

Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za elektrotehniko*



DOKTORSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM

Inteligentni sistemi,
avtomatika,
robotika

Elektroenergetika,
fotovoltaika

Elektronika,
mikroelektronika,
optoelektronika

Mikrosenzorika,
nanostrukture

Meroslovje,
zagotavljanje
kakovosti

Doktorski študijski program

ELEKTROTEHNIKA

Mehatronika,
vgrajeni sistemi

Biomedicinska tehnika
in informatika

Informacijske in
komunikacijske
tehnologije

Multimedija

Veščine
znanstvenega
komuniciranja

www.fe.uni-lj.si

Kazalo

1. Osnovni podatki	3	5. Kratka predstavitev predmetov	17
2. Cilji programa in kompetence	4	Izbrana poglavja iz matematike.....	17
Temeljni cilji programa.....	4	Električni pojavi v plazmi in osnove fuzije.....	17
Splošne kompetence, ki se pridobijo s programom.....	4	Elektrostatika površin in nanostruktur.....	18
Predmetnospecifične kompetence, ki se pridobijo s programom.....	5	Elektromagnetika.....	18
3. Struktura programa in način študija.....	5	Računska elektromagnetika.....	18
Struktura programa.....	5	Simulacije in meritve v svetlobni tehniki.....	18
Način študija.....	7	Energetske pretvorbe in okolje.....	19
Seznam izbirnih predmetov z izvajalci.....	9	Obratovanje elektroenergetskega sistema v tržnem okolju.....	19
4. Pogoji in merila.....	13	Aktivna distribucijska omrežja.....	19
Pogoji za vpis.....	13	Zanesljivost v elektroenergetiki.....	20
Merila za izbiro ob omejitvi vpisa.....	13	Senzorji in aktuatorji.....	20
Merila za priznavanje znanja in spretnosti.....	14	Fotovoltaika.....	20
Načini ocenjevanja.....	14	Nanoelektronika.....	21
Pogoji za napredovanje po programu.....	14	Optoelektronika.....	21
Določbe o prehodih med programi.....	14	Optimizacija pri avtomatizaciji načrtovanja elektronskih vezij.....	21
Pogoji za dokončanje študija.....	15	Načrtovanje digitalnih elektronskih sistemov.....	22
Pogoji za dokončanje posameznih delov programa.....	15	Merilna dinamika in motnje v merilnem krogu.....	22
Pridobljeni znanstveni naslov.....	15	Virtualni merilni instrumenti.....	22
Seznam izvajalcev.....	16	Kakovost in gradniki programskega inženirstva.....	23
		Metrologija in kakovost sistemov.....	23
		Akustika in ultrazvok.....	24
		Inteligentni mobilni transportni sistemi.....	24
		Večpredstavne interaktivne 3D tehnologije.....	24
		Poglavja iz robotike.....	25
		Kakovost medicinske instrumentacije.....	25
		Integrirani mikrosistemi in analogno digitalna integrirana vezja.....	26
		Napredni mikroelektronski sistemi: Izbrana poglavja.....	27
		Električni servopogoni v mehatroniki.....	27
		Sodobni električni stroji.....	28
		Pretvorniki v močnostni elektroniki.....	28
		Krmiljenje in regulacija elektronsko komutiranih motorjev.....	28
		Izbrana poglavja vodenja kompleksnih sistemov.....	29
		Modeliranje, identifikacija in simulacija bioloških sistemov.....	29
		Strojni vid.....	29
		Napredne metode vodenja avtonomnih sistemov.....	30
		Naključni procesi in signali.....	30
		Industrijska informatika.....	30
		Razpoznavanje vzorcev.....	31
		Inteligentno vodenje v sodobnih sistemih.....	31
		Objektno orientirano modeliranje.....	31
		Konvergenčne komunikacije.....	32
		Protokoli v sodobnih telekomunikacijskih omrežjih.....	32
		Inženiring telekomunikacijskih sistemov.....	33
		Širokopasovni komunikacijski sistemi.....	33
		Operacijske raziskave v telekomunikacijah.....	34
		Multimedijske vsebine in interaktivne tehnologije.....	34
		Digitalna obdelava signalov, slik in videa.....	34
		Sodobni postopki kodiranja in modulacije.....	35
		Radijske komunikacije.....	35
		Algoritmi in arhitekture multimedijskih sistemov.....	35
		Slikovne tehnologije.....	36
		Komunikacija v razvoju in raziskavah.....	36
		Analiza biomedicinskih slik.....	36

Predstavitveni zbornik DOKTORSKEGA ŠTUDIJSKEGA PROGRAMA ELEKTROTEHNIKA

na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani

1. Osnovni podatki

Ime študijskega programa:	Elektrotehnika
Vrsta študijskega programa:	podiplomski doktorski program
Stopnja študijskega programa:	III. stopnja
Trajanje študijskega programa:	3 leta (6 semestrov)
Število kreditnih točk ECTS:	180
Znanstvena disciplina:	tehniške vede
Znanstveni naslov:	doktor / doktorica znanosti
Okrajšava naslova:	dr. pred imenom

Doktorski študijski program Elektrotehnika traja tri leta, obsega 180 kreditnih točk (KT) in predstavlja po bolonjski shemi program tretje stopnje. Študijske obveznosti so ovrednotene po evropskem kreditnem sistemu ECTS (European Credit Transfer System), kar daje podlago za mednarodno izmenjavo študentov v državah, ki uporabljajo enak ali primerljiv kreditni sistem.

Študijski program Elektrotehnika neločljivo povezuje študij z znanstvenoraziskovalnim in razvojnim delom. Osrednji poudarek programa je na samostojnem kreativnem raziskovalnem delu študenta, ki ga usmerja mentor.

Program daje prednost izbirnosti pred obveznimi oblikami študija. Da bi primerno pokrili vse bolj razvejano področje sodobne elektrotehnike, je ponudba študijskih vsebin velika in raznolika. Izbirnost daje študentu možnost zgodnjega načrtovanja lastne raziskovalne kariere in zasledovanja potreb bodočih delodajalcev. Ob tem preko obveznih seminarjev in z vključevanjem izbirnih generičnih vsebin (prenosljivih spretnosti) zagotavljamo primerno širino izobrazbe. V programu je omogočena mobilnost tako v okviru organiziranih oblik študija kot individualnega raziskovalnega dela.

V času študija se od študenta pričakuje aktivno sodelovanje na domačih in mednarodnih znanstvenih in strokovnih delavnicah in konferencah. Ob tem študent razvija veščine znanstvenega komuniciranja, kritične presoje dosežkov drugih in rezultatov lastnega raziskovalnega dela. Med bistvene obveznosti doktoranda spadata predlog in izdelava doktorske disertacije. V doktorskem delu pokaže kandidat poleg usposobljenosti za znanstveni način mišljenja in sposobnosti raziskovalnega dela tudi izvirne prispevke k znanosti, ki jih objavi v vsaj enem članku v znanstveni reviji s faktorjem vpliva.

2. Cilji programa in kompetence

Doktorski študijski program Elektrotehnika ima za osnovni cilj vzgojo samostojnih raziskovalcev s širokim strokovnim obzorjem in poglobljenimi metodološkimi temeljnimi znanji.

Temeljni cilji programa

- ✓ Neločljivo povezovati študij z znanstvenoraziskovalnim in razvojnim delom.
- ✓ Razvijati znanstveni pristop, osvojiti znanstveni način mišljenja.
- ✓ Spodbujati poglobljeno razumevanje elektrotehnike in njene vpetosti v širši znanstveni kontekst.
- ✓ Spodbujati zasledovanje in obvladovanje najsodobnejših postopkov in tehnologij.
- ✓ Razvijati komunikacijske sposobnosti, sposobnosti poročanja o znanstveno raziskovalnih dosežkih, prenašanja znaja.
- ✓ Razvijati korekten ter kritičen odnos pri presoji dosežkov drugih in rezultatov lastnega dela.
- ✓ Izobraževati doktorje znanosti za kreativno znanstvenoraziskovalno in razvojno delo na področju elektrotehnike in širše.

Splošne kompetence, ki se pridobijo s programom

- ✓ Sposobnost samostojnega kreativnega znanstvenoraziskovalnega in razvojnega dela na področju elektrotehnike in širše.
- ✓ Sposobnost zasledovanja in korektne presoje najnovejših dosežkov na širšem področju elektrotehnike.
- ✓ Kritičen odnos do rezultatov lastnega raziskovalno razvojnega dela.
- ✓ Sposobnost aktivnega strokovnega sporazumevanja v pisni in ustni obliki.
- ✓ Sposobnost timskega dela s strokovnjaki z različnih področij.
- ✓ Poklicna, okoljska in socialna odgovornost.



Predmetnospecifične kompetence, ki se pridobijo s programom

- ✓ Nadgrajevanje temeljnih elektrotehniških znanj.
- ✓ Sposobnost samostojnega kreativnega znanstvenoraziskovalnega in razvojnega dela na področjih:
 - elektroenergetike, fotovoltaike,
 - elektronike, mikroelektronike, optoelektronike, mikrosenzorike in nanostruktur,
 - mehatronike, vgrajenih sistemov, inteligentnih sistemov avtomatike in robotike,
 - meroslovja in zagotavljanja kakovosti,
 - biomedicinske tehnike in informatike,
 - informacijskih in komunikacijskih ter multimedijskih tehnologij.
- ✓ Dopolnjevanje z znanji komplementarnih področij in splošnih veščin, posebej z veščinami komuniciranja v razvoju in raziskavah ter širše na podlagi načela izbirnosti in mobilnosti.

3. Struktura programa in način študija

Struktura programa

Doktorski študijski program Elektrotehnika traja tri leta, obsega 180 kreditnih točk (KT) in predstavlja po bolonjski shemi program tretje stopnje. Program je sestavljen iz organiziranih oblik študija in individualnega raziskovalnega dela, ki so vsi kreditno ovrednoteni. Strukturo študijskega programa prikazuje Tabela I.

V prvem letniku je poudarek na organiziranem študiju s predavanji in seminarji, drugi in tretji letnik pa sta v celoti namenjena raziskovalnemu delu in pripravi ter izdelavi doktorske disertacije. Posamezen semester obsega 30 KT, letnik 60 KT, celoten doktorski študijski program pa 180 KT. Organizirani študij obsega 60 KT, preostalih 120 KT je namenjenih raziskovalnemu delu za doktorsko disertacijo. Kreditna točka (KT) je ovrednotena s 25 urami študentovega dela. Skupno število vseh študijskih obveznosti na semester je tako 750 ur, na leto 1500 ur, celoten študijski program pa zahteva 4500 ur študijskih obveznosti.



Tabela I.

1. letnik: organizirane oblike študija 30 KT					
1. semester: organizirani študij 15 KT			2. semester: organizirani študij 15 KT		
Učna enota	Vrsta	KT	Učna enota	Vrsta	KT
Predmet A	I, S	5	Predmet C	I, S,	5
Predmet B	I, G, S, M	5	Predmet D	I, S, M	5
Raziskovalno delo		15	Raziskovalno delo		15
Seminar (poročilo o raziskovalnem delu)	S, O	5	Seminar (poročilo o pripravi teme doktorske disertacije)	S, O	5
Skupaj		30	Skupaj		30

I: Izbirni; S: strokovni; G: generični; O: obvezni; M: mobilnost

2. letnik: organizirane oblike študija 10 KT					
3. semester		KT	4. semester: organizirani študij 10 KT		KT
Raziskovalno delo		30	Raziskovalno delo		20
Skupaj		30	Tema doktorske disertacije		10
Skupaj		30	Skupaj		30

3. letnik: organizirane oblike študija 20 KT					
5. semester		KT	6. semester: organizirani študij 20 KT		KT
Raziskovalno delo		30	Raziskovalno delo		10
Skupaj		30	Doktorska disertacija		20
Skupaj		30	Skupaj		30



Način študija

Študent si pred vpisom izbere mentorja, ki mu svetuje pri izbiri predmetov in ga usmerja med študijem. Študent skupaj z mentorjem izbere štiri predmete. Seminarja sta obvezna in skupna za vse doktorske študente Elektrotehnike. Glavna sestavina študija pa je samostojno raziskovalno delo za doktorsko disertacijo.

Strokovni predmeti

Vsi predmeti so izbirni. Izmed ponujenih strokovnih predmetov (Tabela II.) študent izbere dva do štiri predmete oziroma 10 do 20 KT (1. in 2. semester). Strokovne predmete si izbere glede na raziskovalno področje doktorske disertacije. Vsi predmeti so ovrednoteni enako s 5 KT.

Prenosljive spretnosti

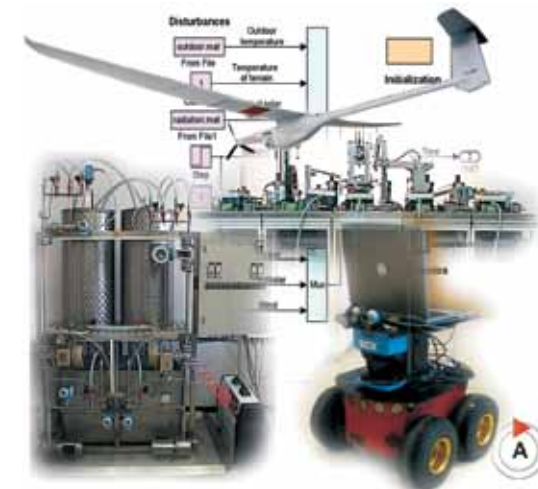
FE UL ponuja en izbirni predmet veččin komuniciranja v znanstvenem delu (v Tabeli II. je označen z zvezdicami), ki ga prispeva tudi v Enoto za generične predmete v okviru Doktorske šole UL. Študent lahko izbere do 5 KT splošnih vsebin oziroma en splošni predmet (1. semester).

Mobilnost

Študent si v dogovoru z mentorjem lahko izbere do 10 KT študijskih vsebin predmetov iz drugih doktorskih programov UL in primerljivih programov drugih univerz (1. in 2. semester). Študent se lahko v času študija do dva semestra izobražuje na drugi univerzi (do 60 KT), tako da lahko do 1/3 študijskih obveznosti opravi drugje.

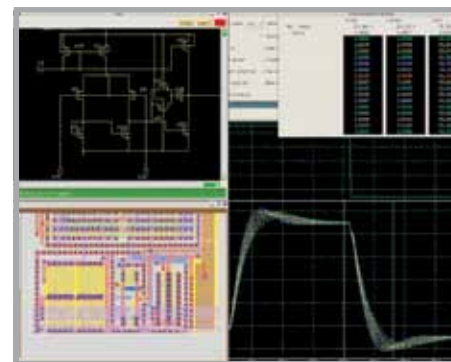
Seminarji

Seminarja (1. in 2. semester) sta obvezna za vse doktorske študente Elektrotehnike in ovrednotena vsak s 5 KT. Seminarje vodijo mentorji. Študent predstavi rezultate dela v pisni in ustni obliki. V okviru seminarja se od študenta pričakuje prisotnost pri predstavitvah



drugih študentov in sodelovanje v diskusijah. S tem zagotavljamo razširitev študija preko ožjega področja njegove doktorske disertacije in interakcijo med doktorskimi študenti.

V prvem semestru študent izdelata pregled nad ožjim področjem njegovega raziskovalnega dela. V drugem semestru doktorand poroča o predpripravi teme doktorske disertacije. S tem se zagotovi dodatna časovna kontrola in zgodnji pristop k načrtovanju doktorskega predloga.

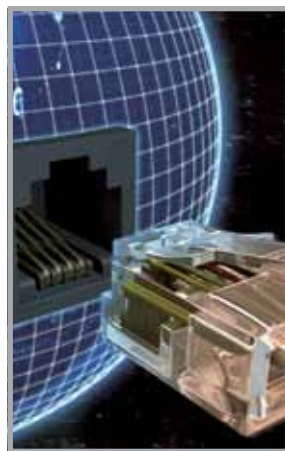


Raziskovalno delo za doktorsko disertacijo

Raziskovalno delo je podrejeno pripravi in izdelavi doktorske disertacije. Ovrednoteno je s 120 KT. To je individualno znanstvenoraziskovalno delo, ki ga usmerja mentor. V okviru raziskovalnega dela se od študenta pričakuje aktivna udeležba na domačih in mednarodnih znanstvenih in strokovnih srečanjih.

Tema doktorske disertacije

Do konca 4. semestra študent izdela predlog teme doktorske disertacije, ki jo primerno razčleni in umesti v ožje področje njegovega raziskovalnega dela, predstavi pričakovane prispevke k znanosti, jih strokovno in metodološko utemelji ter podkrepí z začetnimi rezultati. Predlagano temo tudi javno predstavi. Priprava in predstavitev teme sta ovrednotena z 10 KT.



Doktorska disertacija

Praviloma do konca 6. semestra študent izdela doktorsko disertacijo in opravi njen javni zagovor, kar obsega 20 KT. V doktorskem delu pokaže kandidat poleg usposobljenosti za znanstveni način mišljenja in sposobnosti raziskovalnega dela tudi izvirne prispevke k znanosti, ki jih objavi v najmanj enem članku v prvem avtorstvu v reviji s faktorjem vpliva po SCIE.

Doktorska disertacija je izvirni prispevek k znanosti, ki mora biti pripravljena v skladu z določili Statuta Univerze v Ljubljani in pravili o doktorskem študiju.

Mentorstvo

Mentor pri izdelavi doktorske disertacije je oseba, ki ima ustrezen naziv visokošolskega učitelja (docent, izredni profesor, redni profesor) oziroma znanstvenega delavca ter ima izkazano raziskovalno aktivnost z ustrežno bibliografijo s področja teme doktorske disertacije.



Mentorja po lastni presoji in na podlagi njegovih raziskovalnih usmeritev izbere študent pred oziroma ob vpisu. Naloga mentorja je usmerjanje študenta tekom študija (izbira predmetov, seminarjev, predloga in izdelavo doktorata) ter zagotavljanje pogojev za delo na raziskovalni opremi, praviloma v mentorjevem laboratoriju.

Študent ima pravico menjave mentorja do pričetka tretjega semestra študija. O menjavi, s katero mora soglašati novi mentor, pisno obvesti starega mentorja in prodekana za raziskovalno in razvojno dejavnost. Po pričetku tretjega semestra pa o menjavi mentorja na podlagi utemeljene prošnje študenta razpravlja Znanstveno-raziskovalna komisija.

Somentorstvo se priporoča v primeru interdisciplinarnosti ali večinstitucionalnosti raziskav. O somentorstvu razpravlja Znanstveno-raziskovalna komisija.

Seznam izbirnih predmetov z izvajalci, s šiframi izbirnih predmetov

Tabela II.

K1. Katedra za osnove elektrotehnike, matematiko in fiziko

	Nosilec predmeta	Izvajalci predmeta	Šifra pred.	Predmet	KT
01	Dolinar Gregor	Prof. dr. Gregor Dolinar	64801	Izbrana poglavja iz matematike	5
02	Gyergyek Tomaž	Izr. prof. dr. Tomaž Gyergyek Prof. dr. Milan Čerček	64802	Električni pojavi v plazmi in osnove fuzije	5
03	Iglič Aleš	Prof. dr. Aleš Iglič prof. dr. Veronika Kralj – Iglič	64803	Elektrostatika površin in nanostruktur	5
04	Sinigoj Anton	Izr. prof. dr. Anton Sinigoj Prof. dr. Tomaž Slivnik	64804	Elektromagnetika	5
05	Slivnik Tomaž	Prof. dr. Tomaž Slivnik	64805	Računska elektromagnetika	5

K 2. Katedra za elektroenergetske sisteme in naprave

	Nosilec predmeta	Izvajalci predmeta	Šifra pred.	Predmet	KT
06	Bizjak Grega	Izr. prof. dr. Grega Bizjak	64806	Simulacije in meritve v svetlobni tehniki	5
07	Mihalič Rafael	Prof. dr. Rafael Mihalič Prof. dr. Dušan Povh	64807	Energetske pretvorbe in okolje	5
08	Pantoš Miloš	Izr. prof. dr. Miloš Pantoš Izr. prof. dr. Andrej Gubina	64808	Obratovanje elektroenergetskega sistema v trznem okolju	5
09	Papič Igor	Prof. dr. Igor Papič	64809	Aktivna distribucijska omrežja	5
10	Čepin Marko	Izr. prof. dr. Marko Čepin	64810	Zanesljivost v elektroenergetiki	5

K 3. Katedra za elektroniko

	Nosilec predmeta	Izvajalci predmeta	Šifra pred.	Predmet	KT
11	Amon Slavko	Prof. dr. Slavko Amon	64811	Senzorji in aktuatorji	5
12	Topič Marko	Prof. dr. Marko Topič Izr. prof. dr. Janez Krč Prof. dr. Franc Smole Prof. dr. Miro Zeman	64812	Fotovoltaika	5
13	Smole Franc	Prof. dr. Franc Smole Prof. dr. Marko Topič Doc. dr. Marko Jankovec	64813	Nanoelektronika	5
14	Krč Janez	Izr. prof. dr. Janez Krč Prof. dr. Marko Topič Prof. dr. Franc Smole	64814	Optoelektronika	5
15	Tuma Tadej	Prof. dr. Tadej Tuma Izr. prof. dr. Arpad Buermen	64815	Optimizacija pri avtomatizaciji načrtovanja elektronskih vezij	5
16	Žemva Andrej	Prof. dr. Andrej Žemva Izr. prof. dr. Andrej Trost	64816	Načrtovanje digitalnih elektronskih sistemov	5

K 4. Katedra za merilno procesne sisteme

	Nosilec predmeta	Izvajalci predmeta	Šifra pred.	Predmet	KT
17	Agrež Dušan	Izr. prof. dr. Dušan Agrež	64817	Merilna dinamika in motnje v merilnem krogu	5
18	Batagelj Valentin	Doc. dr. Valentin Batagelj	64818	Virtualni merilni instrumenti	5
19	Bojkovski Jovan	Izr. prof. dr. Jovan Bojkovski	64819	Kakovost in gradniki programskega inženirstva	5
20	Drnovšek Janko	Prof. dr. Janko Drnovšek	64820	Metrologija in kakovost sistemov	5
21	Fefer Dušan	Prof. dr. Dušan Fefer	64821	Akustika in ultrazvok	5
22	Kamnik Roman	Izr. prof. dr. Roman Kamnik Prof. dr. Ken Hunt	64823	Inteligentni mobilni transportni sistemi	5
23	Mihelj Matjaž	Izr. prof. dr. Matjaž Mihelj Prof. dr. Robert Riener	64824	Večpredstavne interaktivne 3D tehnologije	5
24	Munih Marko	Prof. dr. Marko Munih Prof. dr. Tadej Bajd Prof. dr. Jadran Lenacič Prof. eng. Vincenzo Parenti	64825	Poglavja iz robotike	5
25	Pušnik Igor	Izr. prof. dr. Igor Pušnik	64826	Kakovost medicinske instrumentacije	5

K 5. Katedra za mikroelektronske tehnologije

	Nosilec predmeta	Izvajalci predmeta	Šifra pred.	Predmet	KT
26	Pleteršek Anton	Prof. dr. Anton Pleteršek Prof. dr. Janez Trontelj	64827	Integrirani mikrosistemi in analogno digitalna integrirana vezja	5
27	Strle Drago	Izr. prof. dr. Drago Strle Prof. dr. Anton Pleteršek	64828	Napredni mikroelektronski sistemi: Izbrana poglavja	5

K 6. Katedra za mehatroniko

	Nosilec predmeta	Izvajalci predmeta	Šifra pred.	Predmet	KT
28	Fišer Rastko	Izr. prof. dr. Rastko Fišer Prof. dr. Vanja Ambrozič	64829	Električni servopogoni v mehatroniki	5
29	Miljavec Damijan	Izr. prof. dr. Damijan Miljavec	64830	Sodobni električni stroji	5
30	Nastran Janez	Prof. dr. Janez Nastran Doc. dr. Peter Zajec Izr. prof. dr. David Nedeljković Prof. dr. Danijel Vončina	64831	Pretvorniki v močnostni elektroniki	5
31	Vončina Danijel	Prof. dr. Danijel Vončina Doc. dr. Peter Zajec	64832	Krmiljenje in regulacija elektronsko komutiranih motorjev	5

K 7. Katedra za sisteme, avtomatiko in kibernetiko

	Nosilec predmeta	Izvajalci predmeta	Šifra pred.	Predmet	KT
32	Atanasijević-Kunc Maja	Izr. prof. dr. Maja Atanasijević-Kunc Izr. prof. dr. Gašper Mušič Izr. prof. dr. Sašo Blažič	64833	Izbrana poglavja vodenja kompleksnih sistemov	5
33	Belič Aleš	Izr. prof. dr. Aleš Belič Doc. dr. Iztok Grabnar Prof. dr. Damjana Rozman	64834	Modeliranje, identifikacija in simulacija bioloških sistemov	5
34	Perš Janez	Doc. dr. Janez Perš Doc. dr. Matej Kristan	64835	Strojni vid	5
35	Matko Drago	Prof. dr. Drago Matko Izr. prof. dr. Sašo Blažič Doc. dr. Gregor Klančar	64836	Napredne metode vodenja avtonomnih sistemov	5
36	Mihelič France	Prof. dr. France Mihelič	64837	Naključni procesi in signali	5
37	Mušič Gašper	Izr. prof. dr. Gašper Mušič Prof. dr. Felix Breitenecker	64838	Industrijska informatika	5
38	Pavešič Nikola	Prof. dr. Nikola Pavešič	64839	Razpoznavanje vzorcev	5
39	Škrjanc Igor	Prof. dr. Igor Škrjanc	64840	Inteligentno vodenje v sodobnih sistemih	5
40	Zupančič Borut	Prof. dr. Borut Zupančič Prof. dr. Felix Breitenecker Izr. prof. dr. Aleš Belič	64841	Objektno orientirano modeliranje	5

K 8. Katedra za telekomunikacije

	Nosilec predmeta	Izvajalci predmeta	Šifra pred.	Predmet	KT
41	Bešter Janez	Prof. dr. Janez Bešter	64842	Konvergenčne komunikacije***	5
42	Hercog Drago	Izr. prof. dr. Drago Hercog	64843	Protokoli v sodobnih telekomunikacijskih omrežjih	5
43	Humar Iztok	Doc. dr. Iztok Humar Prof. dr. Marko Jagodič Prof. dr. Janez Bešter	64854	Inženiring telekomunikacijskih sistemov	5
44	Kos Andrej	Izr. prof. dr. Andrej Kos	64844	Širokopasovni komunikacijski sistemi	5
45	Košir Andrej	Izr. prof. dr. Andrej Košir	64845	Operacijske raziskave v telekomunikacijah	5
46	Pogačnik Matevž	Doc. dr. Matevž Pogačnik	64846	Multimedijske vsebine in interaktivne tehnologije	5
47	Tasič Jurij	Prof. dr. Jurij Tasič	64847	Digitalna obdelava signalov, slik in videa	5
48	Tomazič Sašo	Prof. dr. Sašo Tomazič	64848	Sodobni postopki kodiranja in modulacije	5
49	Vidmar Matjaž	Prof. dr. Matjaž Vidmar Prof. dr. Joško Budin	64849	Radijske komunikacije	5
50	Zajc Matej	Doc. dr. Matej Zajc Prof. dr. Jurij Tasič	64850	Algoritmi in arhitekture multimedijskih sistemov	5

K 9. Katedra za biomedicinsko tehniko

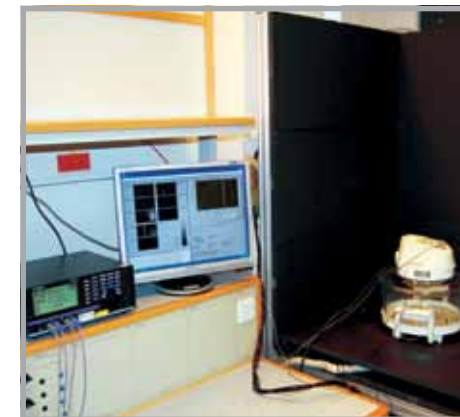
	Nosilec predmeta	Izvajalci predmeta	Šifra pred.	Predmet	KT
51	Likar Boštjan	Prof. dr. Boštjan Likar Prof. dr. Franjo Pernuš	64851	Slikovne tehnologije	5
52	Miklavčič Damijan	Prof. dr. Damjan Miklavčič Doc. dr. Franc Gider Doc. dr. Jana Kolar	64852	Komunikacija v razvoju in raziskavah***	5
53	Pernuš Franjo	Prof. dr. Franjo Pernuš Prof. dr. Boštjan Likar	64853	Analiza biomedicinskih slik	5

***: »generični« predmet (prenosljive veščine oz. spretnosti)

**4. Pogoji in merila****Pogoji za vpis**

V doktorski študijski program Elektrotehnika se lahko vpiše, kdor je končal:

- ✓ študijski program druge stopnje;
- ✓ študijski program, ki izobražuje za poklice, urejene z direktivami EU, ali drug enovit magistrski študijski program, ki je ovrednoten s 300 KT;
- ✓ študijski program za pridobitev univerzitetne izobrazbe, sprejet pred 11. 6. 2004;
- ✓ študijski program za pridobitev magistrstva znanosti, kandidatom se priznajo opravljene študijske obveznosti v obsegu 90 KT;
- ✓ študijski program specializacije in je pred tem končal študijski program za pridobitev univerzitetne izobrazbe, sprejet pred 11. 6. 2004, kandidatom se priznajo opravljene študijske obveznosti v obsegu 60 KT;
- ✓ študijski program za pridobitev specializacije in je pred tem končal visokošolski strokovni program, sprejet pred 11. 6. 2004, če je opravil dodatne študijske obveznosti v obsegu 36 KT, ki jih kandidatom določi pristojna komisija Fakultete za elektrotehniko iz predmetov 1. letnika programa 2. stopnje Elektrotehnika: štiri obvezne strokovne predmete odvisno od smeri ter dva izbirna strokovna predmeta;
- ✓ enakovreden program druge univerze. Enakovrednost predhodno pridobljene izobrazbe v tujini se ugotavlja v postopku priznavanja tujega izobraževanja za nadaljevanje izobraževanja skladno s 121. členom Statuta UL.

**Merila za izbiro ob omejitvi vpisa**

Pri izbiri kandidatov se upošteva uspeh pri študiju druge stopnje na naslednji način:

Povprečna ocena druge stopnje brez ocene magistrskega dela z zagovorom, ali povprečna ocena univerzitetnega študija, sprejetega pred 11. 6. 2004, brez ocene diplomskega dela z zagovorom	Ocena x 7
Ocena magistrskega dela z zagovorom ali ocena diplomskega dela z zagovorom univerzitetnega študija, sprejetega pred 11. 6. 2004	Ocena x 3

V primeru omejitve vpisa bodo izbrani kandidati z večjim številom zbranih točk. Maksimalno število vpisnih mest je 100.

Merila za priznavanje znanja in spretnosti, pridobljenih pred vpisom v program

Znanja in spretnosti, pridobljene s formalnim, neformalnim ali izkustvenim učenjem pred vpisom v program, se bodo skladno z 9. členom Meril za akreditacijo študijskih programov, priznavale pri izbiri ob omejitvi vpisa. O priznavanju znanj in spretnosti, ki jih je kandidat pridobil pred vpisom v program, odloča Znanstveno-raziskovalna komisija Fakultete za elektrotehniko.

Pri priznavanju tovrstnih znanj in spretnosti se upoštevajo: strokovna specializacija, druga diploma visokošolskega zavoda, dosedanje znanstveno raziskovalno delo, objavljena znanstvena dela, strokovna izpopolnjevanja.

Načini ocenjevanja

V skladu s 138. členom Statuta UL se uspeh na izpitu ocenjuje z ocenami od 1-10, pri čemer za pozitivno oceno šteje ocena od 6-10. Podrobnosti glede preverjanja znanja ureja Izpitni pravilnik Fakultete za elektrotehniko UL.

Po programu bodo izpiti pisni in ustni, ocenjuje pa se tudi priprava in ustna predstavitev seminarja. Podrobneje so načini ocenjevanja navedeni pri posameznih učnih načrtih predmetov.

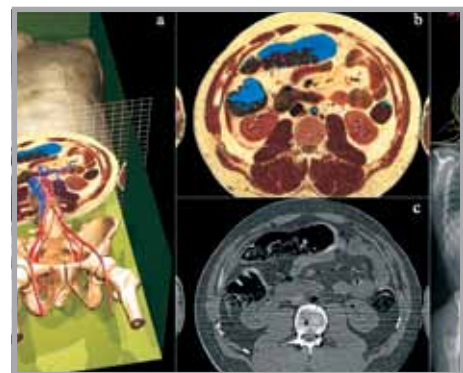
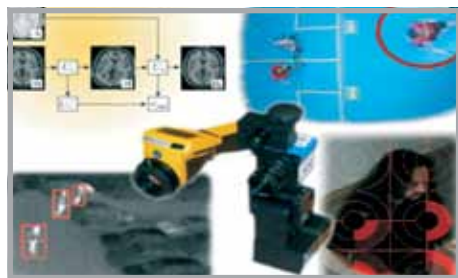
Kandidatu se v celoti prizna predvideno število kreditnih točk (ECTS) za ta predmet (učno enoto), če uspešno opravi preverjanje znanja pri tem predmetu (učni enoti).

Pogoji za napredovanje po programu

- ✓ Pogoji za napredovanje iz 1. v 2. letnik doktorskega študija so opravljene študijske obveznosti v obsegu najmanj 45 KT.
- ✓ V 3. letnik podiplomskega doktorskega študija se lahko vpišejo kandidati, ki so opravili vse študijske obveznosti organiziranih oblik pouka iz 1. in 2. letnika.
- ✓ Zadnji, tretji letnik je namenjen individualnemu raziskovalnemu delu in izdelavi ter zagovoru doktorske disertacije.

Določbe o prehodih med programi

Za prehod med programi se šteje prenehanje študentovega izobraževanja v študijskem programu v katerega se je vpisal in nadaljevanje izobraževanja v doktorskem programu Elektrotehnika. Prošnje kandidatov za prehod na univerzitetni doktorski študij Elektrotehnika bo individualno obravnavala Znanstveno-raziskovalna komisija Fakultete za elektrotehniko, skladno s 181. do 189. členi Statuta Univerze v Ljubljani.



Pogoji za dokončanje študija

Pogoj za dokončanje študija in pridobitev znanstvenega naslova doktor/doktorica znanosti je, da kandidat uspešno opravi vse s programom določene študijske obveznosti in uspešno zagovarja doktorsko disertacijo v skupnem obsegu 180 KT. Obveznost doktoranda je objava najmanj enega znanstvenega članka s področja doktorata v reviji, ki jo indeksira SCIE. Doktorand mora biti prvi avtor članka. Znanstveni članek mora biti objavljen oziroma sprejet v objavo pred predložitvijo disertacije v oceno.

Pogoji za dokončanje posameznih delov programa

Možnosti za dokončanje posameznih delov programa ni.

Pridobljeni znanstveni naslov

Doktorski študijski program Elektrotehnika omogoča pridobitev znanstvenega naslova doktor / doktorica znanosti.



Seznam izvajalcev**Tabela III.**

	Izvajalci	Naziv
1	Agrež Dušan	IP
2	Ambrožič Vanja	RP
3	Amon Slavko	RP
4	Atanasijević Kunc Maja	IP
5	Bajd Tadej	RP
6	Batagelj Valentin	DOC
7	Belič Aleš	IP
8	Bešter Janez	RP
9	Bizjak Grega	IP
10	Blažič Sašo	IP
11	Bojkovski Jovan	IP
12	Budin Jožko	RP
13	Buermen Arpad	IP
14	Čepin Marko	IP
15	Dolinar Gregor	RP
16	Drnovšek Janko	RP
17	Fefer Dušan	RP
18	Fišer Rastko	IP
19	Gubina Andrej	IP
20	Gyergyek Tomaž	IP
21	Hercog Drago	IP
22	Humar Iztok	DOC
23	Iglič Aleš	RP
24	Jankovec Marko	DOC
25	Kamnik Roman	IP
26	Klančar Gregor	DOC
27	Kos Andrej	IP
28	Košir Andrej	IP
29	Krč Janez	IP
30	Kristan Matej	DOC
31	Likar Boštjan	RP
32	Matko Drago	RP
33	Mihalič Rafael	RP
34	Mihelič France	RP
35	Mihelj Matjaž	IP
36	Miklavčič Damijan	RP
37	Miljavec Damijan	IP
38	Munih Marko	RP
39	Mušič Gašper	IP
40	Nastran Janez	RP

	Izvajalci	Naziv
41	Nedeljković David	IP
42	Pantoš Miloš	IP
43	Papič Igor	RP
44	Pavešič Nikola	RP
45	Pernuš Franjo	RP
46	Perš Janez	DOC
47	Pleteršek Anton	IP
48	Pogačnik Matevž	DOC
49	Povh Dušan	RP
50	Pušnik Igor	IP
51	Sinigoj Anton R.	IP
52	Slivnik Tomaž	RP
53	Smole Franc	RP
54	Strle Drago	IP
55	Škrjanc Igor	RP
56	Tasič Jurij	RP
57	Tomažič Sašo	RP
58	Topič Marko	RP
59	Trontelj Janez	RP
60	Trost Andrej	IP
61	Tuma Tadej	RP
62	Vidmar Matjaž	RP
63	Vončina Danijel	RP
64	Zajc Matej	DOC
65	Zajec Peter	DOC
66	Zupančič Borut	RP
67	Žemva Andrej	RP

	Zunanji sodelavci	
1	Čerček Milan	RP
2	Gider Franc	DOC
3	Grabnar Iztok	DOC
4	Kolar Jana	DOC
5	Kralj-Iglič Veronika	IP
6	Lenarčič Jadran	RP
7	Rozman Damjana	RP

	Sodelavci iz tujine	
1	Breitenecker Felix	Professor
2	Hunt Ken	Professor
3	Parenti Vincenzo	Professor
4	Riener Robert	Professor
5	Zeman Miro	Professor

5. Kratka predstavitev predmetov**Predmet****Opis vsebine**

Temeljna literatura

01 Izbrana poglavja iz matematike

Funkcionalna analiza:

- metrični prostori (pojem razdalje, osnovne lastnosti metričnih prostorov, primeri različnih metrik na evklidskih in funkcijskih prostorih)
- normirani prostori (pojem norme, zveza med normo in razdaljo)
- prostori s skalarnim produktom (Hilbertov prostor)
- omejeni linearni operatorji, matrike (princip skritve slik in negibna točka, spektralna teorija, lastne vrednosti in lastni vektorji)
- valčki

Diskretna matematika:

- grafi (pregled grafa in uporaba, pretoki v grafih in dualnost, ravninski grafi)
- booleve algebre (signali in digitalna vezja)
- kriptografija (osnovni postopki kodiranja)

Numerično reševanje parcialnih diferencialnih enačb z metodo končnih elementov:

- variacijska (šibka) oblika problema (ustrezni funkcijski prostori, ekvivalenca oblik)
- diskretizacija (triangulacije, izbira baze, baze z majhnim nosilcem, zapis problema v matrični obliki)
- numerično reševanje (izbira metode, konvergenca, stabilnost)

- [1] M. Pedersen, Functional Analysis in Applied Mathematics and Engineering, Chapman & Hall/CRC, 1999.
- [2] G. Tomšič, Osnovni pojmi funkcionalne analize, 3. popravljena izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2004.
- [3] R. Diestel, Graph Theory, Springer-Verlag, GTM 173, 3. izdaja, 2005.
- [4] J. H. Van Lint in R. M. Wilson, A Course in Combinatorics, Cambridge University Press, 2. izdaja, 2001.
- [5] P.G. Ciarlet, Handbook of numerical analysis: Finite elements methods, North-Holland, Amsterdam, 1991.
- [6] J. Jianming, The Finite Element Method in Electromagnetics, Wiley-IEEE Press, 2002.

02 Električni pojavi v plazmi in osnovne fuzije

- Definicije osnovnih pojmov, kot so Debyeova dožina, plazemski parameter, plazemska frekvenca.
- Gibanje nabitih delcev v električnem in magnetnem polju.
- Difuzija v plazmi in električna prevodnost plazme.
- Kinetično in hidrodinamsko opisovanje plazme
- Obravnava plazme kot električno prevodne tekočine (MHD), enačbe magnetohidrodinamike ter nekateri fuzijski naravnani zgledi uporabe MHD
- Valovanja v plazmi.
- Trki med delci v plazmi ali bolj učeno.
- Uvod v fuzijo, fuzijske reakcije, inercialno in magnetno omejevanje plazme in nato podrobnejša obravnava fuzijskih prizadevanj v magnetizirani plazmi - tokamaki in stelaratorji
- Nelinearni efekti v plazmi, plazemski plašči in obravnava stika plazma - površina, ter diagnostika plazme z električnimi sondami - Langmuirjeva in emisijska sonda
- Osnove računalniške delčne simulacije pojavov v plazmi

- [1] F. F. Chen, Introduction to plasma physics and controlled fusion, 2. Izdaja, vol. 1, Plenum Press, New York, (1984).
- [2] J. A. Bittencourt, Fundamentals of Plasma Physics, tretja izdaja, Springer, 2004.
- [3] J. Wesson, Tokamaks, 3. Izdaja, Oxford University Press, (2003)
- [4] A. A. Harms, K. F. Schoepf, G. H. Miley, D. R. Kingdon, Principles of Fusion Energy, An Introduction to Fusion Energy for Students of Science and Engineering, World Scientific, (2005)
- [5] P. C. Stangeby, The plasma boundary of magnetic fusion devices, Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia, (2000)
- [6] C. K. Birdsall, A. B. Langdon, Plasma Physics via computer simulation, Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia, (1991)

03 Elektrostatika površin in nanostruktur

Osnove statistične termodinamike, samorganizacija membranskih nanostruktur, teoretični opis naelektrene površine v stiku z elektrolitsko raztopino (električna dvojna plast), elektrostatika membranskih nanostruktur, vpliv nanodelcev na interakcije med naelektrenimi površinami, adsorpcija nanodelcev na naelektrene površine, eksperimentalne metode.

- [1] HJ Butt, K Graf, M Kappl, Physics and Chemistry of Interfaces, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2003.
- [2] A. Igljič, V. Kralj-Igljič: Izbrana poglavja iz fizike mehke snovi, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2006
- [3] K. Bohinc, T. Slivnik, A. Igljič, V. Kralj-Igljič: Membrane electrostatics - a statistical mechanical approach to the functional density theory of electric double layer, v: Advances in Planar Lipid Bilayers and Liposomes, vol. 8, 2008 (v tisku)
- [4] V. Kralj-Igljič, Bohinc K., A. Igljič: Attractive interaction between like-charged surfaces, v: Advances in Planar Lipid Bilayers and Liposomes, vol. 10, 2009 (v pripravi)
- [5] A. Igljič, V. Kralj-Igljič: Stabilization of hydrophilic pores in charged lipid bilayers by anisotropic membrane inclusions, v: Advances in Planar Lipid Bilayers and Liposomes, vol. 6, chap.1, str.1-26, 2008.

04 Elektromagnetika

Teorija elektromagnetike: Maxwellove in pridružene enačbe, mejni pogoji, Poyntingov teorem, enoličnost rešitve, simetriranje Maxwellovih enačb, stavek recipročnosti, stavek o ekvivalentnosti in navidezni viri, Helmholtzova enačba, potenciali, potenciali slojev, Greenove formule, razredi polj. Matematične formulacije nalog elektromagnetnega polja. Numerično reševanje nalog v elektromagnetiki. Problemski sklopi: elektrostatika, tokovna polja, magnetostatika, kvazistatična polja in valovodne strukture.

- [1] T. L. Chow: Introduction to Electromagnetic Theory, Jones and Bartlett, Boston, 2006
- [2] A. R. Sinigoj: ELMG polje, Založba FE, Ljubljana, 1996.
- [3] J. A. Stratton: Electromagnetic theory, McGraw-Hill, New York, 1941.
- [4] P. P. Silvester, R. L. Ferrari: Finite elements for electrical engineers, University Press, Cambridge, 1996.
- [5] P. K. Kytte: Introduction to boundary element methods, CRC Press, New Orleans, 1995.
- [6] D. B. Davidson: Computational electromagnetics for RF and microwave engineering, Univ. Press, Cambridge, 2005.

05 Računska elektromagnetika

Osnovne enačbe elektromagnetnega polja (Maxwellove enačbe v različnih oblikah, robni in mejni pogoji, pogoji v neskončnosti, singularnosti v polju). Formulacije elektromagnetnih problemov. Metode za numerično reševanje elektromagnetnih problemov (metoda končnih diferenc, metoda končnih elementov, metoda robnih elementov, metoda multipolov, ostale metode).

Reševanje diskretiziranih sistemov enačb (dekompozicijske metode, metoda konjugiranih gradientov, iteracijske metode, reševanje problemov lastnih vrednosti). Najnovejše metode in pristopi.

- [1] Jean Van Bladel: Electromagnetic Fields, 2nd ed, IEEE Press, 2007
- [2] Jianming Jin: The Finite Element Method, 2nd ed, Wiley Interscience, 2002
- [3] A. Taflov: Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method, 3rd ed, Artech House, 2005
- [4] Nail A. Gumerov, Ramani Duraiswani, Fast Multipole Methods for the Helmholtz Equation in Three Dimensions, Elsevier, 2005

06 Simulacije in meritve v svetlobni tehniki

Fizikalne osnove svetlobe in pojavi pri njenem širjenju. Mersko vrednotenje svetlobe z radiometrijo in fotometrijo. Naravni in umetni svetlobni viri in svetilke. Splošna priporočila za razsvetljavo. Osnovni izračuni pri projektiranju razsvetljave. Analitično določevanje razpoložljive dnevne svetlobe. Računalniško podprte simulacije umetne in dnevne svetlobe v interierjih, kvalitativno in kvantitativno vrednotenje razširjanja svetlobe v interierju, svetlosti površin, bleščanja in vrednotenja kontrastov. Dopolnjevanje dnevne svetlobe z umetno. Metode krmiljenja umetne svetlobe z namenom ustvarjanja čim boljšega delovnega okolja ter hkratnega povečanja ekonomičnosti razsvetljave in zmanjšanja porabe električne energije. Radiometrični in fotometrični instrumenti in merilni postopki. Izvedba fotometričnih meritev in zagotavljanje ustreznih točnosti.

- [1] več avtorjev: IESNA Lighting Handbook, Illumination Engineering Society, USA, 2000
- [2] Joseph B. Murdoch: Illuminating Engineering, Vision Communications, 2003
- [3] Arne Valberg: Light vision color, Wiley, 2005
- [4] Gregg D. Ander: Daylighting: performance and design, Wiley 2003
- [5] Casimer DeCusatis: Handbook of Applied Photometry, AIP Press, 1997

07 Energetske pretvorbe in okolje

Vloga izkoriščanja energetskih virov pri razvoju civilizacije in družbe. Globalni pogled na problematiko oskrbe z energijo, vplivni dejavniki rasti energetskih potreb. Osnovne fizikalne zakonitosti energetskih pretvorb in tehnologija izkoriščanja primarnih energetskih virov (trends razvoja). Okoljska in družbena sprejemljivost tehnologij energetskih pretvorb. Dileme in tehnične težave zadovoljevanja energetskih potreb z energijo iz sonaravnih virov, primerjava s klasičnimi tehnologijami. Vpliv energetskih pretvorb na okolje - dejstva ali modni trendi? Racionalna raba energije ali varčevanje ne glede na ceno (značilni primeri). Strateške usmeritve in regulativa EU na področju oskrbe z energijo. Ekonomsko ovrednotenje zadovoljevanja energetskih potreb (ekonomska analiza različnih rešitev oz. energetskih varčevalnih ukrepov). Pogled v prihodnost.

- [1] Sorensen, Bent: Renewable energy conversion, transmission, and storage, Amsterdam [etc.] : Elsevier/Academic Press, cop. 2007
- [2] Twidell, John, Weir, Anthony D.: Renewable energy resources, London, New York : Taylor & Francis, 2006
- [3] Boyle, Godfrey, Everett, Bob, Ramage, Janet: Energy systems and sustainability, Oxford University Press, Milton
- [4] Dirk Naxeiner, Michael Miersch: Lexikon der Ökonomie, EICHBORN GmbH & Co., Verlag KG, Frankfurt am Main, junij 1998
- [5] Požar, H.: Osnove energetike I, II, III, Školska knjiga, Zagreb, 1992

08 Obratovanje elektroenergetskega sistema v tržnem okolju

Vpliv trga z električno energijo na delovanje elektroenergetskega sistema: vloga proizvajalcev, vloga in zahteve odjemalcev, vloga in omejitve prenosnega in razdelilnega omrežja, nove metode za analizo stacionarnih stanj in občutljivostne analize, izračun optimalnih pretokov moči glede na različne kriterije. Sistemske storitve: napoved obremenitev in rezerve delovne moči, regulacija delovne moči in frekvence, regulacija napetosti in jalove moči, nove metode za ocenjevanje napetostne stabilnosti, zagotavljanje sistemskih storitev. Zanesljivost elektroenergetskega sistema, zanesljivostni indeksi v dobavi električne energije porabnikom, zadostnost izgradnje omrežja. Uporaba verjetnostnih konceptov v delovanju sistemov.

- [1] Gubina F., Delovanje elektroenergetskega sistema, Založba ULFE, 2006
- [2] Wood, A.J., Power generation, operation and control, Wiley, 1996.
- [3] Kundur, P., Power System Stability and Control, Mc Graw Hill, 1994
- [4] Ilić, M., Galiana, F., Fink, L., Power System Restructuring Engineering and Economics, Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [5] Kirschen D., Strbac G.: Power System Economics: Introduction, Wiley, 2000.

09 Aktivna distribucijska omrežja

Posledice naraščajoče skrbi za okolje, splošno pomanjkanje energije v zahodni Evropi, dostopnost nekaterih novih tehnologij za proizvodnjo električne energije, vključevanje razpršenih virov energije - RV v distribucijska omrežja.

Postopen prehod klasičnega pasivnega distribucijskega omrežja v aktivno omrežje z viri na strani porabe, določitev koncepta aktivnega distribucijskega omrežja. Pregled razpršenih virov, zahteve pri vključevanju in ocena potencialov v Sloveniji. Vpliv razpršenih virov na obratovanje distribucijskega omrežja; napetostne razmere, pretoki moči, jalova energija, kakovost električne energije, delovanje zaščite, vodenje, vzdrževanje in načrtovanje.

Temeljne tehnologije, ki omogočajo delovanje aktivnega omrežja: viri električne energije z možnostjo krmiljenja, hranilniki električne energije, sodobne kompenzacijske naprave, napredne informacijske in komunikacijske tehnologije.

- [1] N. Jenkins, R. Allan, P. Crossley, D. Kirschen, G. Strbac: 'Embedded generation', IEE, London, UK, 2000.
- [2] SOLID-DER project: 'Coordinated Action to consolidate RTD activities for large-scale integration of DER into European electricity market', EC 6th FP, <http://www.solid-der.org>.
- [3] MICROGRIDS project: 'Large scale integration of micro-generation to low voltage grids', EC 5th FP, <http://microgrids.power.ece.ntua.gr/>.
- [4] DISPOWER project: 'Distributed Generation with High Penetration of Renewable Energy Sources', EC 5th FP, <http://www.dispower.org/>.
- [5] DGFACTS project: 'Improvement of the quality of supply in distributed generation networks through the integrated application of power electronics', EC 5th FP, <http://dgfacts.labein.es/dgfacts/index.jsp>.

10 Zanesljivost v elektroenergetiki

Osnovni principi zanesljivosti, varnosti, tveganja in njihove medsebojne povezave. Osnove verjetnostnega računa, teorije množic in Boolove algebre.

Merila zanesljivosti sistemov ter varnosti objektov in naprav. Kriteriji tveganja. Princip odločanja z upoštevanjem tveganja.

Metode za ocenjevanje varnosti in zanesljivosti - teorija in primeri: drevo odpovedi, drevo dogodkov, analiza načinov in učinkov odpovedi. Odpovedi s skupnim vzrokom - metode in primeri.

Baze podatkov in verjetnostni modeli.

Izboljševanje zanesljivosti elektroenergetskih sistemov in postrojev: redundanca, neodvisnost in ločenost, raznolikost, varne odpovedi, načelo enojne odpovedi.

Zagotavljanje varnostne kulture v elektroenergetiki - organizacija in vodenje sistemov.

Optimizacijske metode (genetski algoritmi, simulirano izžiganje) in njihova uporaba v elektroenergetskih sistemih pri proizvodnji, pri prenosu in pri razdelitvi električne energije.

- [1] Allan R. N., Billinton R.: Reliability Evaluation of Power Systems, Springer, 1996.
- [2] Kumamoto H., Henley E. J.: Probabilistic Risk Assessment and management for Engineers and scientists, IEEE press, 2002.
- [3] Grid Reliability and the Impact on Plant Risk and the Operability of Offsite Power, Generic Letter 2006-02, US NRC, Washington, 2006.
- [4] <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/gen-comm/gen-letters/2006/gl200602.pdf>

11 Senzorji in aktuatorji

Osnovne definicije senzorjev in aktuatorjev, osnovni principi pretvorbe, klasifikacije. Osnovni podatki/parametri/: karakteristika, točnost, ločljivost, občutljivost, selektivnost, minimalni detektirani signal, prag, nelinearnost, histereza, ponovljivost, šum, temperaturni ničelni odziv, preobremenitev, zakasnitev odziva, stabilnost. Analiza časovnega odziva. Senzorske tehnologije: mikroobdelava/micromachining/, lastnosti osnovnih materialov, depozicije tankih plasti, fotolitografije, jedkanje, LIGA, žrtvovani film, laserska obdelava, zatesnitev odprtin, spajanje substratov, izdelava 3D struktur, montaža čipa in zapiranje v ohišje. Analogna obdelava signalov/signal conditioning/: osnovni sklopi, operacijski ojačevalnik, instrumentacijski ojačevalnik, seševalni ojačevalnik, izvori (tokovni, napetostni, bandgap reference), filtri, komparatorji, pretvorniki (tok/napetost/naboj/frekvenca). Digitalna obdelava/conditioning/ signalov: osnovni sklopi, diskretizacija, vzorčno-zadrževalna vezja, DA pretvorniki (uni/bipolarni, ločljivost, utežena in R-2R lestvica, tokovno-preklopni), AD pretvorniki (uni/bipolarni, ločljivost, vzporedno-povratni, zaporedni približki, ramp, delta-sigma, preklapljeni kondenzatorji, bliskovni, hitrost delovanja). Pregled senzorskih in aktuatorskih družin ter njihovih aplikacij: Piezorezistivni senzorji (piezorezistivnost, merilniki raztezkov, senzorji tlaka, pospeška, tipa). Piezoelektrični senzorji (piezoelektrični efekt, oscilatorji, senzorji sile, pospeška, zvoka dotika, aktuatorji). Pyroelektrični senzorji (pyroelektrični efekt, analiza odziva, nadomestno vezje, senzor IR sevanja, varnostni sistemi). Kapacitivnostni senzorji (senzor pomika, tlaka, pospeška). Resonantni senzorji. Resonantni mehanski senzorji. Akustični senzorji. Resonantni senzorji na osnovi površinskih akustičnih valov (SAW). Termoelektrični senzorji (osnovni pojavi, termistorji, silicijevi temperaturni senzorji, PTAT, senzorji pretoka, sevanja). Radiacijski senzorji (interakcije radiacije v snovi, fotoprevodnik, fotodioda, fototransistor, senzorji barve, detektorji visokoenergijskih delcev in sevanj). Magnetni senzorji (magnetopropor, Hallov senzor, magnetotransistorji). Kemijski in biološki senzorji (elektrokemijski, prevodnostni, ChemFET...). Senzorji na osnovi optičnih vlaken. Nove senzorske in aktuatorske strukture.

- [1] Senzorji in aktuatorji, S. Amon, skripta (na webu, učbenik je v izdelavi).
- [2] S.E. Lyshevsky, Nano- and Micro- Electromechanical Systems, CRC Press, 2005.
- [3] J. Fraden, Handbook of Modern Sensors, AIP Press, 1997.
- [4] P. Horowitz, W. Hill, The Art of Electronics, Cambridge University Press, 1997.

12 Fotovoltaika

Sončne celice: principi delovanja, materiali in tehnologije ter značilnosti in napredni trendi celic iz kristalnega silicija, tankoplastnih celic (silicijevih, halkopiritnih in kadmijteluridnih), elektrokemijskih in organskih sončnih celic, tandemskih in večspojnih celic ter celic termofotovoltaike; analiza optičnih in električnih izgub, modeliranje, simulacije in karakterizacija. Sončne celice tretje generacije.

Fotonapetostni moduli: značilnosti, tehnološki trendi in standardi kristalnosilicijevih, tankoplastnih in koncentratorskih PV modulov. Vrednotenje zmogljivosti, analiza izgub in energijskega izplena. Modeliranje, simulacije in karakterizacija.

Fotonapetostni sistemi: omrežni in samostojni PV sistemi, načrtovanje, gradnja in vzdrževanje; močnostni regulatorji in razsmerniki, zaščitni elementi; priključevanje na omrežje, ekonomika PV sistemov.

- [1] A. Luque, S. Fonash: Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, Wiley, 2003.
- [2] Roth W., Brecl K., Krč J., Likovič A., Nemač F., Opara Krašovec U., Smole F., Škarja G., Topič M., Vukadinovič M.: Soltrain: Izkoriščanje sončne energije za proizvodnjo električne energije s pomočjo fotonapetostnih sistemov, slovenski priročnik, Ljubljana, Fakulteta za elektrotehniko, 2004.
- [3] M.A.Green: Third Generation Photovoltaics: Advanced Solar Energy Conversion, Springer, 2005.
- [4] A. Marti and A. Luque (Eds): Next Generation Photovoltaics: High Efficiency through Full Spectrum Utilization, Wiley, 2003.
- [5] A. Luque and Viacheslav M. Andreev: Concentrator Photovoltaics, Springer, 2007.

13 Nanoelektronika

Definicije nanoelektronike in nanotehnologij. Obehi na področju nanoznanosti. Klasični in kvantni delci in valovanja. Prosti in ujeti elektroni. Coulombova blokada. Kvantne pike, jame in žice. Tuneliranje, tunelski spoji in elementi na osnovi tuneliranja. Oblikovanje od zgoraj navzdol in od spodaj navzgor. Skaliranje in lastnosti klasičnih elementov pri mejnih dimenzijah. Hitri elementi na osnovi kvantnih učinkov in superrešetk. Kvantni tranzistorji in integrirani sklopi s tankoplastnimi heterospojninami strukturami. Enoelektronski tranzistor. Postopki izdelave nanostruktur. Samosestavljanje. Molekularna nanoelektronika. Novi modeli stikal in pomnilnikov. Arhitektura enoelektronskih vezij. Arhitektura nanoračunalnikov. Magnetne, optične in elektronske lastnosti nanodelcev. Nanoprevodniki. Transportne lastnosti polprevodniških nanostruktur. Balistični transport. Nanomagnetika in spintronika. Nanofotonika. Polimerna elektronika. Organski aktivni in pasivni elementi in vezja. Ogljikove nanoecevkne in nanožice. Zgradba in lastnosti ogljikovih nanoecev. Elektronske, optoelektronske, magnetne, kemijske in termoelektrične lastnosti ogljikovih nanoecev. Elektronski elementi in vezja na osnovi nanoecev. Kemijski in biološki nanosenzorji. Nano in mikronaprave. Modeliranje in simulacija kvantnih in nano sistemov.

- [1] William A. Goddard, Donald W. Brenner, Sergey Edward Lyshevski, Gerald J. Iafrate, Nanoscience, Engineering, and Technology, CRC Press LLC, 2003.
- [2] Paul Harrison, Quantum Wells, Wires and Dots, Theoretical and Computational Physics of Semiconductor Nanostructures, John Wiley & Sons, Ltd, 2005.
- [3] Edward L. Wolf, Nanophysics and Nanotechnology, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2004.
- [4] M. Meyyappan, Carbon Nanotubes, Science and Applications, CRC Press LLC, 2005.
- [5] George W. Hanson, Fundamentals of Nanoelectronics, Pearson Prentice Hall, 2008.

14 Optoelektronika

Napredni materiali v optoelektroniki: heteroatomni polprevodniki, materiali tankoplastnih tehnologij, organski polprevodniški materiali. Karakterizacija in lastnosti optoelektronskih materialov.

Sevalni izvori: klasifikacija širokopasovnih, ozkopasovnih in spektralno selektivnih izvorov; termični izvori (črno in sivo telo), plinske žarnice in bliskavice; elektroluminescentni izvori; vakuumski fluorescenčni izvori; plazemski izvori; svetleče diode, laserske diode; laserji. Prikazovalniki: plazemski, tekočokristalni, laserski, holografski.

Zaznavanje optičnih signalov: termični in fotonski detektorji, statične in dinamične karakteristike ter zmogljivost optičnih detektorjev, bralna analogna in digitalna elektronika detektorskih polj. Šum detektorjev in vezij. Detektorji barve: metamerična napaka, konfiguracije detektorjev barve in Moire efekt, barvna detektorska polja. CCD in CMOS detektorska polja in kamere. Optospojnik. Optična vlakna. Gradniki optoelektronskih sistemov. Napredni optoelektronski sistemi.

- [1] J. Singh, Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures, Academic Press, 2007.
- [2] E. Uiga, Optoelectronics, Prentice Hall, 1995.
- [3] S. O. Kasap, Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices, Prentice Hall, 2001.
- [4] P. Bhattacharya, Semiconductor Optoelectronic Devices, Prentice Hall, 1997.

15 Optimizacija pri avtomatizaciji načrtovanja elektronskih vezij

(I)

Definicija pojmov in opis optimizacijskih postopkov. Neomejeni postopki: gradientni postopki prvega in drugega reda, direktni postopki, genetski algoritmi. Omejeni postopki: omejitve parametrov, uporaba kazenskih funkcij, transformacija parametrov. Občutljivost analognih vezij v frekvenčnem in časovnem prostoru.

(II)

Predstavitve optimizacijskega programskega paketa. Aplikacija simpleksnega algoritma in njegova paralelizacija. Izbira začetne točke. Definicija meril in oblikovanje kriterijske funkcije. Vključevanje robnih vrednosti v kriterijsko funkcijo. Lastnosti kriterijske funkcije (profil, šum). Demonstracija zagona programa in pridobivanje rezultatov.

(III)

Srednje velik optimizacijski primer iz industrijskega okolja, katerega je še mogoče obravnavati na posameznih delovnih postajah. Individualna optimizacija večjega analognega sklopa z uporabo masivno paralelnega računalnika in analiza rezultatov.

- [1] Circuit Simulation with SPICE OPUS, Theory and Practice, T. Tuma, A. Buermen, učbenik v pripravi.

16 Načrtovanje digitalnih elektronskih sistemov

Sistemi v integriranem vezju. Tehnologija in gradniki vezij. Potek načrtovanje digitalnih elektronskih sistemov. Načrtovanje v jeziku VHDL. VHDL podatkovni tipi in modeli RTL. VHDL komponente, podprogrami in paketi. Komunikacijski vmesniki in vodila. USB in LIN vmesniki. Predstavitev vgrajenih IP (Intellectual Property) jeder: procesorji, pomnilniki, komunikacijske enote. Uporaba mehkih procesorskih jeder v programirljivih vezjih.

Hkratno načrtovanje strojne in programske opreme in modeliranje funkcionalnosti v višjenivojskih jezikih: SystemC, SpecC, UML. Analiza zmogljivosti in delitev na strojni in programski del. Optimizacija načrtovalskega postopka strojne in programske opreme. Testiranje digitalnih elektronskih sistemov. Modeliranje napak, simulacija vezij z napakami, avtomatsko generiranje testnih vzorcev. Načrtovanje vezij za obrobno in vgrajeno testiranje. Možnost optimizacije vezij z upoštevanjem testiranja.

- [1] Vahid, F., Givargis, T., Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [2] Jerraya, A.A., Wolf, W., Multiprocessors Systems-on-Chip, Morgan Kaufmann Publishers, 2005.
- [3] Rowen, C., Engineering the Complex SoC, Prentice Hall, 2004. Springer, 2005.
- [4] M.M. Mano, Logic and Computer Design Fundamentals, Prentice Hall, 2007.
- [5] A. Trost, Načrtovanje digitalnih vezij v jeziku VHDL, Založba FE/FRI 2007.

17 Merilna dinamika in motnje v merilnem krogu

Posplošena shema merilnega kanala - prireditev signala, vzorčenje in kvantizacija - v luči amplitudne in časovne dinamike. Principa nedoločeni: časovno-frekvenčni, amplitudno-časovni. Princip končnega upadanja signalov. Analiza in sinteza značilnih vrednosti merilnih signalov in sistemov v časovnem, frekvenčnem in informacijskem prostoru.

Analiza in vrednotenje osnovnih parametrov periodičnih signalov (frekvence, amplitude in faze) v časovnem in frekvenčnem prostoru ob prisotnosti šuma in primerjava merilnih negotovosti s teoretično dosegljivimi Cramer-Rao mejami.

Obravnava občutljivosti merilnih sistemov na merilne, vplivne in motilne veličine. Vrste motenj in mehanizmi vnosa v merilni krog, galvanski vnos, kapacitivni, induktivni in elektromagnetni vnos. Ukrepi za izboljšanje odziva merilnih sistemov z aparturno in programsko opremo. Ukrepi z aparturno opremo: oblikovanje odzivov vhodnih stopenj, simetriranje, oklapanje in ozemljevanje elementov merilnega sistema. Ukrepi z obdelavo signalov: filtriranje, postopki povprečenja, z DFT, uporaba modulacije. Izbrana poglavja iz dinamike aparturne in programske opreme za pridobivanje, pretvorbo in ovrednotenje procesnih veličin. Avtomatsko zajemanje merilnih podatkov in vrednotenje z računalniki.

- [1] W. McC. Siebert, Circuits, Signals and Systems, The MIT Press, McGraw-Hill, Cambridge, New York, 1986.
- [2] F. J. Harris: »On the Use of Windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transform«, Proceedings of the IEEE, vol. 66, no. 1, pp. 51-83, January 1978.
- [3] D. Agrež, »Dynamics of frequency estimation in the frequency domain«, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 56, no. 6, pp. 2111-2118, December 2007.
- [4] R. Pallas-Areny, J.G. Webster, Sensors and signal conditioning, John Wiley & Sons, 2001.
- [5] H. W. Ott, Noise reduction techniques in electronic systems, John Wiley & Sons, 1988.

18 Virtualni merilni instrumenti

- Osnovni koncept virtualnega merilnega instrumenta
- Programska orodja za izdelavo virtualnih merilnih instrumentov, grafično programiranje, koncept podatkovnega toka
- Strojna oprema za izdelavo virtualnih merilnih instrumentov, komunikacijska vodila, večfunkcijske vgradne kartice
- Osnove zajemanja podatkov
- Uporaba strojnega vida v virtualni merilni instrumentaciji
- Sintetični merilni instrumenti
- Krmiljenje virtualnih instrumentov preko TCP/IP omrežja
- Življenjski cikel virtualnega merilnega instrumenta
- Koncepti in dobra programska praksa pri razvoju virtualnih merilnih instrumentov
- Koncept celostnih rešitev za avtomatizacijo merilnega laboratorija na osnovi osrednje podatkovne baze
- Metode za preskušanje in validacijo virtualnih merilnih instrumentov

- [1] Virtual Instrument - no Virtual Reality but Real PC Based Measuring System, Vladimir Haasz et al, IEEE 2005
- [2] Virtual Instrumentation and Traditional Instruments, National Instruments, 2008
- [3] Computerized Instrumentation, Tran Tien Lang, Wiley, 1991
- [4] Študijska skripta Uvod v programsko okolje LabVIEW, Valentin Batagelj, 2007
- [5] Synthetic Instrumentation: Contemporary architectures and applications, Peter Pragastis et al, RF Design, 2004

19 Kakovost in gradniki programskega inženirstva

- Programsko inženirstvo: Osnovni pojmi in definicije, Lastnosti programskih proizvodov v primerjavi z drugimi industrijskimi proizvodi, Življenjski cikel programske opreme, Karakteristike kakovosti po ISO 9126, Povezava med kakovostjo programske opreme in ostalimi standardi vezanimi na kakovost.
- Preskušanje programskih proizvodov: Postopek preskušanja programskega proizvoda (opisa proizvoda, uporabniške dokumentacije, programov in podatkov), Omejitve preskušanja programskih proizvodov
- Zanesljivost programske opreme: Definicija, primerjava zanesljivosti strojne in programske opreme, odpovedovanje programske opreme, stroški povezani z odpravljanjem napak, ocenjevanje zanesljivosti, predikcija zanesljivosti
- Napredne tehnike preskušanja programske opreme: Psihologija preskušanja programske opreme, Funkcionalno preskušanje (black-box testing), Strukturno preskušanje (white-box testing), Tehnike preskušanja programske opreme, Statične tehnike (nadziranje/preverjanje, sprehodi/sledenje, pregledi), Kreiranje kontrolnega seznama,
- Izbrani testni primeri: Metoda mejnih primerov, Metoda preskušanja poti, Naključna izbira, Ugibanje napak, Vzročno posledični diagram
- Vloga in razvoj programske opreme zasnovane na odprti kodi (Linux, BSD, CVS, ...)

- [1] Glenford J. Myers, Corey Sandler, Tom Badgett, and Todd M. Thomas: »The Art of Software Testings«, John Wiley & Sons, 2004
- [2] Debra S. Herrmann: »Software Safety and Reliability: Techniques, Approaches, and Standards of Key Industrial Sectors«, Wiley-IEEE Computer Society Pr, 2000
- [3] B.P. Butler, M.G. Cox, S.L.R. Ellison and W.A. Hardcastle: »Statistics Software Qualification-Reference Data Sets«, The Royal Society of Chemistry, 1996
- [4] P. Ciarlina, A.B. Forbes, F. Pavese, D. Richter: »Advanced Mathematical & Computational Tools in Metrology IV,V and VI«, World Scientific Publishing Co, 2000, 2001, 2004
- [5] Ian Sommerville: »Software Engineering«, Addison Wesley, 2004

20 Metrologija in kakovost sistemov

Mednarodna standardizacija in kompatibilnost proizvodov, storitev in procesov za regulirano in neregulirano področje: osnovni principi metroloških sistemov in standardizacije, organizacija akreditacijske službe, sistemi certificiranja, pregled evropske tehniške zakonodaje, kontrola in analiza delujočih sistemov kakovosti, ISO in EN standardi, osnovna znanja s področja priprave laboratorijev. Razvoj, fizikalne osnove in realizacija osnovnih SI enot, fizikalne konstante, hierarhična organizacija metroloških sistemov, mednarodna kompatibilnost, razvoj metrologije, elementi formalne teorije merjenj, simbolična reprezentacija, informacijska vsebina, teorija merjenj, analiza merilnih pogreškov in merilne negotovosti, klasifikacija pogreškov, kalibracija, etaloni, osnove kvantne metrologije, referenčni materiali, procesiranje in vrednotenje merilnih rezultatov, preskušanje, umerjanje, parametri merilnih sistemov. Kontrola kakovosti, zagotavljanje kakovosti, celovito zagotavljanje kakovosti, cena kakovosti, cena ne-kakovosti, organizacijska znanja, poslovne funkcije in procesi, vodenje upravljanja, odločanje, koordinacija, sistemi in tehnike planiranja, informacijski sistemi za kakovost, kakovost proizvodov in storitev. Spoznavanje modernih tehnik zagotavljanja kakovosti s primeri medlaboratorijskih primerjav, ocen tveganja pri analizi preskusnih postopkov in pripravi optimalnega eksperimenta.

- [1] Pham, D.T., Oztemel, E., Intelligent Quality Systems, Springer-Verlag, 1996
- [2] Montgomery, D.C.: Introduction to Statistical Quality Control. 4. izdaja. New York: John Wiley & Sons Inc. 2001
- [3] A.J. Marlow: Quality control for Technical Documentation, Amazon, 2005
- [4] Regtien, P.P.L.: Measurement Science for Engineers. London, Sterling: Kogan Page Science. 2004
- [5] www.sist.si, www.iso.org, www.iec.ch, www.iecee.org, www.cenelec.org, www.itu.int, www.cenorm.be, www.gov.si/sa, www.ilac.org, www.mirs.si, www.euramet.eu, www.wto.org, www.ansi.org, <http://ts.nist.gov>, www.conformityassessment.org, www.wssn.net, www.oiml.org, www.asq.org, <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/>

21 Akustika in ultrazvok

Osnove fizikalne akustike, uho in zaznava zvoka. Človeški govor, glasba in šum. Širjenje zvoka v prostoru. Absorpcija zvoka. Prenos zvočnega valovanja po zraku in strukturah ter pojavne oblike. Meritev in računalniško modeliranje akustike prostorov, ozvočenje prostorov, gluha soba. Moderne analitične in eksperimentalne metode za zvočno izolacijo in dušenje. Zaščita pred zunanjim hrupom, urbanistični načrt. Mikrofon kot mehansko-električni akustični pretvornik. Govorna in glasbena snemanja, zvočna slika. Zvočnik kot elektromehanski pretvornik. Modeliranje in simulacija akustičnih sistemov. Analogije med mehanskimi, akustičnimi in električnimi sistemi. Ultrazvočni pretvorniki. Digitalno procesiranje akustičnih signalov. Avdio in video kompresija. Slepo ločevanje signalov, konvolucijsko mešanje, valčna analiza, »cocktail-party« problem. Multimedijški sistemi, zvočni efekti, stiskanje avdio zapisov, protokol MIDI, MPEG kodiranje, algoritmi in standardi. Evaluacija digitalnih sistemov in digitalnega zapisa avdio-signalov v realnem času. Naprave za reprodukcijo zvoka, sistemi za redukcijo šuma in dinamika. Hrup in vibracije, fizikalne lastnosti hrupa in vibracij. Vpliv hrupa in vibracij na zdravje in počutje ljudi. Izolacija vibracij. Aktivno dušenje hrupa. Infrazvok. Meritve hrupa in vibracij in ovrednotenje rezultatov meritev glede na standarde in predpise.

- [1] Thomas D. Rossing, Neville H. Fletcher: Principles of Vibration and Sound, Springer-Verlag, 2nd edition, January, 2004, 330 pages, ISBN: 0387405569.
- [2] William M. Hartmann: Signals, Sound, and Sensation (Modern Acoustics and Signal Processing) (Hardcover - Sep 14, 2004) ISBN-10: 1563962837, ISBN-13: 978-1563962837.
- [3] Atul Puri, Tshuan Chen: Multimedia Systems, Standards and Networks, Marcel Dekker, Inc., New York, Basel, 2000, 636 str. ISBN: 0-8247-9303-X.
- [4] M. David Egan: Architectural Acoustics (J. Ross Publishing Classics) (Paperback - Jan 23, 2007) ISBN-10: 1932159789, ISBN-13: 978-1932159783.
- [5] David Howard and Jamie Angus: Acoustics and Psychoacoustics, Third Edition (Paperback - Jun 6, 2006) ISBN-10: 0240519957, ISBN-13: 978-0240519951.

22 Inteligentni mobilni transportni sistemi

Uvod (definicija mobilnega transportnega sistema, zgodovina razvoja, področja uporabe); Principi in konfiguracije pogonskih sistemov (kolesni, hibridni), mehanske zasnove in matematični opis; Zaznavanje in senzorna integracija (merjenje in ocenjevanje kinematičnih in dinamičnih parametrov gibanja, zaznavanje okolice, matematična obravnava negotovosti); Avtomatsko upravljanje (sistemi za avtonomno upravljanje, zaviranje, izogibanje oviram, usklajeno delovanje več enot); Vodenje pogona (nadzor prenosa moči na podlago, preprečevanje zdrsa, hibridni pogon); Zagotavljanje stabilnosti (aktivno vzmetenje, preprečevanje prevrnitve); Zagotavljanje varnosti (aktivni varnostni sistemi in sistemi za varnostna opozorila); Simulacijska okolja (simulatorji upravljanja, dinamika trka, model interakcije človek-stroj pri upravljanju).

- [1] J. Y. Wong: Theory of Ground Vehicles, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2001.
- [2] R. Siegwart, I.R. Nourbakhsh: Introduction to Autonomous Mobile Robots, The MIT Press, Cambridge, 2004.
- [3] U. Kiencke, L. Nielsen: Automotive Control Systems for Engine, Driveline, and Vehicle, Springer, Berlin, 2000.
- [4] R. Rajamani: Vehicle Dynamics and Control, Springer, Berlin, 2005.

23 Večpredstavne interaktivne 3D tehnologije

Vsebina predmeta je postavljena na način, da študent najprej razume osnovne interaktivnih 3D predstavitev in nato pridobi potrebno znanje za načrtovanje interaktivnih 3D aplikacij ter izbiro ustreznih tehnologij prikazovanja.

Vsebina: psihofiziologija človekovega zaznavanja vidnih, zvočnih in haptičnih dražljajev; metode modeliranja, ustvarjanja in upodabljanja tridimenzionalnih dražljajev vseh treh modalnost (vidnih, zvočnih in haptičnih); tehnologije za prostorski prikaz sintetiziranih dražljajev (3D prikazovalniki: avtostereoskopski zasloni, hologramski prikazovalniki, 3D projekcijski sistemi; ustvarjanje prostorskega zvoka, haptični roboti za prikazovanje kinestetičnih in taktilnih informacij); tehnologije in metode sledenja lege uporabnika, interakcija z navideznim okoljem in navigacija v navideznem okolju; navidezna in obogatena resničnost, navidezna prisotnost, večuporabniška navidezna okolja ter teleprisotnost; metode merjenje psihofizioloških odzivov uporabnika in načini adaptivnega prilagajanja navideznega okolja glede na psihofiziološko stanje uporabnika; uporaba interaktivnih 3D tehnologij v dejavnostih, kot so načrtovanje izdelkov, proizvodnja, trženje in prodaja, arhitektura in oblikovanje, izobraževanje na osnovi interaktivnih 3D simulacij, medicina, raziskave in razvoj.

- [1] M. Mihelj: Haptični roboti, Založba FE in FRI, 2007.
- [2] G. Burdea, P. Coiffet: Virtual Reality Technology, Wiley, 2003.
- [3] S.K. Ong, A.Y.C. Nee, Soh K. Ong: Virtual Reality and Augmented Reality Applications in Manufacturing, Springer, 2004.
- [4] W. Sherman, A. B. Craig: Understanding Virtual Reality, Morgan Kaufmann, 2003.
- [5] P. Banerjee, D. Zetu: Virtual Manufacturing, Wiley, 2001.

24 Poglavlja iz robotike

- Analiza in sinteza serijskih in paralelnih robotskih mehanizmov.
- Specifični pristopi v kinemati, dinamiki, vodenju in senzoriki v robotiki.
- Paralelni robotski sistemi: analiza gibanja, kinematične singularnosti, manipulabilnost.
- Prijemalni robotski sistemi: robotske roke z več prsti, robotski prijem pri človeku in robotu, tektivni sistemi.
- Robotski sistemi v medicini: rehabilitacijska robotika, roboti v kirurgiji, biorobotika.
- Hodeči robotski sistemi: enonožni, dvoonožni in večonožni roboti, analiza in sinteza hoje pri človeku in robotu.
- Eksotični roboti.

- [1] Siciliano B, Khatib O, Handbook of Robotics, Springer, 2008.
- [2] Murray R, Li Z, Sastry SS, Mathematical introduction to robotic manipulation, CRC Press, 1993.
- [3] Lenarčič J, Bajd T, Robotski mehanizmi, Založba FE&FRI, 2003.
- [4] Taylor RH, Computer-integrated surgery: technology and clinical applications, MIT Press, 1996.
- [5] Tsay LW, Robot analysis, Wiley, 1999.
- [6] Arimoto S, Control theory of multi-fingered hands, Springer, 2008.

25 Kakovost medicinske instrumentacije

- Smernica o medicinskih napravah (Medical device directive-MDD), Smernica o in-vitro diagnostičnih napravah (In-vitro diagnostic directive-IVD), Smernica o aktivnih implantabilnih medicinskih napravah (Active Implantable Medical Devices-AIMD)
- Zakonsko meroslovje (OIML, UL RS, MIRS)
- Zagotavljanje kakovosti v medicinskem okolju (standard ISO 15189 zahteve za usposobljenost medicinskih laboratorijev)
- Standardizacija na področju medicinske instrumentacije (ISO, IEC, FDA, DIN, EN standardi)
- Postopek sprejemanja novih standardov na področju medicinske instrumentacije (postopki, klinične validacije, analiza tveganja)
- Pregled področja medicinske instrumentacije (relevantne vrste instrumentov glede na priporočila standardov)
- Osnove meroslovja (merilna napaka, merilna negotovost, umerjanje, preskušanje) s praktičnimi primeri umerjanja na področju medicinske instrumentacije (medicinske tehtnice, klinični termometri, neinvazivni merilniki krvnega tlaka)

- [1] European Union, Council directive 93/42/EEC of 14 June 1993 concerning medical devices (Medical Device Directive), Official Journal L 169, 12/07/1993 str. 0001 - 0043
- [2] ISO 15189 - Zahteve za usposobljenost medicinskih laboratorijev
- [3] ISO/IEC 17025:2005 Splošne zahteve za usposobljenost preskuševalnih in kalibracijskih laboratorijev
- [4] ISO/IEC 17020 Splošne zahteve za delovanje različnih tipov kontrolnih organov
- [5] ISO/IEC 80601-2-56 Medical Electrical Equipment – Part 2-56: Particular requirements for basic safety and essential performance of clinical thermometers for body temperature measurement

26 Integrirani mikrosistemi in analogno digitalna integrirana vezja

A.

Najpogostejši gradniki integriranih mikro-sistemov po naročilu ASIC (Application Specific Integrated Circuit) - s poudarkom na VF vezjih in integriranih senzorjih.

Načrtovalski prijemci in tehnologije, procesni parametri, modeliranje senzorskih struktur. Geometrija vezij ASIC, pravila integracije analognih in mešanih vezij, načrtovalska pravila (design rules).

Operacijski ojačevalniki, nizkošumni ojačevalniki LNA, zajemanje in procesiranje senzorskih signalov AFE, A/D pretvorba.

RF in visokofrekvenčna integrirana vezja nad 1GHz, harmonični UHF oscilatorji, močnostni ojačevalniki PA.

Gradniki vezij z nizko porabo, gradniki pametnih kartic SAL (aktivne in pasivne), tehnologije sledenja RFID in ustrezne zaščite - kriptografija.

Načrtovanje za testiranje, za kvaliteto in zanesljivost. Načrtovanje perifernih struktur.

Profesionalna orodja za načrtovanje integriranih vezij (CAD), načrtovanje in simulacije vezij ASIC (potrebne analize in modeliranje), napredno načrtovanje - raziskovalno delo na raziskovalnem ali razvojnem projektu za industrijo (seminar), procesiranje vezja in evaluacija. Omogoča nadaljevanje na doktorski disertaciji.

B.

Integrirani sistemi v čipu (SoC) v submikronskih in nano-tehnologijah, rešitve pri načrtovanju ojačevalnikov, primerjalnikov z zelo kratkimi kanali MOS tranzistorjev (pod 100 nm) ter metode izboljšanja lastnosti, kompenzacijske metode. RF CMOS in BiCMOS vezja, tehnologija RFID, UHF sistemi na čipu, integrirani optični sistemi (optoelektronska integrirana vezja (OEICs) in integrirani fotodetektorji), integrirani magnetni sistemi, sistemi z kemičnimi senzorji, tehnologija pametnih nalepk (SAL) ter integracija protokolov po ISO standardih, tehnologija MEMS in nanotehnologije. Procesiranje testnih vezij, MPW (multi project wafer), MLM (multi level mask). Praktični primeri rešitev in možnost sodelovanja na raziskovalnih projektih (LMFE, IDS-microchip).

C.

Predavanja pokrivajo sledeče: Kaj je zaščita intelektualne lastnine, zakaj obstaja, komu koristi. Patenti, zaščitne znamke. Patentni urad v Sloveniji, kaj lahko patentiramo, kdo je lastnik, kdo in kako lahko uporablja patentirano rešitev, pot od inovacije do izdelka in tržišča.

Priprava patentne dokumentacije, podelitev patenta v drugih državah, terra incognita. Stroški izvedljivostnih študij, stroški in cena načrtovanja, strošek procesiranja vezij, cena mask in silicijevih rezin, cena testiranja, vrednost končnega produkta, prodajna cena.

D.

Testiranje in merilna oprema, specifična za specifična vezja ASIC. Analiza napak (failure analysis), metode fizične lokacije poškodb pri ESD testu - polarizacija in uporaba tekočih kristalov (liquid crystal thermal mapping), FIB (focus ion beam), metode brezkontaktnih analiz. Praktični primeri iz prakse.

[1] Anton Pleteršek, Načrtovanje analognih integriranih vezij v tehnologiji CMOS in SOI-BiCMOS, monografija 2006,

[2] E. Carey, S. Lidholm, Millimeter-Wave Integrated Circuits, Springer 2005,

[3] Journal of Nanoparticle Research, Springer Publisher, Netherlands,

[4] Journal of Solid State Circuit, IEEE.

[5] Willy Mc. Sansen, Analog Design Essentials, Published by Springer 2006.

[6] Trontelj, Janez, Trontelj, Lojze, Shenton, Graham. Analog digital ASIC design. London [etc.]: McGraw-Hill Book Company, 1989. XVI, 249 str., ilustr. ISBN 0-07-707300-2.

27 Napredni mikroelektronski sistemi: Izbrana poglavja

Predmet je nadaljevanje predmeta II stopnje: Mikroelektronski sistemi.

Obravnava moderne inovativne arhitekture in realizacije mešanih analogno-digitalnih integriranih sistemov v globoko podmikronskih CMOS tehnologijah (<70nm), omejitvam, ki iz tega izhajajo, ter modeliranju. Napajalna napetost ter kompleksnost in stopnja integracije zahteva posebno skrb pri modeliranju in realizaciji digitalnih, analognih in mešanih vezij realiziranih v globoko podmikronskih CMOS tehnologijah in pri nizki ter visoki napajalni napetosti.

Predmet bo razdeljen na tri glavne usmeritve:

- Načrtovanje nizkonapetostnih, visokonapetostnih, visokofrekvenčnih, nizkošumnih VLSI integriranih dinamičnih sistemov v tehnologijah CMOS in BiCMOS
- Kointegracija MEMS/NEMS senzorjev v modernih VLSI integriranih sistemih ter modeliranje in simulacija/verifikacija,
- Testiranje modernih kompleksnih mikroelektronskih sistemov, metode vgrajene testabilnosti za digitalne in mešane analogno/digitalne ter senzorske sisteme

Vsaka od usmeritev bo sestavljena iz predavanj, ki bodo osnova za izbrano seminarsko delo iz ene od usmeritev ter nato tudi osnova za nadaljnje raziskovalno delo.

[1] F. Maloberti, »Data Converters«, Springer, 2007

[2] R. Plasche, »Integrated Analog-to-Digital and Digital-to-Analog Converters«, Kluwer, 2002

[3] R. J. Baker, »CMOS Circuits design, Layout and simulation«, Wiley interscience, 2005

[4] C. Tomazou, G. Moshytz, B. Gilbert »Trade-offs in Analog Circuits Design«, Kluwer, 2002

[5] G.T.A. Kovacs, »Micromachined transducers source book«, McGraw-Hill 1998.

[6] M. Burns, G.W.Roberts, »An Introduction to Mixed-signal IC test and Measurements«, Oxford University press, 2001.

28 Električni servopogoni v mehatroniki

Pregled metod in postopkov za regulacijo sodobnih servopogonov z izmeničnimi stroji: asinhronskimi, sinhronskimi (s površinsko in notranje nameščenimi magneti) in reluktančnimi stroji. Regulirani pogoni v mehatroniki (regulacija vrtilne hitrosti električnih strojev z vsiljenim statorskim tokom; regulacija motorja v koordinatah magnetnega polja (FOC); neposredno krmiljenje navora (DTC). Problematika robustnosti regulacije v luči nepravilno identificiranih in/ali spreminjajočih se parametrov pogona. Metode ugotavljanja kota zasuka in/ali vrtilne hitrosti rotorja brez mehanskega senzorja pri izmeničnih strojih. Brezsenzorska regulacija. Aplikacija opazovalnikov in MRAS v servopogonih. Aplikacija sodobnih mikroračunalnikov v dinamično zahtevnih elektriških regulacijskih sistemih: naloge, problemi, konfiguracije, programska oprema.

Posebnosti pogonskih sistemov z linearnimi motorji in aplikacije v procesni industriji.

Električni pogonski sistemi v cestnih vozilih (glavni pogoni, pomožni pogoni). Napajalni in pogonski sistemi za električno vleko (sodobni primestni in hitri vlaki), smeri razvoja pogonov hitrih vlakov.

Posebnosti električnih strojev pri pretvarjanju električne energije v vetrnih in črpalnih elektrarnah.

Nadzor stanja in diagnostika elektromotorskih pogonov, detekcija električnih okvar in mehanskih poškodb pogonskih motorjev, uporaba metod umetne inteligence v integriranem sistemu vodenja in nadzora elektromotorskih pogonov.

[1] Ambrožič, V., dodatno gradivo k knjigi Sodobne regulacije pogonov z izmeničnimi stroji, Založba FER, 1996.

[2] Bose, B. K., Modern Power Electronics and AC Drives, Prentice Hall, 2001

[3] Bin Wu, High-Power Converters and AC Drives, Wiley Interscience, 2006.

[4] Sabri Cetinkunt, Mechatronics, John Wiley & Sons, 2007.

[5] Miller J. M., Propulsion Systems for Hybrid Vehicles, IEE Press, 2004.

29 Sodobni električni stroji

Pregled svetovnega razvoja novejših oblik električnih strojev. Vplivi lastnosti pogonskega sistema na izbiro in oblikovanje električnega stroja. Teoretična izhodišča delovanja sodobnih električnih strojev: izmeničnih enofaznih in polifaznih, motorjev s trajnimi magneti, elektronsko komutiranih in hibridnih. Energija in moč v vezju, ki popisuje elektromagnetno-mehanski sistem. Koncept splošnega modela stroja v lastnem koordinatnem sistemu, vezni model. Električne in mehanske enačbe stroja in njegovega veznega modela. Izbiira in uporaba primernih transformacij spremenljivk oz. modelov. Metode izvednotenja, nelinearnosti modelov, časovne in prostorske harmonske komponente. Uporaba metode končnih elementov za modeliranje magnetnih in električnih stanj v električnih strojih. Optimizacijske metode pri oblikovanju električnih strojev. Opisovanje lastnosti magnetnih materialov z metodami umetne inteligence. Aplikacije numeričnih metod v reševanju veznih modelov električnih strojev. Sinteza pridobljenih znanj v konkretnih problemih načrtovanja sodobnih električnih strojev.

- [1] Nicola Bianchi: Electrical Machine Analysis Using Finite Elements (Power Electronics and Applications), Taylor and Francis Press, 2005
- [2] Ong C. M.: Dynamic Simulation of electric machinery, Printice Hall, 1998
- [3] Drago Dolinar, Gorazd Stumberger, Modeliranje in vodenje elektromehanskih sistemov, FER, Maribor, 2002
- [4] P. C. Krause, O. Wasynczuk, S. D. Sudhoff, Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, IEEE Press, (2nd edition), 2002
- [5] P. S. Bimbhra, Generalized Theory of Electric Machinery, Khanna Publishers, Delhi, 1995; Ponatis: 2004

30 Pretvorniki v močnostni elektroniki

Polprevodniški elementi in njihova uporaba v visokofrekvenčnih močnostnih stikalnih pretvornikih. Sodobne topologije pri močnostnih pretvornikih za različne namene, kot so: alternativni viri električne energije, elektro kemični viri (gorivne celice), hibridni pogoni vozil, galvanotehnika, aktivni močnostni filtri, visokodinamični elektromotorski pogoni.

Problemi napetostnih in tokovnih strmin v močnostnem delu pretvornikov, razbremenilna vezja, izkoristki in izgube.

Različni principi vodenja polprevodniških pretvornikov: pulzno-širinska modulacija, histerezno krmiljenje, časovno-diskretni princip, modulacija prostorskega vektorja, neposredna regulacija toka. Prediktivni in repetitivni pristopi k vodenju polprevodniških pretvornikov.

Serijski in paralelni pretvorniški sistemi za kompenzacijo osnovne jalove moči in/ali harmonskega popačenja v omrežju ter uravnavanje pretoka moči. Povratni vplivi polprevodniških pretvornikov na omrežje in njihovo odpravljanje; problemi elektromagnetne združljivosti.

Načini razširjanja elektromagnetnih motenj ter ukrepi za njihovo zmanjšanje ali odpravljanje. Merilni sistemi in priprave za diagnostiko prevodnih emisij. Merjenje bližnjih električnih in magnetnih polj.

- [1] J. Nastran: Močnostna elektronika - interna skripta, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za Elektrotehniko, 2006.
- [2] N. Mohan, T.M.Undeland, W.P.Robbins: Power electronics: converters, applications and design, Hoboken-Wiley 2003.
- [3] M.H. Rashid: Power electronics: circuits, devices and applications, Englewood Cliffs (N. J.) - Prentice-Hall, 2003.
- [4] B.K. Bose: Power electronics and motor drives: advances and trends, Burlington - Elsevier/Academic Press, 2006.

31 Krmiljenje in regulacija elektronsko komutiranih motorjev

Princip delovanja in fizikalni model enosmernega elektronsko komutiranega motorja s trajnimi magneti. Princip delovanja in fizikalni model preklonnega reluktančnega motorja. Principi krmiljenja unipolarnih, bipolarnih in bifilarnih izvedb koračnih motorjev. Mostična, polmostična in asimetrična pretvorniška vezja z različnim številom stikalnih elementov za napajanje elektronsko komutiranih motorjev. Krmiljenje elektronsko komutiranih motorjev. Optimizacija krmiljenja z nastavljanjem kota prevajanja tranzistorjev. Optimizacija navorne karakteristike. Ukrepi za zmanjšanje valovitosti navora. Senzorji za merjenje vrtilne hitrosti. Brezsenzorske metode za določanje vrtilne hitrosti rotorja. Principi regulacije faznih tokov. Regulacija vrtilne hitrosti z različnimi izvedbami regulatorjev.

- [1] B. K. Bose, Modern Power Electronics and AC Drives, Prentice Hall, 2002
- [2] R. Krishnan, Switched Reluctance Motor Drives, CRC Press, 2001
- [3] P. C. Krause, O. Wasynczuk, S. D. Sudhoff, Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, John Wiley & Sons, 2002
- [4] S. A. Nasar, I. Boldea, L.E. Unnewehr, Permanent Magnet, Reluctance and Self-Synchronous Motors, CRC Press, 1993
- [5] Y. Dote, S. Kinoshita, Brushless Servomotors, Clarendon Press, Oxford, 1990

32 Izbrana poglavja vodenja kompleksnih sistemov

- Uvod v kompleksne sisteme (opis in matematične predstavitve kompleksnih sistemov: nezanesljivosti modelov, multivariabilni in veliki sistemi, sistemi z zakasnitvami, fazno-neminimalni sistemi, nelinearni sistemi)
- predstavitev težavnih lastnosti s pomočjo funkcij analize in robustnosti
- predstavitev nekaterih možnosti načrtovanja vodenja, ki vključujejo tudi koncepte optimalnosti (na impliciten oz. ekspliciten način): problem optimalnega vodenja (principi in kriteriji, linearni kvadratični regulator, observatorji stanj, kombinacija metod optimalnega načrtovanja z modernimi metodami načrtovanja), Khariton-ov pristop načrtovanja, H2 in Hinf načrtovanje, adaptivno načrtovanje
- razširitev rezultatov na razvoj ekspertnih sistemov
- Tehnologija izvedbe vodenja kompleksnih sistemov (računalniški sistemi za vodenje in programirljivi krmilniki, programska oprema, omrežne tehnologije, vodenje na daljavo)

- [1] S. Skogestad, I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control, Analysis and Design, John Wiley and Sons Ltd, Chichester, 2006.
- [2] M. Morari, E. Zafriou, Robust Process Control, Prentice-Hall, Inc. 1989.
- [3] Astrom, Wittenmark, Adaptive control, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Boston, MA, USA, 1994.
- [4] R. Karba, M. Atanasijević-Kunc, Multivariabilni sistemi, (v pripravi, izide predvidoma 2009 pri založbi FE in FRI).
- [5] J. Stenerson, Fundamentals of Programmable Logic Controllers, Sensors and Communication, Third Edition, Pearson/Prentice Hall, 2004.

33 Modeliranje, identifikacija in simulacija bioloških sistemov

Osnovne lastnosti bioloških sistemov, ki so pomembne s stališča modeliranja in identifikacije dinamičnih sistemov (nerazklenljiva povratna zanka predstavlja velik problem pri identifikaciji dinamičnih sistemov) – sistemska biologija.

Principi meritev na področju (plinska in tekočinska kromatografija, masna spektrometrija, real-time PCR, DNA mikromreže, elektroencefalografija, magnetoencefalografija, fMRI, ...).

Obdelava bioloških signalov (normalizacija, filtriranje, modulacija).

Objektno orientirano teoretično modeliranje biokemijskih procesov (problemi nepopolnega poznavanja relacij med objekti v modelu).

Modeliranje v farmakokinetiki in farmakodinamiki (problemi nepopolnega poznavanja teoretičnega ozadja delovanja zdravil in omejenega števila podatkov).

Identifikacija bioloških sistemov na osnovi meritev (problemi omejenega števila in kvalitete podatkov).

Modeliranje z nevroskimi mrežami.

Modeliranje z mehkiimi modeli.

Primeri s področja farmakokinetike in farmakodinamike, sistemske biologije in nefrofiziologije.

- [1] F. C. Hoppensteadt, C. S. Peskin: Modeling and simulation in medicine and the life sciences, Springer, 2002.
- [2] W. A. Ritschel, G. L. Kearns: Handbook of basic pharmacokinetics ... including clinical applications, 6th edition, APhA, 2004.
- [3] K. Kaneko: Life: an introduction to complex systems biology, Springer, 2006.
- [4] M. Kurzynski: The thermodynamic machinery of life, Springer, 2006.
- [5] P. L. Nunez, R. Srinivasan: Electric fields of the brain, 2nd edition, Oxford University Press, 2006.

34 Strojni vid

- Modeliranje vizualnih večsenzorskih sistemov: fizikalne, matematične, biološke in računske osnove.
- Izbrana matematična orodja in algoritmi za analizo vizualnih informacij: izbrana poglavja iz linearne algebre, naključnih sistemov, teorije informacij.
- Izbrani algoritmi za detekcijo in sledenje objektov, dogodkov, analizo gibanja, aktivnosti in obnašanja na osnovi vizualnih informacij v vizualnih večsenzorskih sistemih.
- Biološko motivirane arhitekture za vidno zaznavanje.
- Strojni vid v industriji, robotski vid, vizualno pregledovanje in merjenje.
- Strojni vid v naprednih videonadzornih sistemih, strojni vid v biometričnih sistemih.
- Strojni vid v naprednih prometnih sistemih, v prometni infrastrukturi in v vozilih.
- Strojni vid v športu, analiza individualnih in skupinskih aktivnosti.
- Strojni vid v naprednih uporabniških vmesnikih.

- [1] D. Forsyth, J. Ponce, Computer Vision, a modern approach, Prentice Hall, 2003.
- [2] M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, Image processing, analysis and machine vision, CENGAGE-Engineering, 3rd edition, 2007.

35 Napredne metode vodenja avtonomnih sistemov

- Uvod v avtonomne sisteme - mobilni sistemi, brezpilotne letalne naprave, vesoljska plovila
- Metode za lokalizacijo in kartiranje, hkratna lokalizacija in kartiranje (angl. kratica SLAM), razširjeni Kalmanov filter in sekvenčne naključne metode ocenjevanja (angl. particle filter) položaja, orientacije in značilk okolja
- Vodenje na najvišjem nivoju - strategije vodenja večagentnih sistemov
- Načrtovanje poti - princip optimalnosti, optimizacija poti z omejitvami (izogibanje oviram, neholonomnost, dinamične omejitve, omejitve aktuatorjev), tirnice umetnih satelitov
- Optimalno vodenje ob upoštevanju motenj
- Metode načrtovanja robustnega vodenja v frekvenčnem prostoru
- Vodenje avtonomnih sistemov po predpisani poti
- Vodenje avtonomnih sistemov s končno definiranim ciljem
- Adaptivno vodenje avtonomnih sistemov
- Vodenje avtonomnih sistemov z reševanjem linearnih matričnih neenačb

- [1] J. Andrade-Cetto, A. Sanfeliu, Environment Learning for Indoor Mobile Robots, Springer, 2006.
- [2] J.-P. Laumond, Robot Motion Planning and Control, Lecture Notes in Control and Information Science 229, Springer, 1998 (dostopno tudi na: <http://www.laas.fr/~jpl/book.html>).
- [3] A. E. Bryson, Applied Linear Optimal Control, Cambridge University Press, 2002.
- [4] G. Balas, R. Chiang, A. Packard, M. Safonov, Robust Control Toolbox 3, User's Guide, MathWorks, 2008
- [5] K. J. Åström, B. Wittenmark, Adaptive Control, Second Edition, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Reading, 1995.

36 Naključni procesi in signali

Uvod:

- definicija naključnega procesa in signala; uvedba nekaterih matematičnih orodij verjetnostnega računa in statistike.
 - Obdelava naključnih signalov:
 - časovna in vzorčna povprečja, filtriranje naključnih signalov (Winnerjev in Kalmanov filter), ocenjevanje verjetnostnih porazdelitev (postopki »Expectation-Maximization« (EM), »Maximum A Posteriori« (MAP) in »Maximum Likelihood Linear Regression« (MLLR).
- Modeliranje stacionarnih in nestacionarnih naključnih procesov:
- Gaussov proces, Poissonov proces, Gauss-Markov proces, Opis nestacionarnih procesov s Prikritimi Markovovimi modeli (HMM).
- Primeri modeliranja tvorjenja, percepcije in obdelave govornega signala:
- model tvorjenja govora »vir-filter«, perceptivni model in dekonvolucija govornega signala, časovno-frekvenčne parametrične predstavitev govornega signala, detekcija govornega signala, modeliranje govornega signala s HMM.

- [1] Robert M. Gray, Lee D. Davison: An Introduction to Statistical Signal Processing. Ambridge University Press, ISBN 0-521-83860-6, (2004), 463 str.
- [2] Huang X., Acero A., Hon H.W.: Spoken Language Processing: A Guide to Theory, Algorithm and System Development, Prentice Hall, ISBN 0-13-022616-5, (2001), 455 str.
- [3] X. Rong Li: Probability, Random Signals and Statistics, CRC Press LLC, ISBN-0-8493-0433-4, (1999), 455 str.

37 Industrijska informatika

Cilj predmeta je predstaviti pomen modelov in formalnih metod pri razvoju in analizi industrijskih informacijskih sistemov. Poudarek je na modeliranju in analizi industrijskih informacijskih sistemov s Petrijevim mrežami, ki predstavljajo univerzalen okvir za obravnavo sistemov preko celotnega življenjskega cikla, od specifikacij, načrtovanja in analize do implementacije. Osnove industrijskih informacijskih sistemov. Sistemi za planiranje in razvrščanje proizvodnih operacij, sistemi za podporo izvajanju proizvodnje, sistemi za avtomatizacijo proizvodnje. Pomen modelov in formalnih metod pri razvoju in analizi industrijskih informacijskih sistemov. Diskretno-dogodkovni, zvezni in hibridni procesi v industriji in pripadajoče tehnike modeliranja. Uvod v Petrijeve mreže. Grafična in matematična predstavitev. Lastnosti in tehnike analize. Dosegljivostna analiza. Linearno algebrska analiza. Časovne, zvezne in hibridne Petrijeve mreže. Simulacija Petrijevih mrež. Modeliranje procesov s Petrijevim mrežami. Modularna gradnja modelov. Postopna razgradnja modelov. Gradnja modelov na podlagi zbranih procesnih podatkov, procesno in podatkovno rudarjenje. Uporaba modelov pri razvoju in analizi industrijskih informacijskih sistemov. Avtomatsko generiranje programske kode za vodenje. Uporaba modelov v vodenju in optimizaciji industrijskih procesov. Planiranje in razvrščanje opravil.

- [1] T. Boucher, A. Yalcin, Design of Industrial Information Systems, Academic Press, 2006.
- [2] R. David, H. Alla, Discrete, Continuous, and Hybrid Petri Nets, Springer, 2005.
- [3] W.M.P. van der Aalst, Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes, Springer, 2011.

38 Razpoznavanje vzorcev

Uvod: definicije, oblike vzorcev, razpoznavanje vzorcev z razvrščanjem in analizo, uporaba metod razpoznavanja vzorcev v gospodarstvu, prometu, medicini, robotiki, bančništvu, kriminalistiki, pri komunikaciji človek-stroj ipd. Predobdelava vzorcev: obnavljanje, izboljšanje kakovosti, normalizacija. Razčlenjevanje vzorcev: zasnova, razčlenjevanje vidnih vzorcev, razčlenjevanje slušnih vzorcev. Značilke vzorcev: hevristični in matematični postopki določanja značilk. Analiza primerosti opisa področja uporabe z učno množico vzorcev: mere razdalje med vzorci, preizkus rojenja vzorcev, »trda« in »mehka« definicija rojenja, postopki iskanja rojev. Razvrščanje vzorcev: razvrščanje vektorjev vrednosti značilk s prileganjem, odločanjem, sklepanjem in umetnimi nevronskimi omrežji, razvrščanje nizov vrednosti značilk z dinamičnim programiranjem in prikritimi Markovovimi modeli; razvrščanje grafnih struktur s prileganjem, razvrščanje ob upoštevanju soodvisnosti vzorcev. Kombiniranje razvrščevalnikov.

- [1] Pavešić, N., Razpoznavanje vzorcev: Uvod in analizo in razumevanje vidnih in slušnih signalov, 2. izdaja, Založba FE in FRI, 2000.
- [2] Duda, R.O., P. E. Hart and D. G. Stork, Pattern Classification, 2nd edition, Wiley, 2001.

39 Inteligentno vodenje v sodobnih sistemih

Uvod v inteligentne sisteme. Osnovni principi mehkih in nevronskih sistemov v vodenju. Osnovni principi adaptivnih sistemov, samonastavljivi regulatorji, razporejanje parametrov in ojačenja, parametrsko adaptivni sistemi in modelno referenčni sistemi. Pregled principov in metod prediktivnega vodenja. Načrtovne regulatorje za nelinearne sisteme vodenja. Prediktivno vodnje na osnovi mehkih modelov. Adaptivno vodenje na osnovi mehkih modelov. Primeri inteligentnega vodenja v sodobnih sistemih visokih tehnologij: v kemijski, farmacevtski, biokemijski in v primeru avtonomnih sistemov.

- [1] O. Nelles, Nonlinear System Identification, Springer 2000.
- [2] I. Škrjanc, Inteligentne metode v identifikaciji sistemov, monografija v pripravi, 2008.

40 Objektno orientirano modeliranje

- Uvod
- Osnovni principi OO modeliranja Konvencionalno vzročno in sodobno nevzročno modeliranje, objektno orientirano modeliranje. 'fizikalno' povezovanje gradnikov modela, hibridno modeliranje, vizualno modeliranje.
- Jezik Modelica Dedovanje, razred, spremenljivke, konektorji, delni razredi, knjižnice, enostavnejši primeri.
- Okolje za Modelico: Dymola Zgradba okolja, modeliranje in experimentiranje, povezava z okoljem Matlab Simulink.
- Metode za avtomatsko algebraično preureditev enačb Od fizikalnih zakonov do zapisa v prostoru stanj, algebrajske zanke, strukturne singularnosti.
- Numerična problematika pri simulaciji
- Integracijske metode: enokoračne in večkoračne, eksplicitne in implicitne, metode za toge sisteme, ekstrapolacijske metode, problematika nezveznosti.
- Izvedbeni primeri Knjižnica tekočinskih sistemov, modeliranje stroja pri izdelavi kamene volne, modeliranje toplotnih tokov v inteligentnih stavbah, modeliranje v farmakogenomiki.

- [1] B. Zupancič: DYMOLA-MODELICA - advanced object oriented modelling and simulation environment, delovno gradivo za predavanja na TU Dunaj, 2008
- [2] B. Zupancič, R. Karba, D. Matko, Simulacija dinamičnih sistemov. 1. izdaja, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 1995.
- [3] F.E. Cellier, Continuous System Modeling, Springer - Verlag, NY, USA, 1991.
- [4] F.E. Cellier, E. Kofman, Continuous System Simulation, Springer Science+Business Media, Inc., NY, USA, 2006
- [5] P. Fritzson, Principles of Object Oriented Modeling and Simulation with Modelica 2.1, IEEE Press, John Wiley&Sons, Inc., Publication, USA, 2004

41 Konvergenčne komunikacije

Poznavanje in razumevanje osnovnih principov delovanja komunikacijskih sistemov, arhitekturnih modelov, gradnikov in protokolov ter storitev. Predstavitev fiksno mobilnih komunikacijskih sistemov in storitev.

Temelji konvergenčnih komunikacijskih sistemov in storitev ter značilnosti multimedijjskih elementov (tekst, slika, zvok, video). Spoznavanje formatov multimedijjskih (večpredstavnih) vsebin in iz njih izhajajočih tehničnih zahtev za prenos in izvedbo uporabniških storitev.

Lastnosti analogne ter digitalne oblike multimedijjskih elementov ter razlogi za digitalizacijo. Osnovne multimedijjske storitve (IPTV storitve, mobilne video storitve, spletne video storitve). Značilnosti terminalne opreme za uporabo konvergenčnih multimedijjskih storitev (TV komunikator, mobilni terminal, osebni računalnik, tablični računalnik). Pomen in lastnosti uporabniških vmesnikov, povezanost aplikacij in interaktivnost.

Spoznavanje osnov spleta druge generacije (Web 2.0) in z njimi povezanih pojavov (spletne skupnosti, wikipedije) ter Peer-to-peer arhitekture.

Spoznavanje osnovnih zahtev in principov varovanja podatkov ter zagotavljanje varnosti konvergenčnih komunikacijskih sistemov.

Pregled izbranih področij uporabe: iskanje informacij, zabava, inteligentni dom, eUčenje, eZdravje, ePoslovanje, ...

- [1] Chapman N., Chapman J., Digital Multimedia, John Wiley & Sons, 2004
- [2] Poikselka M., Mayer G., Khartabil H., Niemi A., The IMS: IP Multimedia Concepts and Services, John Wiley & Sons, 2006.
- [3] Shneyderman A., Casati A. Fixed Mobile Convergence, McGraw-Hill, 2008
- [4] Hanrahan H. Network Convergence: Services, Applications, Transport, and Operations Support, John Wiley & Sons, 2007

42 Protokoli v sodobnih telekomunikacijskih omrežjih

Protokoli, protokolni skladi, ravnanje komuniciranja (ponovitev). Primeri in analiza različnih protokolnih skladov. Protokolni skladi v konvergenčnih omrežjih. Povezovanje omrežij. Tuneliranje, primeri tuneliranja. Učinkovitost protokolov. Učinkovitost, ki jo vidi uporabnik, in učinkovitost, ki jo vidi omrežje. Klasične in sodobne naloge protokolov. Naslavljanje, preslikovanje naslovov, primeri. Komutacija, usmerjanje, usmerjevalni protokoli. Posredovanje sporočil na skupinske naslove. Usklajevanje stanja med več udeleženci. Kodiranje protokolnih sporočil, ASN.1. Drobljenje in sestavljanje protokolnih sporočil, primeri. Detekcija in popravljanje napak: posplošeni protokol z drsečim oknom, hibridne metode. Kvaliteta storitve. Sloj protokolnega sklada kot pretvornik kvalitete storitve. Zagotavljanje kvalitete storitev. Krmiljenje pretoka in zamašitev (klasifikacija, primeri in sodobni trendi). Sodobnost do skupnega medija v fiksnih in mobilnih omrežjih, primeri. Signalizacijski protokoli v dostopovnih in transportnih omrežjih. Protokoli za zagotavljanje varnosti. Upravljanje omrežij, upravljalški protokoli. Posebnosti protokolov v mobilnih omrežjih: upravljanje mobilnosti in upravljanje radijskih virov. Posebnosti protokolov v konvergenčnih omrežjih. Pregled sodobnih trendov in virov informacij.

- [1] Hecog D., *Telekomunikacijski protokoli*, knjiga v pripravi
- [2] Stallings W., *Data and Computer Communications*, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.: najnovejša izdaja
- [3] Sauter M., *Communication Systems for the Mobile Information Society*, John Wiley & Sons, Chichester, 2006
- [4] Wisely D., Eardly Ph., Burness L., *IP for 3G: Networking Technologies for Mobile Communications*, John Wiley & Sons, Chichester, 2002
- [5] Telekomunikacijski standardi ITU-T, ETSI, IETF, 3GPP

43 Inženiring telekomunikacijskih sistemov

Uvod v telekomunikacijski inženiring, telekomunikacijski promet in stopnjo stredbe.

- Pregled osnovnih pojmov teorije verjetnosti in statistike.

Klasične teorije telekomunikacijskih sistemov:

- Porazdelitve časovnih intervalov, procesi prihodov. Poissonov proces.

- Erlang B enačba za določanje stopnje blokade. Izgubni sistemi s polno dostopnostjo. Teorija preliva. Večdimenzionalni izgubni sistemi.

- Sistemi s čakanjem. Erlang C enačba za določitev čakanja.

- Splošni model strednje vrste. Aplikacija teorije čakalnih vrst: M/M/n, M/G/1, M/D/n, M/D/1, E/D/r, GI/G/1, GI/M/1 sistemi, omrežja elementov s čakalnimi vrstami

Moderne teorije telekomunikacijskih sistemov in prometnih značilnosti:

- Časovna in amplitudna izbruhnost prometa. Neodvisnost telekomunikacijskega prometa od časovnih skal.

- Obnašanje prometa pri dolgih časovnih skalah. Samopodobnost. Dolgoročna časovna odvisnost. Porazdelitve z dolgimi repi.

- Obnašanje prometa pri kratkih časovnih skalah. Multifraktalnost.

- Celosten opis omrežnega prometa in splošen prometni model.

- Prometne značilnosti aplikacij paketnih omrežij.

Merjenje telekomunikacijskega prometa.

Načrtovanje telekomunikacijskih sistemov.

Metode za zagotavljanje kakovosti storitev:

- Metrike za kakovost storitev v telekomunikacijskih omrežjih. Krmiljene entitete. Narava prometa v konvergenčnih omrežjih. Pretočni in elastični promet. Krmiljenje prometa v odprtih zankah. Krmiljenje prometa v sklenjenih zankah.

- Mehanizmi za zagotavljanje kakovosti storitev. Presežno zagotavljanje kapacitete. Rezervacija virov. Nadzor dostopa. Ločevanje storitev.

Energijska poraba telekomunikacijskih sistemov.

Načrtovanje energijsko učinkovitih telekomunikacijskih sistemov in storitev.

- [1] Humar I., Bešter J.: Načrtovanje omrežij s telekomunikacijskim inženiringom, Skripta za podiplomske študente (v pripravi)
- [2] Raghavan S., Anandalingam G.: Telecommunications Modeling, Policy, and Technology, Springer 2010.
- [3] Raghavan S., Anandalingam G.: Telecommunications Planning: Innovations in Pricing, Network Design and Management, Springer 2010.
- [4] Promise J-L: Mobile Communications Network Planning: Network Planning Issues and Strategies for Improving Network Resource Utilization, Lambert 2010.
- [5] Iversen V. B.: Teletraffic Engineering and Network planning, Technical University of Denmark, jan. 2007
- [6] Alberto Leon-Garcia, Indra Widjaja: Communication Networks, Fundamentals Concepts and Key Architectures, McGraw-Hill, 2000.
- [7] Haojin Wang: Telecommunications Network Management, McGraw Hill, 2000.
- [8] Sansó Brunilde, Soriano Patrick: Telecommunications Network Planning, Springer, 1999.
- [9] Članki, objavljenih v revijah, npr.: - IEEE Communications Surveys & Tutorials, <http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html>

44 Širokopasovni komunikacijski sistemi

Osnovni koncepti širokopasovnih sistemov (arhitekture, hierarhija, omrežni elementi). Napredni koncepti širokopasovnih sistemov (protokoli, mehanizmi, algoritmi, standardi). Virtualizacija omrežnih in sistemskih virov (emulacija, paravirtualizacija, tehnike in protokoli navideznih zasebnih omrežij). Posredovalni in povezovalni načini (unicast, multicast, anycast, peer-to-peer mehanizmi, ad-hoc, mesh, senzorska omrežja, GRID). Mehanizmi in protokoli podpornih sistemov (ločevalne tehnike, koncepti AAA, protokoli PPP, DHCP, RADIUS, DIAMETER).

Velika razpoložljivost (redundantne sheme, tehnike za zaščito, tehnike za obnovitev, modeliranje, statistične metode). Varnostni pristopi (filtrirne tehnike, mehanizmi, algoritmi, protokoli).

Obvladovanje kompleksnih sistemov (kognitivna omrežja). Povezanost in prepletanje komunikacijskih in ostalih infrastrukturnih sistemov. Interakcija komunikacijskih in energetskih sistemov s stališča razpoložljivosti, zanesljivosti, ranljivosti in tveganj.

- [1] Martin P. Clark: Data Networks, IP and the Internet: protocols, design and operation, Wiley (2003), ISBN 0-470-84856-1
- [2] Alberto Leon-Garcia, Indra Widjaja: Communication Networks, Fundamentals Concepts and Key Architectures, McGraw-Hill, 2000.
- [3] Članki, objavljenih v revijah, npr.: IEEE Communications Surveys & Tutorials, <http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/index.html>

45 Operacijske raziskave v telekomunikacijah

Algoritem in računska zahtevnost (postavitve algoritma, določanje računске zahtevnosti, problem numeričnih napak). Teorija grafov (opis, operacije na grafih, osnovni grafovski algoritmi, izbrane lastnosti grafov) in podatkovne strukture.

Uvod v operacijske raziskave in optimizacijo. Optimizacijska naloga (formulacija, kriterijske funkcije, tipi rešitev). Kombinatorična optimizacija, linearno programiranje in celoštevilsko programiranje (predstavitev, simpleksna metoda, trgovski potnik in nahrbtnik). Analiza mreže (maksimalen pretok, minimalna cena, najkrajša pot, optimalno labeliranje). Nelinearna optimizacija (gradientna in Newtonova metoda, optimizacija pri pogoju). Dinamično programiranje in teorija iger. Markovske verige (klasifikacija stani, ergodičnost, uporaba). Teorija vrst (osnovna analiza). Teorija odločitev (predstavitev, uporaba). Hevristične tehnike optimizacije. Pomembne aplikacije v TK (nadzor topologije, optimalno dodeljevanje virov, optimalno usmerjanje, optimalna obnovitev po napaki).

- [1] M. W. Carter, C. C. Price: Operations Research, A Practical Introduction, CRC Press, 2000.
- [2] M. X. Cheng, Y. Li, D.-Z. Du: Combinatorial Optimization in Communication Networks, Springer, 2006.
- [3] R. Johnsonbaugh, M. Schaeffer: Algorithms, Prentice Hall, 2004.

46 Multimedijske vsebine in interaktivne tehnologije

Osnove MM sistemov:

- Zajem in obdelava MM vsebin
- Prenos in interaktivni dostop do MM vsebin (IPTV, RTV radiodifuzija, splet)
- Zaščita vsebin.

MM vsebine

- Opisovanje in iskanje vsebin
- Visoko in nizkonivojski metapodatki
- Standardi za opisovanje vsebin
- Semantika in ontologije
- Formati zapisov (XML)

Personalizacija

- Osnove personalizacije in pregled področij uporabe
- Pomen interakcije z uporabnikom in problemi analize povratnih informacij
- Personalizacija izbire vsebin
- Personalizacija prikaza vsebin (prilagajanje terminalom)
- Pristopi (skupinsko, vsebinsko, hibridi)

- [1] Ze-Nian Li and Mark S. Drew, Fundamentals of Multimedia, Prentice-Hall, 2004
- [2] Herve Benoit, Digital Television, Third Edition: Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework, Focal Press, 2008 (3. Izdaja)
- [3] Članki, objavljenih v revijah, npr: USER MODELING AND USER-ADAPTED INTERACTION The Journal of Personalization Research <http://www.umuai.org/>

47 Digitalna obdelava signalov, slik in videa

Poznavanje osnov teorije signalov, osnovno razumevanje analognih signalov in njihovih virov, barvni prostori, barvni standardi, metode inteligentne obdelave signalov, ICA, PCA in nekatere izbrane metode linearne algebre, kodni postopki, zgoščen zapis slikovnih podatkov, postopki za zgoščevanje zapisa, dekorelacija podatkov in izgubno kodiranje, vrednotenje kvalitete kodiranja, entropija, kodiranje slike, kodiranje videa, detekcija in razpoznavanje objektov, metode zaščite (vodni tisk), aplikacije.

- [1] Gonzales, R. C., Woods, R. E., Digital Image Processing, Addison Wesley, 1992.
- [2] Tekalp, A. M., Digital Video Processing, Prentice Hall, 1995.
- [3] H.R. Wu and K.R. Rao Digital Video Image Quality and Perceptual Coding CRC Press, 2005.
- [4] R. J. Clarke, Digital Compression of Still Images and Video, Academic Press, 1995.
- [5] J. Arnold, M. Frater, M. Pickering, Digital television, J. Wiley, 2007.
- [6] S. V. Vaseghi, Multimedia Signal Processing, J. Wiley, 2007.
- [7] Haykin, S., Adaptive filter theory, Prentice Hall, 1991.

48 Sodobni postopki kodiranja in modulacije

Okolje digitalnega prenosa (informacijski kanal, binarni simetrični kanal, gaussov kanal, modeli realnih kanalov). Teoretične meje prenosa (naključno kodiranje in teorem o kodiranju na šumnem kanalu, Nyquistov kriterij za prenos brez intersimbolne interferen-ce, meje spektralne učinkovitosti).

Izkoriščanje redundance za detekcijo in odpravljanje napak. Osnova matematike končnih polj. Linearne blokovne kode (sistem-ske in nesistemske kode, ciklične kode, paritetne kode z nizko gostoto, prepletanje). Mrežne kode (mrežni diagram, konvolucijske kode). Produktno kodiranje. Dekodirni postopki (detekcija napak in ponovno pošiljanje, odpravljanje sprejetih napak, vnaprejšnje odpravljanje napak in odločanje na osnovi največje verjetnosti, trdo in mehko odločanje, Viterbi in MAP algoritem, iterativni dekodirni postopki). Sistemi s več vhodi in več izhodi (dobitek raznolikosti, dobitek multipleksiranja, časovno-prostorske blokovne in konvolucijske kode).

Modulacijski postopki (amplitudna modulacija, fazna modulacija, frekvenčna modulacija, kvadraturna amplitudna modulacija). Prenos s več nosilci. Prenos z razširjenim spektrom (frekvenčno skakanje, časovno skakanje, modulacija naključnega nosilca). Prenos s več nosilci (OFDM, DMT). Adaptivni modulacijski postopki.

- [1] Bernard Sklar, Digital Communications: Fundamentals and Applications (2nd Edition), Prentice Hall, 2001
- [2] John Proakis and Masoud Salehi, Digital Communications, 5. izdaja, McGraw-Hill, 2007

49 Radijske komunikacije

Definicije polja in šumov, karakteristike elementov in naprav, sistemi in komunikacijske enačbe, odbojno, uklonsko in absorpcijsko slabljenje, elektromagnetna in valovno-optična (skalarna) formulacija pojavov, uklon na oviri, uklon na dvojni oviri po Millingtonu, približek uklonskega slabljenja za dve in več ovir po Deygoutu in drugih, empirični modeli: Model Okumura/Hata, metoda CCR, drugi modeli, prilagoditev modelov za urbana, delno urbana okolja, statistika sprejemanega polja, presih polja, metode diverznega sprejema, dobitek diverznega sprejema, bitni pogrešek, šumna temperatura sistema, optimalni in adaptivni sprejem, adaptivne antene, osnove nebesne mehanike, rešitev enačbe gibanja, Keplerjevi zakoni, izstrelitev satelita, enačba rakete, Keplerjevi elementi tirnice, motnje tirnice, uporabne vrste tirnic komunikacijskih satelitov, izračun položaja satelita na nebu, sledenje z anteno, izvori energije v vesolju, toplotne razmere v vesolju, vpliv ionizirajočega sevanja na komunikacijske naprave, zmogljivost satelitske zveze, izračun radijske zveze v praznem prostoru, učinek ozračja in padavin, šum antene in sprejemnika, spektralna in močnostna učinkovitost modulacije, primeri satelitskih komunikacijskih sistemov.

- [1] Collin, R.E., Antennas and Radiowave Propagation, McGraw-Hill, 1985.
- [2] Lee, W.C.Y., Mobile Communications Engineering, McGraw-Hill, 1998.
- [3] Matko, D., (ed.), Uporaba vesoljskih tehnologij, Didakta, 1996.
- [4] Maral, G., Bousquet, M., Satellite Communications Systems, Systems, Techniques and Technology, Wiley, 1993.
- [5] Yuen, J.H., (ed.), Deep Space Telecommunications Systems Engineering, Plenum Press, 1983.

50 Algoritmi in arhitekture multimedijskih sistemov

Zajem in obdelava multimedijskih signalov. Sekvenčni algoritmi linearne in nelinearne algebre, arhitekture digitalne obdelave signalov, slik in videa. Modeli vzporednih algoritmov, vzporedne arhitekture, večopravnost, vzporedni algoritmi digitalne obdelave signalov, slik in videa s primeri kodirnih algoritmov, konvolucije, transformov, linearnih in nelinearnih metod filtriranja, uporaba algoritma CORDIC, kompresije in skaliranja.

Del aktivnosti bo usmerjen glede na študentove preference tudi na analizo zahtevnosti algoritmov. grafično predstavitev algoritmov (graf odvisnosti in graf pretoka signalov), načrtovanje algoritmov, optimizacijo algoritmov glede na arhitekturo ter realizacijo algoritmov. Glede na stopnjo povezanosti vozlov grafa bodo aktivnosti usmerjene tudi v neregularne in regularne strukture in zato v posebne vzporedne algoritme in arhitekture potrebne za iskanje objektov multimedijskih sistemov. Posamezne aktivnosti bodo glede na potrebe in cilje raziskovalnega dela študenta, usmerjene tudi na področja preslikave vzporednih algoritmov na večprocesorsko arhitekturo za obdelavo multimedijskih signalov. Del aktivnosti pa bo tudi usmerjen na predobdelavo signalov in razpoznavanje multimedijskih vsebin.

- [1] K. K. Parhi, VLSI Digital Signal Processing Systems: Design and Implementation, Wiley.
- [2] K. K. Parhi, et. al, Digital Signal Processing for Multimedia Systems, Marcel-Dekker.
- [3] M. Mandal, Multimedia Signals and Systems, Springer.
- [4] S. W. Smith, The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, California Tech. Pub.
- [5] Ling Guan et al. Multimedia Image and Video Processing; CRC press

51 Slikovne tehnologije

Tehnike zajemanja digitalnih slik: digitalna fotografija, kamere in svetila za vidni in nevidni del spektra elektromagnetnega valovanja, mikroskopske tehnike, rentgensko slikanje in računalniška tomografija, magnetno resonančno slikanje, ultrazvok, sodobne in prihajajoče slikovne tehnike.

Postopki za samodejno obnovo, rekonstrukcijo, kalibracijo, obdelavo in analizo, integracijo, merjenje ter razumevanje slikovne vsebine s poudarkom na robustnosti, zanesljivosti, stabilnosti in izvedljivosti v realnem času.

Načrtovanje, integracija in uporaba slikovnih tehnologij ter sistemov z računalniškim vidom v vsakdanjem življenju, industriji in biomedicini za pridobivanje večdimenzionalnih informacij o prostoru, objektih in subjektih.

- [1] Machine Vision: Theory, Algorithms, Practicalities, E. R. Davies, Morgan Kaufmann, 2005.
- [2] Handbook of Machine Vision, A. Hornberg, Wiley-VCH, 2006.
- [3] Medical Imaging Signals and Systems, J. L. Prince, J. Links, Prentice Hall, 2005.

52 Komunikacija v razvoju in raziskavah

Vsebina predmeta obsega teme za razvoj kompetenc, ki jih bodo študentje potrebovali v praksi za učinkovito delo v skupini; komunikacijo znotraj lastne organizacije (po hierarhiji navzgor in navzdol); učinkovito pogajanje in vodenje sestankov; argumentirano zagovarjanje lastnih stališč in upoštevanje stališč drugih; in predstavitev rezultatov svojega dela strokovni in laični javnosti. Vsebina predmeta bo organizirana v naslednjih sklopih:

1. Delo in komunikacija v skupini
 2. Vodenje sestankov
 3. Pogajanja
 4. Reševanje konfliktov v skupini
 5. Javno nastopanje - priprava in izvedba predavanja na strokovni in znanstveni konferenci, pred kolegi, zagovor doktorata
 6. Pisno poročanje - pisanje povzetka, strokovnega in znanstvenega članka, projektnega predloga, doktorske disertacije
- Komuniciranje z splošno javnostjo - komunikacijska strategija, stiki z mediji, sporočila za javnost, tiskovna konferenca, javno nastopanje, intervjuji

- [1] Rugg, G., Petre, M., The Unwritten Rules of PhD Research, Open University Press, The McGraw-Hill Education, 2004.
- [2] Fischer, R., Ury, W., Patton, B., Getting to yes, Penguin Books, 1991.
- [3] Basadur, M., The Power of Innovation, Pitman Publishing, 1995.
- [4] Kobayashi, I., 20 ključev, Lisac & Lisac, 2003.
- [5] Communicating science - a scientist's survival kit, EC, http://ec.europa.eu/research/science-society/pdf/communicating_science_en.pdf

53 Analiza biomedicinskih slik

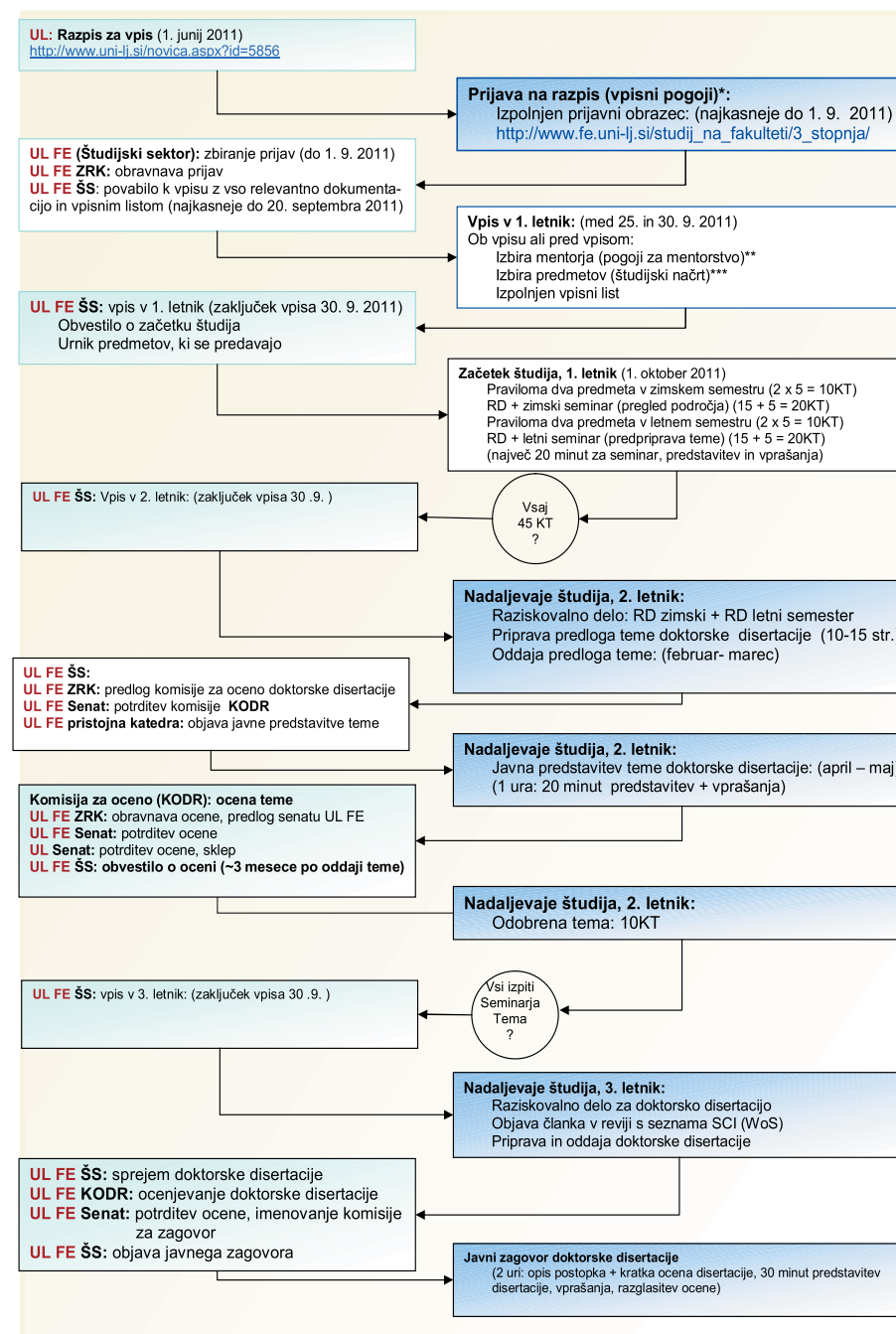
Uvod: zgodovina, pomen in področja računalniško podprte analize slik v biomedicini.

Poravnava in integracija slik: pomen poravnave slik v medicini, klasifikacija postopkov poravnave, modeliranje geometrijskih preslikav in deformacij, točkovne metode, določevanje in prileganje kontrolnih točk, postopki na osnovi površin, postopki na osnovi mere podobnosti, analiziranje in vrednotenje postopkov poravnave, klinični primeri poravnave in integracije slik.

Razgradnja in kvantitativna analiza slik: delitev in uporaba postopkov, prilagodljivo upravljanje, razgradnja na osnovi odvodov, razgradnja s širjenjem, združevanjem in razdruževanjem področij, razgradnja na osnovi razvrščanja ter razgradnja na osnovi poravnave modelov. Opisovanje slik z matematičnimi in fizikalnimi modeli, opisovanje z osnovnimi komponentami, statistični modeli pojavnosti in oblike. Vrednotenje rezultatov razgradnje.

Slikovno vodenje posegi v medicini: sistemi za sledenje in navigacijo, vizualizacija v slikovno vodenih posegih, načrtovanje posegov, poravnava slik, modelov in načrtov posega s pacientom ali s slikami pacienta, vrednotenje zanesljivosti in točnosti slikovno vodenih posegov, klinična uporaba slikovno vodenih posegov.

- [1] Handbook of Medical Imaging, Medical Image Processing and Analysis, Vol. 2, M. Sonka in J.M. Fitzpatrick (Ur.), SPIE - The International Society for Optical Engineering, 1. izdaja, 2000.
- [2] Handbook of Medical Image Processing and Analysis, Isaac N. Bankman (Ur.), Academic Press, 2. izdaja 2008.
- [3] Terry Peters in Kevin Cleary: Image-Guided Interventions: Technology and Applications, Springer, 2008.
- [4] Cancer Imaging, Instrumentation and Applications, Vol. 2, M.A. Hayat (Ur.), Academic Press, 2008.





Univerza *v Ljubljani*
Fakulteta *za elektrotehniko*

Tržaška 25
1000 Ljubljana

Telefon: 01 47 68 411
Telefaks: 01 42 64 630
Splet: www.fe.uni-lj.si
E-pošta: studij@fe.uni-lj.si

