SADRŽAJ

UVOD **13**

I DEO **17**

1 SAVREMENI I POTENCIJALNI METODI U FORENZICI **19**

2 PRIMENA KOHERENTNIH ELEKTROMAGNETNIH ZRAČENJA U OPTIČKOM DIJAPAZONU U FORENZIČKIM NAUKAMA **27**

3 METODE EKSPERIMENTALNE FIZIKE **31**

Materijali nekristalne strukture 31

Primena spontanog Rayleighevog i Brillouinovog rasejanja 31

Intenzitet Brillouinovih komponenti. Polarizacija komponenata 33

Merenje brzine zvuka i relaksacionih frekvencija 33

Spontano Ramanovo rasejanje 36

Tehnike merenja i prečišćavanja 37

Laserska spektroskopija atoma i molekula 39

4 LINEARNI I NELINEARNI FENOMENI **43**

Uvodni pojmovi za nove elektromagnetne i elektrooptičke fenomene koji su sa laserima dobili eksperimentalnu potvrdu 43

Nelinearni optički efekti i transformacija laserskog zračenja 44

5 METODE ZA ISPITIVANJE PLAZME POMOĆU LASERA **51**

Karakteristike laserskih snopova od interesa za plazmu 51

Optička svojstva plazme 54

Dijagnostika plazme pomoću rasejanja lasera 55

Rasejanje na slobodnom elektronu 55

Rasejanje zračenja plazmom 56

Thomsonovo rasejanje u plazmi 58

Određivanje parametara plazme kada preovladava rasejanje na slobodnom elektronu 59

Kolektivno rasejanje 59

Uticaj magnetnog polja na rasejanje 61
Granice primenljivosti metoda rasejanja 63
Eksperimentalni uređaj 63
Visokotemperaturna plazma 63
Merenja rasejanjem plazme sa cw laserima 65
Određivanje parametara plazme po spektrima rasejanog zračenja . . . 66
Primena holografske interferometrije – HI za dijagnostiku plazme . . 68
Plazmotroni i drugi uređaji sa laserskim plazmama 73
Uticaj parametara snage i stabilnost HCN lasera 76

6 NELINEARNA OPTIKA I VIŠEFOTONSKI EFEKTI 79

Savremene spektroskopije – linearne, nelinearne i efekti nelinearne optike od interesa za razvoj novih metoda 79
Mikroskopija sa višim harmonicima 83
Mikroskopija na bazi drugog harmonika SHIM 83
Optička mikroskopija 85

7 STIMULISANO RAMANOVO RASEJANJE 87

Ramanovo rasejanje u benzenu 90
Opis stimulisanog Ramanovog rasejanja formalizmom vezanih talasa . 91
Ramanovo rasejanje viših redova 98
Eksperimentalni rezultati i primena stimulisanog ramanovog rasejanja . . . 100
a) Ramanovo rasejanje u sredini sa samofokusiranjem 100
b) Indukovano rasejanje u sredini bez samofokusirnja 101
c) Antistoksove i više komponente rasejanja 102
d) Stoksove i antistoksove komponente više rasejanja 103

8 STIIMULISANA RASEJANJA SVETLOSTI 105

Indukovano rasejanje Brillouina /Mandelstamm – Brillouina 105
Rasejanje Brillouina u tečnostima 105
Stimulisana temperaturna rasejanja Brillouina i Rayleigha 109
Indukovano rasejanje krila Rayleigha 112
Drugi tipovi indukovanog rasejanja svetlosti 115

9 GENERACIJA DRUGOG HARMONIKA 117

Tenzor nelinearne dielektrične propustljivosti-konstante 118
Fizička priroda nelinearnih koeficijenata 119

10 UVOD U MATRIČNU OPTIKU I PRIMENA 125

Matrični metodi u paraksijalnoj optici 125

Matrica pomeraja T 127
Matrica prelamanja *R* 128
Tanko sočivo 129
Dobijanje totalne matrice *M* 131
Matrični opis svojstava optičkog sistema 132
ABCD Matrica 135

II DEO 139

1 DTA I DRUGE FIZIČKO-HEMIJSKE METODE ZA UTVRĐIVANJE GENEZE EKSTAZIJA I DRUGIH NARKOTIČKIH MATERIJALA 141
1.1. Mehanizam delovanja ekstazija 145
1.2. Eksperimentalni deo 148

2 LASERSKI ATOMIZATORI U ANALITIČKOJ SPEKTROSKOPIJI 153
2.1. Laseri u atomskoj apsorpcionoj i fluorescentnoj spektroskopiji 155
2.1.1. Tipovi lasera 155
2.1.2. Režimi rada 157

3 KVANTIFIKACIJA VIZUELNIH INFORMACIJA 165
3.1. Vizuelne informacije 174
3.1.1. Kvantifikacija morfoloških svojstava 175
3.2. Primena metodologije na ispitivanju adhezivnosti materijala. 180

4 MULTIFRAKTALNA ANALIZA MONOHROMATSKE SLIKE 189
4.1. Detekcija ivica CANNY-evim detektorom 189
4.2. Osnovi multifraktalne teorije 191
4.2.1. Osnovni koncept multifraktalne teorije 192
4.3. Multifraktalna segmentacija slike 194
4.3.1. Definisanje mera 194
4.3.2. Detekcija ivica – α eksponent 195
4.3.3. Hausdorff-ov $f(\alpha)$ spektar 198
4.3.4. Detekcija ivica, tekstura i površi – $f(\alpha)$ spektar 200
4.4. Modifikacija multifraktalne analize prilagođena isticanju mikrokalcifikacija u digitalnom mamogramu 203
4.5. Eksperimentalni rezultati 205
4.5.1. Prvi primer 205
4.5.2. Drugi primer 205

5 ETALONIRANJE ATOMSKIH APSORPCIONIH I FTIR/NIR SPEKTROFOTOMETARA U UV/VIS I NIR/IR DELU SPEKTRA OPTIČKOG ZRAČENJA 209

5.1. Etaloniranje apsorpcionih spektrofotometara 209

5.1.1. Predmet i primena etaloniranja 209

5.1.2. Tok i sadržaj procedure (opis aktivnosti) 211

5.1.3. Analiza merne nesigurnosti i određivanje rezultata merenja sa praktičnim primerom 214

5.1.4. Etaloniranje atomskih apsorpcionih spektrofotometara 216

5.1.5. Etaloniranje FTIR/FTNIR (Fourier transform infrared/ Fourier transform near infrared spectroscopy) spektrofotometara 225

5.1.6. Analiza merne nesigurnosti i određivanje rezultata merenja sa praktičnim primerom 230

6 JEDAN METOD LASERSKE FORENZIČKE DETEKCIJE I APARATURE 233

6.1. Nekoliko stavova 233

6.2. Tehnički aspekt pronalaska 235

6.2.1. Osnove 235

6.2.2. Kratak opis uređaja 237

6.2.3. Detaljan opis metode uređaja 237

6.2.4. Drugi uređaj sa laserom 238

6.2.5. Podaci o nalazima na otiscima prstiju pomoću lasera 242

7 OPTIČKI SENZORI U SPOJU BIOLOGIJE, HEMIJE I ELEKTRONIKE 245

7.1. Optički senzori – princip rada 245

7.1.1. Optički izvori svetlosti 246

7.1.2. Optički prijemnici svetlosti 250

7.1.3. Optičko vlakno kao senzor (medijum prenosa) 251

7.2. Optički biosenzori 255

7.3. Neki načini primene optičkih vlakana u biosenzorima 256

7.3.1. O optičkim bandlovima 259

7.3.2. Optičko sprezanje fiberoptičkih snopova i rezolucija 264

8 TERMOVIZIJSKI NIŠAN 267

8.1. Glavne konture jednog termovizijskog nišana 267

8.2. Implementacija senzora nišana u digitalne video mreže 271

9 OPASNOSTI I PROPISI – POŽARI I EKSPLOZIJE 279

9.1. Mere zaštite 283

9.2. Eksplozije i požari 287

III DEO 291

1 PRILAZI KRIPTOGRAFIJI 293

Istorija kriptovizija. Opšti pojmovi i definicije 294
Podela kriptografije 295
Kriptografski sistemi 295

2 BIOMETRIJSKE METODE ZA IDENTIFIKACIJU LJUDI 299

Uvod 299
Geometrija ruke 301
Oko – mrežnjača i dužica 301
Lice 301
Glas 302
Rukopis 302
Nokti 302
Otisci prstiju 303
Biometrija na granici 303
Scenario o biometriji 2016 304
Osnovni biometrijski koncepti 304
Biometrijske tehnologije 306
Tehnologije i arhitektura biometrijskih sistema 308
Medicinski aspekti biometrije 309
Direktna medicinska implikacija 309
Indirektne medicinske implikacije 310
Poređenje i univerzalnost biometrijskih postupaka 311
Poređenje karakteristika 312
Tačnost 312
Protok, propusna moć podataka 313
Tržišta i cene 314
Održavanje sistema 315
Više o otiscima prstiju, računarskoj obradi i definicijama 315
Računarska obrada i klasifikacija slike 315
Biometrijski podaci 316
Biometrijski uzorak 316
Biometrijski sistem 316
Poređenje 317

3 OPTIČKI KORELATORI 321
Slučaj I. Identične slike 322
Slučaj V. Višestruke slike 323

4 OPTIČKE MEMORIJE. PRORAČUN HOLOGRAFSKE MEMORIJE 325
Glavne stavke zapisa 328
Izbor lasera i materijala fotosloja za zapis holograma 330
Proračun karakteristika holograma 332

5 OSNOVE I PRIMENE NEURONSKIH MREŽA 335
Uvod 335
Definicija neuronske mreže 335
Tipovi neuronskih mreža 338
Teorijske osnove celularne neuronske mreže 338
Konstrukcija celularne neuronske mreže 340
Primene neuronskih mreža 342
Kratka istorija neuronskih mreža 344

6 KLASTEROVANJE POMOĆU VEŠTAČKIH NEURONSKIH ILI NEURALNIH MREŽA 347
1. Neuroračunarstvo 347
1.1. Veštačke neuronske mreže 348
1.2. Povezivanje veštačkih neurona 348
1.3. Osobine veštačkih neuronskih mreža 349
1.4. Klasifikacija veštačkih neuronskih mreža 351
1.5. Aktivacione funkcije ili transfer funkcije – funkcije prenosa . . . 354
1.6. Glavne primene veštačkih neuronskih mreža 359
1.7. Neuroračunar – realizacija veštačke neuronske – neuralne mreže . 360
2. Kohonenove mape obeležja – mreže sa samoorganizacijom 361
2.1. Bočna – lateralna povratna sprega i klasteri aktivacije 362
Primer 363
2.2. Pojednostavljenje procesa računanja 365
2.3. Očuvanje topologije u procesu samoorganizacije 365
2.4. Mere sličnosti vektora 366
Korelacija 367
Euklidovo rastojanje 367
Metrika Minkovskog 368
2.5. Dvodimenzionalni sistem sa samoorganizacijom 368

2.6. Matematička definicija rezultata uređenja 370
2.7. Testiranje Rezultata Samoorganizacije 371
2.8. Automatsko izdvajanje dimenzija obeležja 371
2.9. Algoritam obučavanja mape samoorganizacije 372

7 DIJAGNOSTIČKE METODE ZASNOVANE NA OPTIČKOJ BISTABILNOSTI SA POTENCIJALNOM PRIMENOM ZA PRECIZNO MERENJE KOEFICIJENTA APSORPCIJE 375

UVOD 375
Teorijski prilaz 375
Aparatura i metod merenja 376
Eksperimentalni rezultati 379
Optička bistabilnost i primena u kvantnoj elektronici 380

8 DIGITALNA MULTIMEDIJALNA FORENZIKA 383

Geometrijski bazirana forenzika slike 385

9 OSNOVE ZAŠTITE PODATAKA U SISTEMU STORAGE 387

1.1 Konsolidacija skladištenja podataka 388
1.2. Tehnologija skladištenja podataka 390
1.3. Konektivnost 391
1.4. RAID nivoi 393
Parity disk 400
1.5. DAS – **D**irect **A**ttached **S**torage 401
1.6. SAN – **S**torage **A**rea **N**etwork 402
1.7 NAS – **N**etwork **A**ttached **S**torage 404
NAS implementacije 406
1.8. IP SAN i Native iSCSI 407

10 LITERATURA 411

UVOD

Oblast forenzike zahteva specifične tehnike kontrole, ispitivanja, praćenja i ocene kvaliteta i kvantiteta materijala, sa visokim stepenom pouzdanosti rezultata, često i sa malim količinama uzoraka. Tehnike zapisa, čuvanja i obrade podataka imaju mnogo dodirnih tačaka u domenu optike. Laserska tehnika, koja predstavlja sigurnu podršku nedestruktivnim tehnikama ispitivanja materijala, „olakšala" je primenu optičkih metoda, a razvijen je i niz novih metoda koherentne optike, koji se odvijaju u kategorijama, koje kreću od kontinualnih do najkraćih postojećih impulsa elektromagnetnog zračenja u području attosekunde i zeptosekunde.

U monografiji će biti razmotrene izabrane tehnike zasnovane na metodima primene visoko-koherentnih osobina, ali i metode na bazi nelinearnih fenomena. Biće razmotrena interdisciplinarna sprega više naučnih metoda, koja omogućava indirektno merenje veličina, što je mnogo teže realizovati „neoptičkim" i „nelaserskim metodama".

Postoje laseri i laserski sistemi za forenziku, i druge oblasti, njihovi patenti sistema vezanih direktno za forenzičke i druge primene. Mnogo spektroskopija, linearnih i nelinearnih, se koristi u detekciji tragova metala, organskih materijala, koje ne mogu bez lasera. Jedna od podela bi bila vezana za procese:

1. *rasejanje i mogućnosti u biološkim i neorganskim zadacima,*
2. *u detekciji materijala (Raman, LIBS),*
3. *u detekciji veličina makročestica (Rayleigh, Mie)*
4. *u detekciji povreda prekida vlakna, materijala, makroskopske i mikroskopske veličine, uslovno.*

Pored rasejanja, biće razmatrane tehnike za analize slike, turbidimetriju, nefelometriju, fluorescenciju i ostale laserske tehnike u analizi krvi, protoka, grupa ćelija... Selekcija izotopa, tragovi ugljenika i poreklo, imaju veze sa metodama ispitivanja tragova i ruda, zemlje i različitim energetskim procesima. Današnji instrumentarijum se ne može zamisliti bez Röntgena (aparata) i druge aparature za eksploziv u tragovima, Röntgena za ispitivanje tečnosti, skenera za robu i poštu, vozila za gašenje požara... Govoriće se o:

1. *vrstama lasera,*
2. *LAMMA kombinacijama „time of flight sistema" i elektronske mikroskopije,*
3. *nelinearnoj optici i njenim primenama,*
4. *paraleli: medicina/umetnost, forenzika razvijana u humanom pravcu...*

Posebno su interesantna paralelna istraživanja na temu kvantnih računara zasnovanih na nuklearnim i optičkim fenomenima, uopšte. Mnoge tematike su ujedinjene na putu smanjenja dimenzija računara, od kada se o tome priča. Kubiti, koherentnost i mnogo drugih pojmova se meša danas.

Važna tematika obuhvatiće aktivne sisteme i bezbednosno inženjerstvo. Karakteristični slučajevi havarija značajnih objekata i konstrukcija, nažalost, su postojali i postoje i služe za eksperimentalne provere modela o pretpostavkama za havarije, koje bi se mogle izbeći. Traženje korelacija sa njima, može da posluži za izbegavanje unapred predviđenih katastrofa. Sistemi vezani za udobnost i bezbednost drumskih i šinskih vozila, nalaze mesta i u građevinarstvu. Granice povratne sprege se primenjuju sa novim parametrima aktivnih sistema. Tu su i aktivno upravljanje vibracijama (oscilacijama), visećim mostovima, bukom, jaki vetrovi, povremeni udari vazdušnih masa, seizmička pomeranja tla. Tu su i kritični režimi, raznih prilaza i kategorija.

Aktivan odziv se mora obezbediti da produži i delimično funkcionisanje. Tako se konstituiše u najširem smislu bezbednosno inženjerstvo. Dolazi se do novog načina konstruisanja objekata i sistema i konstrukcija najviših dinamičkih mogućnosti upravljanja havarijom u cilju sprečavanja još težih oblika, katastrofalnih razmera.

Zaštiti od požara i ostalim vidovima zaštite u razvijenim zemljama se posvećuje velika pažnja i obezbeđuju se značajna sredstva, zbog neprocenjivosti ljudskih života i vrednovanja materijalnih dobara. Tehnički sistemi i oprema za zaštitu od požara su obavezni deo uređaja javnih i poslovnih objekata, stambenih zgrada, a sve češće i porodičnih kuća. Za zaštitu u javnim objektima, koriste se samostalni detektori, mali sistemi sa nekoliko detektora i sistemi sa velikim brojem detektora, povezanih u sistem pod kontrolom protivpožarne centrale. U periodu pre brzog širenja digitalne tehnologije, detektori su imali dva stanja izlaza. Približna lokacija mesta požara vršila se zbog grupnog zonskog priključivanja na centralne stanice. Napredak je, naravno, ostvaren i na tom polju. Detektori, koji prate jednu ili više promenljivih veličina su sada osnovni sistemi za rano otkrivanje požara. U cilju pouzdanosti, nadziru se pojava plamena i karakterističnih gasnih produkata, najčešće ugljenmonoksida. I tu se opet spajamo sa daljinskom detekcijom lidarima, radarima, rdarima, itd. Posebno su ovde od interesa različiti detektori.

Forenzička istraživanja porekla havarije, požara, moraju da se zasnivaju na najnovijim saznanjima iz više oblasti. U ovoj monografiji su za izabrane tematike predstavljene osnove ili su direktno prikazana neka stanja, merne tehnike i rešenja sa vrlo poznatim efektima, ali i sa najsofisticiranijim mernim metodama današnjice.

Postojeći softveri u otkrivanju autentičnosti pisanih dokumenata, traženju autentičnosti dokumenata i zapisa na raznim medijumima, zavisno od složenosti zahteva, podrazumevaju dalji razvoj softverskih alata. Oni imaju za bazu matematičke prilaze zasnovane na različitim osnovama i teorijama prepoznavanja oblika. Zbog razvoja medicinskih uređaja, razvijena je metodologija analize slike sa ciljnim traženjem specifičnosti jedinke ili patogenog stanja.

Različite predstave, transformacije u odabranim ciljnim zadacima, traže dalje razvijanje programa za autentičnost zapisa. Tu treba veliki posao obaviti, analizirati postojeći ili specifičnosti softverskog alata za obradu slike (Photoshop 9 i dr. i mogućnost zloupotrebe u cilju falsifikovanja skeniranih dokumenata (potpisa, itd.).

U eri progresa računarstva, kompjuterska forenzika, dobija sve veći značaj. Ta naučna disciplina, prikuplja, čuva, prezentuje podatke elektronske obrade, memorisane specifičnim memorijama. Digitalni računari, dovode do naziva digitalna

forenzika. Alati i tehnike su relativno dostupni, ali se traži rad na raznim fizičkim lokacijama. Najveći broj alata nudi veliki spektar funkcionalnosti, dok su neki dizajnirani samo za specijalne zadatke. Razlika je i po ceni. Zato je važno i komparativno poznavati njihove prednosti i nedostatke. Razvoj donosi i „antiforenzičke" tehnike i alate. Ovakvo razmišljanje bi moglo da se sprovede za svaku od oblasti forenzike i za odabir najbolje ili optimalne metode za određene zadatke.

Metodi na materijalima, koji pod dejstvom jonizujućeg zračenja ispuštaju zračenje, scintilatori (kol. fosfori, fluori, luminofore), od prvih metoda sa scintariskopima, mnogo su napredovali i koriste se uz savremenu nuklearnu elektroniku i metode merenja fosforescencije i fotoluminiscencije. Pored toga što se ti materiajali nalaze u detektorima, za merenja broja naelektrisanih čestica, gama kvanata, brzih i sporih neutrona, za merenje doze (β^+, $\beta^{'}$, γ i neutrona), za ispitivanje spektara γ zračenja i neutrona, važna je i efikasnost za dato zračenje, posebno za γ zračenje. Sa druge strane, pri istraživanju materijala u forenzici, postoje mnoge oblasti, gde se pobuđuju materijali i traže određene koincidencije i istorije uzoraka. Posebno su važne oblasti, gde se ulazi u dozimetriju pojedinih zračenja lasera, kvantnih generatora, prirodnih i veštačkih radioaktivnih izvora i snopova ubrzanih čestica, gde se koriste scintilatori SrS(Eu, Sm) kao prah, tablete ili luminofore NaCl(Ag), KCl(Ag). Termoluminiscentni dozimetri, treba da se povežu i sa i hemoluminiscencijom.

Ključne reči grafitna vlakna, grafitne bombe, elektroenergetski sistemi; NATO operacije, prenosna mreža, imaju ovde svoja mesta. Tokom NATO agresije na SRJ, pored municije na bazi osiromašenog uranijuma, krstarećih raketa, avio bombi i dr., značajno mesto su zauzimale „grafitne" bombe. Razmatranje njihovih osobina (ustvari vlakana staklo-aluminijum) i posledica njihovih dejstava na elektroenergetski sistem i postrojenja je aktuelna problematika, počevši od oblasti elektroenergetike i osvetljenja, do mnogobrojnih uzgrednih oblasti, bez kojih se ne može zamisliti normalan život u savremenoj civilizaciji. Kao posledica primene ovih vlakana, nastaju teške havarije, visoki prenaponi, pražnjenja i isključenja, što predstavlja opasnost za sve elektroenergetske uređaje. Grupe istraživača ETF, VMA i IHNS iz Beograda, vršile su ispitivanja osobina ovih vlakana sa gledišta optičke mikroskopije i optike, a u Institutu bezbednosti izvršena su merenja nivoa radioaktivne kontaminacije dostavljenih uzoraka „grafitnih" vlakana. Može se danas dalje diskutovati o mogućnostima nekih drugih prilaza, analizirati potencijalna opasnost po zdravlje, koja može nastupiti od samih vlakana, kao i od njihovog dejstva na elektroenergetski sistem.

Izuzetno široka je oblast metoda za zaštitu podataka. Koriste se interni softversko-hardverski mehanizmi. Uz definisan pojam bezbednosti softvera i zahteva za sistem zaštite u pogledu očuvanja tajnosti, logičkog integriteta i funkcionalne korektnosti računarskog sistema, konstatuje se da su tu osnovni elementi za stepen sigurnosti zaštite na principu zasnovanosti sistema o tehničkoj realizaciji. Izbor antivirusnog softvera za zaštitu radnih stanica i drugi zadaci u ovoj oblasti predstavljaju, takođe, deo ove forenzičke discipline.