakšane pretrage, distribucije rezultata i uklanjanja papirnih brda, kao i da su imali skroman, slab ili gotovo nikakav interes, za pojačane i sasvim nove analitičke mogućnosti i uvide u samu esenciju svojih poslova.

Tako npr. kompjuterizacija seizmografa, meteoroloških merenja, elektroencefalografa, elektro kardiografa, ultrazvučnih dijagnostičkih sistema, poligrafije na intenzivnoj nezi, policijske poligrafije, forenzičkih procedura, integracija CCD mikroskopa i teleskopa, astronomske, akustičke i niz tehničkih aplikacija sa senzorskim ulazima, svedoci smo, u glavnom nisu u početku izazvali veće oduševljenje važnijih korisnika, ali nama umešanim u osmišljavanje i implementacije razvoja, odmah je bilo jasno da je pravi potencijal prisutan u dopunskoj matematici koja može naći smislenu funkciju u novim primenama, kao i niz time omogućenih novih uvida u suštinu ispitivanih pojava.

Kad samo vidimo da se monitoring najtežih kardioloških pacijenata, u najprestižnijoj instituciji, u osnovi svodi na najkraći komad signala od svega par sekundi, koji eventualno dežurne sestre primete na monitoru i možda odštampaju na priručnom printeru, dok je ostatak signala neprekidno istakan u nigde, i time permanentno izgubljen, ne možemo da se ne upitamo šta je nadležnim kliničkim ekspertima činjenična osnova za uvid i razumevanje stanja pacijenta i za prognoze toka bolesti, odnosno ozdravljenja.

Sve postaje dosta jasno, kad ekspert kardiolog klasifikuje pacijenta sa ozbiljnim tegobama pregledom pola metra razmazanog ili slabo vidljivog kardiograma, u kome je amplituda signala, gde je ima, unutar jednog cm. Ili, ako najeminentniji genetičari izjave da se činjenice od značaja za sudbinu pacijenta ne vide pod mikroskopom (ali se vide u kompjuterski integrisanoj mikroskopiji, proširenoj matematikom ugrađenom u procesiranje slika, uključujući i veoma suptilne genetičke analize).

Zahtevi struke, pre svega, nauke i tehnike, podižući permanentno standarde publikovanja i diseminacije novorazvijenih metoda i tehničkih rešenja, dali su nešto podstreka motivima važnijih korisnika. Takođe, uz značajne ekonomske efekte i smena generacija omogućila je da mlađji, kompjuterski obrazovaniji stručnjaci - klijenti dodju u direktniji kontakt sa razvojem tehnologija i uzmu aktivnog učešća u tom složenom poduhvatu, pa danas imamo sasvim izmenjenu situaciju u odnosu na prapočetke.

Tu su posebno značajni sistemi zasnovani na stabilizovanom elementarnijem korpusu matematičkog znanja, u kojima upućeni korisnik ima mogućnosti da lako generiše softverske implementacije relativno visoke složenosti i sofisticiranosti i da za kraće vreme samostalno, ili uz asistenciju, integriše željeni laboratorijski sistem, za šta je do nedavno bilo potrebno mnogo više ekspertskog vremena (i specijalizovanog hardvera).

Sve to ima za posledicu, uz povećanu raznovrsnost, veliko širenje, sistema koji su do nedavno bili i retki i skupi i nefleksibilni, a zatvoreni za nadgradnju i komunikaciju sa spoljnim svetom. Među uobičajenim i veoma pristupačnim i sve više raširenim pomenimo proizvode Matlab/Simulink (Mathworks) i klonove, kao i Mathematicu (Wolfram Research).

Može se reći, da sva merenja fizičkih veličina u moderno vreme, posredstvom odgovarajućih senzora, uz poboljšanu tačnost i vreme merenja, rezultuju digitalnim zapisom, signalima i slikama, koji se već u toku samog procesa merenja odgovarajućim brzinama prihvataju u računare,

procesiraju, arhiviraju i distribuiraju do potrebnih destinacija. Klasični senzori bez računarske digitalne konverzije i integracije u računarske sisteme širokih namena su praktično sasvim napušteni.

Originalni analogni signal se nakon prilagodjavanja dovodi na analognu digitalnu - AD konverziju periferije računara, pripremljenu za datu namenu. To su npr. zvučne kartice u svakom računaru ili posebno izvedene kartice - periferici, kao i ugnježdjeni računari, koji sadrže sve potrebne računarske komponente, uključujući razmenu signala između računara i okoline, procesno - memorijsko jezgro, module specijalne namene.

Slično, po potrebi, samo u suprotnom smeru, iz računara se kreirani ili procesirani digitalni signal raznosi do poželjnih destinacija ili se konvertuje u analogni DA konverzijom i preko odgovarajućeg interfejsa vodi ka ciljevima – uređajima.

Svaki uređaj koji se koristi za navedene namene (AD/DA, koprocesiranje signala, transformacije, distribucija, arhiviranje i monitoring) ima određene karakteristike koje su za ovu namenu važne: električne karakteristike, dinamičku rezoluciju (u bitovima, kojom je određen broj različitih digitalnih vrednosti nakon digitalizacije), frekvenciju odmeravanja uzoraka – frekvencija semplovanja.

Sa slikama imamo dosta sličnu situaciju: akvizicija slika se uglavnom obavlja CCD čipom ugrađenim u perifernu jedinicu računara, gde je ulaz analogni slika, izlaz digitalizovana slika – matrica (tri-matrica za kolor) koja se u formatu slaže sa dizajnom čipa. I ovde imamo dinamičku rezoluciju po atomičnom AD konvertoru – pikselu CCD čipa, veličinu pixela - danas se već svela komercijalno na 1*1 mikron za monohromatske i kolor kamere, kvantnu efikasnost, nivo svetlosnog zasićenja, najkraće (i najduže) vreme integracije, analognu maksimalnoj brzini semplovanja u prethodnom slučaju sa signalima.

Situacija sa jonizujućim/nuklearnim zračenjem je unekoliko specifična, zbog čega smo posvetili posebno poglavlje sensorima usmerenim u aplikacije ovog domena, imajući u vidu manju rasprostranjenost poznavanja tehničkih osnova ovih u savremenom opšteobrazovnom sistemu.

U ovom modu, otvaraju se širom vrata za uspostavljanje matematičkih reprezentacija ispitivanih fenomena i za odgovarajuće implementacije čak i veoma složenih metoda koje omogućuju znatno poboljšani uvid u ispitivanu problematiku od strane korisnika, otvaraju se nove mogućnosti, zasnovane pre svega na brzini procesiranja složenih metoda i struktura, čime nekada preterano složena i dugotrajna izračunavanja postaju realno pristupačna i brza. Savremeni sistemi ove namene se sve više realizuju unutar automatizovanih, visoko sofisticiranih, inteligentnih sistema koji operišu u realnom vremenu.

Pri tome, mereni sistemi, odnosno, realni klasični sistemi postaju integrisani u računarsku periferiju. Tako imamo integrisane mikroskope svih vrsta i tehnologija, robotizovane teleskope, robotizovani Roentgen, CT, NMR i PET skenere, dijagnostičku, terapijsku i hiruršku opremu, softverski radio, inteligentne robotizovane radarske sisteme, inteligentne robotizovane svemirske sonde, robote muzičare, robotizovana vozila i letelice, inteligentne potpuno robotizovane brodove, konačno, distribuirane integrisane inteligentne (automatizovane) borbene sisteme visoke složenosti, na žalost, i robote vojnike, koji su po zadatim kriterijumima ostvarili prve ljudske žrtve, uprkos trećem zakonu robotike koji je još davno formulisao - propisao praotac fantastike Isak Asimov.

Već sada je moguće napraviti pojeftine igračke u ubitačne dronove. Cenimo, da će u predstojećem vremenu ovi najgori aspekti razvoja doseći punu afirmaciju, ubrzano globalno širenje, uz velike profite liferanata, a na opštu štetu celokupnog čovečanstva i smislene budućnosti.

Polazeći od senzorski percipiranih objekata, ovakvi i mnogi drugi sistemi, imaju kapaciteta za preciznu matematičku reprezentaciju percipiranih objekata, kvantitativna i kvalitativna ispitivanja koja podražavaju ili nadilaze čovekove akcije slične vrste, obavljajući klasifikacionih postupaka visoke složenosti, punjenje baza podataka, vezivanje za lokalnu ili udaljenu kontrolnu inteligentnu superstrukturu, ostvarujući visoko efikasno ponašanje unutar strogo kontrolisanih kriterijuma.

Takodje, važno je konstatovati da se posredstvom primena matematike sve više tehničkih rešenja seli u domen softvera. Oblast se širi u više dimenzija takvom brzinom, da je teško u jednom rukopisu ograničenog volumena predstaviti sve ili većinu izuzetnih dometa, a pogotovo usko specijalističke, pa se ovde ograničavamo na prezentaciju korpusa problema i rešenja u domenu procesiranja slika i signala, koji polaze od elementarnijih, lako shvatljivih postupaka i šire se prema zahtevnijim i složenijim poduhvatima. Toj postupnosti je prilagodjena i prezentacija problema, metoda i rešenja, dakle, od prostijih ka složenijim.

U razmatranjima polazimo od elementarnijih matematičkih invarijanti koje su dostupne direktnom matematičkom opažanju, uz dovoljno pojednostavljenja da ni šira čitalačka publika ne nailazi na teškoće matematičke prirode u čitanju. Ipak, ovakvo ograničenje redukuje pojedina objašnjenja na rudimentarnija.

Slede invarijante fenomena od interesa, koje predstavljaju složenije matematičke derivate polaznih reprezentacija - struktura, sa iteracijama i reiteracijama, uz prenos reprezentacija, metoda – postupaka kroz dosta udaljene oblasti, čime i same metode postaju šire invarijante.

Prethodno je praćeno složenijim postupcima u fuziji senzorskih podataka u savremene automatizovane inteligentne sisteme koji raspolažu komponentama koje uče, autonomno zaključuju, donose i sprovode odluke u realnom vremenu, uključujući se potpuno u prošireni eko sistem.

Kovanica Veštačka-realnost je već duže vreme u upotrebi, sa preciziranom dosta stabilnom semantikom. Proširena realnost obuhvata standardnu realnost prožetu veštačkom realnošću, gde se pojedini entiteti - njihovi matematički reprezentanti ravnopravno kreću u obe realnosti, izmenjujući ontološki status.

Nedavno, sintetizovana je prva ćelija u računaru, preciznije u matematičkom prostoru u softveru. Sada je sasvim moguća razmena - evolucija živog organizma, klasičnog ili sintetičkog porekla, gde neki primerci evolutivnog stabla jedinke egzistiraju standardno, dok neke generacije žive, razmnožavaju se, mutiraju i evoluiraju unutar veštačke, potpuno matematizovane realnosti. Nama ovo postaje sasvim obična pojava, dok neobaveštenima, kojima su matematika, metode, nove tehnologije strani, sve navedeno deluje nezamislivo, nestvarno i nemoguće.

Recimo još da je većina zadataka i problema na koje nailazimo u procesiranju slika i signala, kao i sistema koji imaju ozbiljnije ulaze iz senzora ušla u sastav Veštačke inteligencije, po zadacima i problemima koji se tu postavljaju, kao i po metodama kojima se isti rešavaju.

Ulazimo u eru real-time monitoringa i delovanja. Domaće životinje, npr. krave i kućni ljubimci su u sistemu obaveznog čipovanja u EU i pridruživanju. Započinje i era obaveznog čipovanja

novorodjenih ljudi. Uz sve pogodnosti koje ovakve tehnologije lako omogućuju, nastupaju i posledice koje niko ne može sebi da poželi.

U sledećem poglavlju imamo prikaz problematike na široj kolekciji raznovrsnih zadataka, sa naznakom rešenja u situacijama gde se značajne invarijante manje/više direktno uočavaju, ili gde je situacija sama po sebi dovoljno jednostavna ili je jednostavno rešenje odmah i zadovoljavajuće. U situacijama koje odstupaju od ovih jednostavnih nailazimo i na teže probleme čije razrešavanje zahteva i sofisticiranije mehanizme i pristup. Zaokruženi problem -studije iznose se u narednim glavama.

Ovaj rukopis predstavlja jedan kratak, manje obuhvatan, uvod u problematiku. Nadamo se da sadrži dovoljno elemenata kojima se verifikuje naslov i podnaslov, ali i bogatstvo reprezentujućih struktura i primera kojima se ukazuje na delotvornost metoda.

Trudili smo se da strukture i metode dovoljno dobro i blisko vizuelno predstavimo kako bi njihova apsorpcija bila sasvim olakšana i motivišuća. Formule, postupci i metode ugrađeni su u prezentovane implementacije na način koji je očigledan ili lako prihvatljiv u čitanju.

Izbor prezentovane gradje je u većoj meri determinisan sledećim faktorima:

- ovde strukture i metode praktično nisu ilustrovane crtežima ni crtanjem;
- prikazane ilustracije su proizvedene u implementacijama realizovanim u GIS (Grupa za Inteligentne Sisteme) ili u implementacijama čiji su autori saradnici GIS, pa se ne pojavljuju uobičajene teškoće u korišćenju ilustrativnih sadržaja;
- potreba da se ukaže na atraktivnost i delotvornost implementiranih metoda;
- želja da se pokaže da neke matematičke konstrukcije i svojstva imaju sličnu ili različitu primenu u dosta udaljenim aplikacijama, sadržajima i kontekstima;
- potreba da se ukaže na naglašeno jedinstvo matematičkog aparata u modeliranju procesa i fenomena realnog sveta;
- prikazani rezultati dobijeni su postojećim sistemima za akviziciju, arhiviranje, distribuciju, real time analize, sa 3D real time grafikom, u laboratorijama sa kojima smo saradjivali i koje smo snabdeli sistemskim rešenjima i softverom ili u našim rasutim virtuelnim laboratorijama;

Neke manje pristupačne primene, zahtevnije u elaboraciji, a iz opsega našeg angažovanja, su ispuštene (NMR, neke primene u tehnici i istraživanjima u fizici i astrofizici), gde je pojačan naglasak na matematičkom aparatu ili tehničkim aspektima, a elaboracija nešto zahtevnija.

U reprezentaciji i procesiranju znanja česte su potrebe za aproksimacijom i evaluacijom sličnosti. Koncepti neophodni za tretiranje ovih pitanja se uspostavljaju, ali, za sada, bez ujednačenog pristupa. Mi razlikujemo dve vrste reprezentacija znanja: kontinualne reprezentacije, koje pretežno srećemo u sistemima znanja baziranim na senzorskim ulazima, i drugu, reprezentaciju diskretnih informacionih struktura, DIS, koja je prisutna u automatizovanom rezonovanju i u raznovrsnim situacijama u sintaksnom procesiranju, u molekularnoj biologiji, lingvistici, muzici.

Tako imamo pitanja sličnosti i aproksimacije sa odgovarajućom gradacijom, stepenima sličnosti/aproksimacije, u metričkim prostorima za kontinualni slučaj, a drugi slučaj rešavamo u DIS prostorima.

Svet matematike organizovan - formalizovan je u teorije, a teorije su organizovane kao deduktivni sistemi koji počinju sa aksiomama. Bez aksioma, ne prihvatamo ni najjednostavnije konstrukcije i dokaze. Aksiome se u praksi uglavnom ispuštaju, bez navodjenja, ali se pretpostavljaju. Tako ćemo i ovde, više usput pomenuti neke aksiome, mada se život matematičke prakse, a posebno primene, ne osvrće na njih.

Aristotel u Metafizici više puta govoreći o delovima konja nabraja: noge, trup, vrat, glava, kopita. Ali, izgovara i *Zakon isključenja trećeg* i uvodi (matematičke) osnove istinitog zaključivanja, koje čak i u najvišim matematičkim krugovima nisu dovoljno dobro shvaćene: npr. obrtanje kvantora negacijom u komplementarnim parovima UA - PN; PA - UN. Zakoni logike su opšte prihvaćeni, postavio ih je Aristotel, a vreme dopunilo i dograđivalo, koriste se i primenjuju bez posebne reference.

U savremeno doba, Aristotelov zakon *Tertium non datur* je često suviše rigidan, slabo prilagodjen realnosti i u mnogo situacija ne funkcioniše najbolje. Specifičan slučaj tu nastupa kada su potrebna i korisna odstupanja od klasične logike, pa se u takvim situacijama svuda sprovodi bar skraćena elaboracija zahvata na tom nivou, uz izbegavanje fundamentalnih pitanja koja se rešavaju u specijalizovanom ambijentu.

Aksioma komprehenzije izjednačava svojstva i skupove. Osim u sasvim apstraktnim i fundamentalnim ispitivanjima, to se može smatrati korektnim. Aksioma ekstenzionalnosti određuje koncepte kao skupove, pokoordinatno; skup se sastoji od elemenata i ničeg više, jedinstveno je reprezentovan svojom karakterističnom funkcijom. Zato operacije na konceptima postaju skupovne operacije i time operacije u uobičajenom smislu. Sistemi znanja operišu konceptima na razne načine.

Fundamentalne aksiome u jednom delu prihvataju se kao definicije, a preostale kao obavezna datost koja redje dolazi u fokus razmatranja kao aksiome iz kojih se dedukuju svojstva i konstruišu matematički objekti. Ovakva praksa je uobičajena i u matematici, a u primenama slabo se o aksiomama razmišlja - praktičarima su potrebne formule, u koje se veruje (s razlogom - matematika je neosporna, do danas), a ne načini kako se do njih dolazi i metode kojima se verifikuju.

Koncepti konceptualne sličnosti i aproksimacije konceptata su u opštoj, manje više otvorenoj, upotrebi. Za očekivati je da se aproksimacija konceptata u konceptualnim operacijama ponaša slično kontinualnim funkcijama: mala promena argumenta proizvodi malu ili kontrolisanu promenu vrednosti funkcije.

Bavimo se sadržajima u kojima je prethodna analogija široko primenjena, izdvajajući prisutne matematičke reprezentacije dve vrste, kontinualne i DIS- diskretne informacione strukturalnosti, kao ključne koncepte u konceptualnom modeliranju i razmatramo prirodu sličnosti i aproksimacije na takvim reprezentacijama.

Očigledno, da u prvom slučaju kontinualnih reprezentacija, prethodno će biti neosporno u velikom broju primena. Očigledno, da u slučaju konceptualnog modeliranja u DIS sadržajima, mali

inkrement/dekrement = mutacija informacionog sadržaja najčešće ima za posledicu diskontinualni skok u konceptualnoj sličnosti, pa tu ne važe zakoni održanja na koje smo se navikli u kontekstima iza kojih stoje kontinualni modeli i zato je potrebno otkriti nove zakonitosti koji će ovakve slučajeve dobro matematički zastupati.

U ovoj knjizi, tematski i metodološki zaokružene celine organizovane su u poglavlja. U metodama imamo višestruku interferenciju, pa se neki primeri i elementi javljaju višestruko. Prisutan sadržaj nije izbalansiran prema značaju. Disbalans je više odraz pomenute interferencije i potrebe da se jednostavnije ideje i metode koje se mnogostruko javljaju i koje su ušle u opštiju upotrebu nešto više približe, afirmišu i da se čitaocu ponudi perspektiva na pojave koja prethodno nije bila aktuelizovana.

Da bismo izbegli odbojnost prema zaokruženoj matematičkoj prezentaciji, elementi korisne matematike su u fragmentima prikupljeni i smešteni na kraj knjige u poglavlje o matematičkim osnovama, da posluže za reference, ako zatreba, čime je otvoren direktan pristup u obradjeni gradju. DIS modeli i prostori su ispušteni (još zvanično ne postoje kao ozbiljnije organizovane celine).

Priložena bibliografija sadrži izvore u kojima je prezentovan širi sadržaj dopunjen i detaljnije elaboriran. U nepreglednom moru knjiga i naučnih rasprava, napravili smo veoma sužen izbor koji dopunjuje ili detaljnije razmatra problematiku u ovoj knjizi. Za bibliografske reference koriste se uglavnom zgrade.

Tu smo posebno izdvojili korpus knjiga koji pokriva teorijske osnove i primene u oblasti analize slika i signala, sortiran unutar nekoliko značajnih oblasti po autorima. Sledi serija naučnih studija, članaka, pa disertacija kojima se dopunjuju teorijske osnove ili se preciznije i bogatije razmatraju širi konteksti problema koji su u ovoj knjizi prikazani ili dodirnuti [129-140].

Veći deo ovde razmatranih metoda implementiran je u saradnji Grupe za Inteligentne Sisteme – GIS, Matematički fakultet Univerziteta u Beogradu i Departman za matematiku i informatiku Državnog univerziteta u Novom Pazaru. Zainteresovanom čitaocu preporučujemo da samostalno reprodukuje, makar u rudimentarnijem obliku, neka od prikazanih rešenja za koja postoji interesovanje, u npr. Matlabu.

U ovde prezentovanom materijalu, navodimo samo pojedine autore, saradnike GIS, dok za ilustracije tudjeg porekla, navodimo izvore. Prezentovani materijal čije se autorstvo ne navodi, ostvaren je sredstvima razvijenim u GIS i neprofitno distribuiranim laboratorijama sa kojima je Grupa ostvarila kvalitetnu i plodnu, pretežno istraživačku i projektnu saradnju u dužem periodu.

Na sajtu GIS: <http://www.gisss.math.rs> dostupan je jedan deo rezultata grupe kroz duži vremenski period, posebno softver za procesiranje signala i slika koji smo razvijali kroz više tehnoloških generacija, kao i biblioteke slika i signala, a što nam je poslužilo za pripremu/konstrukciju većeg dela vizuelnog materijala. Tu su, takodje, dostupni i kraći tekstualni moduli sa kraćim objašnjenjima i primerima primena.

Najveći deo razvijenih algoritama koji nije zaokružen celovitim interfejsima prema korisniku nije tu uključen, ali je dostupan, uglavnom u obliku Cpp source biblioteka. Ovde su uključene i implementacije većeg broja jednostavnijih algoritama, što uključuje i zaokruženiji paket

jednostavnije statistike. Sav softver pripremljen u GIS je uvek bio slobodan za diseminaciju u nekomercijalne, a posebno istraživačke i naučne svrhe.

Da bi isto bilo moguće, u više prilika bila je korisna i materijalna pomoć. Napomenio sa zahvalnošću da je više projekata Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Srbije doprinelo realizaciji dela prisutnih rezultujućih meta-sistema i softvera. Slobodna diseminacija ovih rešenja u nekomercijalne svrhe, što je bilo od koristi u izradi više doktorskih disertacija, nizu naučnih i tehničkih publikacija i u uvodjenju novih metoda i rešenja u eksperimentalni rad, nadamo se da je opravdala ulaganja države u ove naše aktivnosti.

Očekujemo, da softver GIS korišćen u naučne ili tehničke svrhe ima referencu u rezultujućim publikacijama, pogotovo tamo gde alternativnih proizvoda nije bilo, a što naše kolege ponekad zaborave ili propuste.

Medju institucijama sa kojima smo ostvarili plodnu saradnju rado navodimo Laboratoriju prof. Nine Japundžić, Institut za farmakologiju i toksikologiju Medicinskog fakulteta u Beogradu, Un. u Beogradu, Odeljenje za citogenetiku IBISS, EEG laboratoriju Odeljenja za neurobiologiju IBISS, Neurobiološku laboratoriju Instituta za multidisciplinarne studije i IBISS, Biološki fakultet, Kriminalističku službu MUPa Srbije, laboratorije prof. I. Savića i prof. J. Purića, Fakultet za fiziku, Un. u Beogradu, Beogradsku astronomsku opservatoriju, BAO, Petrogas- Institut, Institut za onkologiju KCS, Laboratoriju za humanu genetiku KCS, Institut za onkologiju u Sremskoj Kamenici, Laboratoriju za akustiku "Renesans", Fakultet za defektologiju, Un. u Beogradu, Institut za mentalno zdravlje, VT-Institut VTI, Zavod RM, Vojska SR Jugoslavije/CG-S/Srbije, Institut „Mihajlo Pupin” u Beogradu, Katedru za Veštačku Inteligenciju MehMat fakulteta MGU - Lomonosov, Institut za neurologiju Moskva, Dept. of Astronomy, Dept. of Physical Chemistry, UCB, University hospital, Stanford Un., Institut za matematiku Un. u Kopenhagenu, Dept. za matematiku Un. u Ioanini, Matematički departman, Tehnički univerzitet u Skt. Petersburgu, s napomenom da je softver šire distribuiran, uz umanjene ili bez daljih kontakata sa krajnjim korisnicima.

Zaokruženi rezultati sa poreklom u GIS imaju značku GIS. Pojavljuju se slični ili klonirani proizvodi u komercijalnoj ponudi, vidljivi na Internetu, čije poreklo i motivacija nisu detaljnije istraživani, ali imaju korene u GIS.

Medju saradnicima koji su u dugogodišnjim naporima doprineli navedenim ili prikazanim rezultatima, sa zahvalnošću pominjemo S. Kordića, A. Jovanovića, T. Petrović, S. Lalevića, I. Katanića, Z. Popovića, S. Malkova, I. Jovanovića, G. Obradovića, G. Lazića, V. Todorovića, N. Andonovskog, D. Perišića, G. Markovića, M. Bulata, V. Ivandskog, A. Uzelca, M. Oklobdžiju, M. Jovanović, M. Marića, M. Borovčanina, pored drugih mladih saradnika sa značajnim doprinosima u ovom domenu istraživanja.

Broj saradnika, studenata i postdiplomaca uspešno angažovanih u ozbiljnoj i složenijoj problematici u GIS je mnogo veći, i prelazi dvesto, ali one koji nisu neposrednije saradjivali na ovde prikazanoj problematici, ovaj put ne navodimo. Nešto potpuniji spisak imamo na <http://poincare.matf.bg.ac.rs/~aljosh/>

*

Navedimo na kraju jednu anegdotu. Pre nekoliko godina, u organizaciji laboratorije prof. Andreasa Ioanidesa, pionira MEG tomografije, atomskog fizičara koji se priključio neurološkim istraživanjima, u Limassolu je održana zajednička velika konferencija Kongresa psihologa i Kongresa NeuroMath - velikog evropskog projekta (sa preko sto učesnika iz 23 zemlje i iz Kine, Japana, US i Kanade, sa mešovitim timovima u kojima saradjuju matematičari, neurolozi, fizičari i inženjeri), posvećena svesti, sa možda oko dvesto učesnika.

Tu su jezici bili dosta podvojeni. Dok prvi razmišljaju u slikovno neegzaktnom jeziku prošlih vremena, ovi drugi to razumeju, ali takvi načini nisu im više delotvorni ni upotrebljivi, pa zato ovakvi mešani timovi koji mozgu, neurološkim procesima i pridruženim fenomenima pristupaju savremenom naučnom tehnologijom, metodologijom i matematičkim dodacima doprinose egzaktnosti pitanja u fokusu, njihovom modeliranju, razmatranju i funkcionalno usmeravaju rešenja i materijalizacije - primene.

Oni prvi ne shvataju čime se ovi drugi bave i o čemu raspravljaju.

1. PROBLEMATIKA

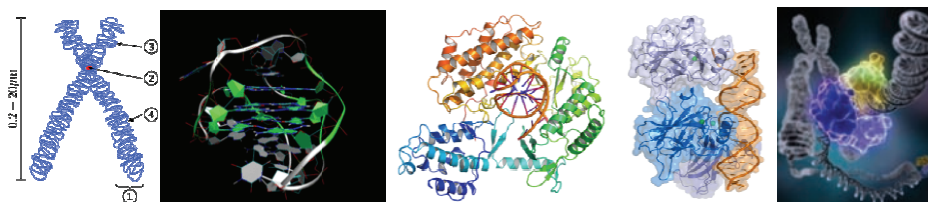
Ovde ćemo ukratko predstaviti problematiku koja se naknadno detaljnije istražuje, a koja se javlja u raznovrsnim i raznorodnim situacijama, ali koje prožima jedinstvo strukturalnog predstavljanja, usaglašenost metoda obrade i analize i savremena tehnologija.

Napomenimo odmah, da u realnoj situaciji, u realnom zadatku redovno i nezaobilazno imamo problem šuma, redukcije šuma, kao i ekstrakcije objekata utopljenih u šum, koji u specifičnoj situaciji zahtevaju specifičan tretman. Redje se ova vrsta problema ne ispoljava.

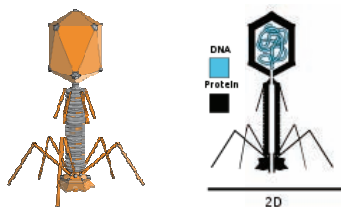
1.1 Monte Carlo: tačka i kontura; varijacije

Metoda nazvana po (ruletu u) Monte Karlu imala je širu popularnost pre više decenija i dugo se održala kao važna metoda u simulaciji. Klasičan primer: slučajno se baca tačka u pravougaonik u ravni (uniformna raspodela). Količnik broja pogodaka unutrašnjosti krivolinijskog trapeza i ukupnog broja bacanja (prilikom velikog broja bacanja slučajne tačke) biće približan određenom integralu koji odgovara površini krivolinijskog trapeza, podeljenom površinom pravougaonika u koji se baca tačka. Tu je važna geometrijska određenost. Brojne su varijante u kojima je ova metoda našla korisnu primenu. I dalje ima punu primenu u kvantifikaciji/volumetriji složenijih likova na koje nailazimo npr. u procesiranju slika. Posebno su jako važni modeli u fizici, gde čestica određenog ili ~nula "prečnika" prolazi kroz nehomogeno polje sa kojim interaguje ili ne, a koje može imati i dosta složenu strukturu. Često su u praksi interesantni skupovi razredjenog interiora i složenijeg ruba, kod kojih je količnik veličine (mere) ruba i (mere) volumena objekta, nazovimo to RV (dimenziona gustina), uvećan ili jako uvećan. Na primer za 3D kuglu, taj količnik je $(4\pi R^{**2})/(4/3\pi R^{**3}) = 3/R$; za 2D kuglu, $2R\pi/\pi R^{**2} = 2/R$; za 1D kuglu, $2/2R = 1/R$. Za fraktale koji dobijaju sve veći značaj u modeliranju raznovrsnih, posebno bioloških struktura, taj odnos može dosta da raste. Npr. već u najprostijem slučaju, za Kantorov skup C, za RV imamo $\text{card}(C)/m(C)$, slično za Kantorov 'češalj' C x [0,1], mera (dužina) ruba-ivice/ mera-češlja-u-2D (oba puta brojilac je 2** ∞ , imenilac 0); Kantorov kvadrat, koji je poznatiji kao Sierpinskijev kvadrat, dobija se uklanjanjem srednjeg otvorenog kvadrata ivice 1/3 polaznog kvadrata, pa se postupak iterira na kvadratima u okolini izuzetog - centralnog. Analogno se pravi Kantorova kocka u više dimenzija. Ostavljamo čitaocu da odredi RV indeks u ovim slučajevima. Slično pitanje je značajno i za druge fraktale. RV predstavlja relativno jednostavnu, ali morfološki značajnu invarijantu. Svakako je interesantan RV za skupove (dogadjaje) bez mere/verovatnoće, kao i bacanje slučajne tačke u takav skup - dogadjaj i "premeravanje" ishoda. Za ispitivanje složenijih skupovnih struktura od značaja je i fraktalna dimenzija i njene implementacije. Tu gde se geometrija razređuje, a tačka smanjuje, primena Monte Carlo postaje nešto složenija. Nakon preliminarnih uspeha u eksperimentima koji odlučuju Higoovo polje, jedan eminentni fizičar sa MIT nedavno je izjavio: Fizika je matematika i to matematika bez ostatka. U biologiji su posebno interesantni prostorni oblici proteinskih molekula, hromozomi koji predstavljaju pakete DNA, segmenti DNA, struktura virusa, informacioni sadržaji koji imaju do informacionog atoma – nukleotida preciziran sintakсни sadržaj i oblik; pored navedenih i oblici ćelijskih membrana, struktura korteksa, imaju uvećani ili znatno uvećani RV indeks, i to predstavlja značajnu strukturu karakteristiku – invarijantu ovih struktura koje po veličini pokrivaju ogroman raspon. Tu se javljaju varijacije na gornje MC teme. Pomenimo: adresiranje tačke ili skupa tačaka u hromozomskom

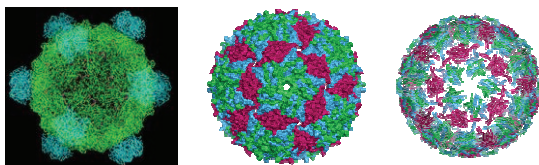
prostoru ili prostoru određenog proteina (razmatra se u prikazu metoda In Situ Hibridizacije). Fundamentalni su zadaci mapiranja prostornih molekularno informacionih struktura, određivanja njihovih (informacionih) funkcija i načina funkcionisanja, kao i agregiranja u složenije rekurzivne funkcionalne višeg reda.



Slika 1. (Wikipedia) shema pakovanja segmenta DNA u hromozom; shema segmenta hromosoma koji kontroliše kopiranje hromosoma; shema- prostorna struktura enzima telomeraze. Četvrta sl. protein p53 (generisan genom TP53) u kontaktu sa DNA, koji skenira, kontroliše ispravnost i popravke DNA (autor: Thomas Spletstoesser - *Based on atomic coordinates of PDB 1TUP, rendered with open source molecular visualization tool PyMol* (www.pymol.org)). Peta slika DNA popravka, enzimom ligaze, autor: Tom Ellenberger, Washington University School of Medicine in St. Louis. U ovim primerima, iz kompaktnih struktura, uvećanjem se prelazi u razredjenje, praktično bez interiora, sav sadržaj je informacione prirode i lociran je u kompleksnom rubu.



Slika 2. (Wikipedia) Eksterior i interior virusa bakteriofaga. Algoritamski sistemi, npr. Kinematičke Turingove mašine (npr. u [84]) strukturalno i funkcionalno konvergiraju ovim entitetima, uz proširenje zajedničke algoritamske osnove i uklanjanje barijera uspostavljanjem mogućnosti funkcionisanja informacionih entiteta u zajedničkim simulatorima.



Slika 3. (Wikipedia) Snimci diskretne strukture virusa.

U ispitivanju strukturne sličnosti [115] i problemima prepoznavanja - klasifikaciji molekularno bioloških sekvenci koje se nalaze na samom dnu percepcije žive tvari i do kojih se stiže ukrštenim metodama koje nadilaze jednostavno procesiranje signala i slika, već duže, posebno popularna je metoda BLAST, mera pokoordinatnog slaganja, koja već za strukture sa minimalnim mutacijama, može da pokaže visoko nekoherentne rezultate; popravka metode do BLAST-po-strukturnim-