



IZVEŠTAJ

Analiza najboljih praksi na EU partnerskim univerzitetima

Master kursevi Analitike podataka u zemljama Evropske Unije ADA
partnera

Kontakt:

Prof. Dr. Mirko Savić, University of Novi Sad, savicmirko@ef.uns.ac.rs

Prof. Dr Vladan Devedžić, University of Belgrade, devedzic@gmail.com

Prof. Dr Jelena Stanković, University of Nis, jelena.stankovic@eknfak.ni.ac.rs



Project acronym:	ADA
Project full title:	Advanced Data Analytics in Business
Project No:	598829-EPP-1-2018-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP
Funding scheme:	ERASMUS+
Project start date:	November 15, 2018
Project duration:	36 months

Abstract	This document represents an overview of master study programs in data science across several EU universities, especially from EU partner universities in ADA project.
----------	---

Title of document:	Analysis of best practice at EU partner universities
Work package:	WP1 Development of a new program in Advanced Data Analytics in Business
Activity:	Analysis of best practise and comparative analysis
Last version date:	01/05/2019
File name:	Analysis of best practice at EU partner universities.docx
Number of pages:	100
Dissemination level:	Project team, Department/Faculty, Institution, Regional, National

VERSIONING AND CONTRIBUTION HISTORY

Version	Date	Revision description	Partner responsible
1.0	24/04/2019	First draft	Jason Papathanasiou (CERTH)
2.0	01/05/2019	Technical corrections	Mirko Savic (UNS)

DISCLAIMER

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Sadržaj

Uvod	5
Univerzitet u Makedoniji (Grčka)	5
Master poslovne analitike i nauke o podacima	5
Struktura programa	5
Detaljan opis programa	6
Univerzitet za ekonomiji i biznis u Beču	23
Vienna University of Economics and Business (WU, Austria)	23
Master program Nauke o podacima	23
Sadržaj modula	24
Obavezni modl nauke o podacima	26
Izborni modul Nauke o podacima	27
Rezultati učenja	29
Modul – Statistički metodi	29
Modul – Baze podataka	29
Modul – Otkrivanje znanja.....	29
Modul – Statistička praksa i studije slučaja	29
Master program naprednog istraživanja podataka, analitike podataka i optimizacije (ADEO)	31
Program M1	31
Program M2	33
Matematičke metode za informatiku.....	38
Inženjerska nauka	45
Arhitektura i softver	47
Projektni menadžment	51
FLE za početnike	52
Istraživanje.....	52
Program M2	53
Informatika	53
Napredni BI i DataViz.....	55
Data Exploration	56
Univerzitet Tor Vergata u Rimu (UNITOV, Italy)	70
Master program Masovni podaci u biznisu	70
Struktura kursa	70
Detaljan opis programa	72
Londonska škola ekonomije (UK)	86

Master nauke o podacima	86
Dealjan opis predmeta	86

Uvod

Ovaj izveštaj govori o detaljnom planu master programa o masovnim podacima u zemljama EU koje učestvuju u ADA projektu. Sastavljen je zahvaljujući saradnji profesora Rashida Chelouaha (EISTI), profesora Gianluca Cubadda (UNITOV) i profesora RONALDA HOCHREITERA (VU).

Univerzitet u Makedoniji (Grčka)

Master poslovne analitike i nauke o podacima

Ovo je novi program započet tokom akademske 2018-2019. Glavni cilj ovog master programa je pružanje postdiplomskog specijalizovanog znanja iz poslovne analitike i nauke o podacima za studente na univerzitetima, rukovodiocima preduzeća i zaposlene u javnom i privatnom sektoru. Da biste pomogli rukovodiocima da efikasno manipulišu višedimenzionalnim velikim podacima koji svakodnevno pristižu u javne i privatne organizacije iz više izvora koristeći odgovarajuće alate za IT, analizu podataka i operaciono istraživanje - optimizacijske alate Program ima za cilj promovisanje znanja i razvoj istraživanja u široj oblasti poslovne inteligencije, sa naglaskom na sledeća tri segmenta: informacioni sistemi, statistika, I operaciona istraživanja. Na ovaj način se očekuje da diplomirani studenti promovišu unapređenje kvaliteta proizvoda i usluga koje pružaju njihove organizacije, doprinoseći ciljevima održivog razvoja, kako u ekonomskoj, socijalnoj tako i u životnoj sredini.

Struktura programa

Ukupan broj ECTS bodova je 90, a struktura je data u tabeli 1.

Table 1

First semester required – Preliminary course	ECTS
Software Tools for Business Analytics	7,5
First semester - required courses	ECTS
Introduction to Big Data and Business Intelligence Systems	7,5
Business Analytics I-Descriptive Analytics and Introduction to Predictive Analytics	7,5
Business Analytics with Management Science models and methods – Prescriptive Analytics	7,5

Second semester - Required courses	ECTS
Advanced Predictive Analytics and Data Mining	7,5
Introduction to Data Management methods and techniques	7,5
Electives (choice of 2):	2x7,5
Business Analytics II, Advanced Statistical methods and multivariate Analysis	7,5
Decision Analysis and Optimization	7,5
Marketing and Social Media Analytics	7,5
Financial Management Analytics	7,5
Operations and Supply Chain Analytics	7,5
Web and Text Analytics	7,5
Simulation Techniques in Business Analytics	7,5
Third semester	ECTS
Master thesis	30

Detaljan opis programa

a. Softveri poslovne analitike

i. Opis

Python je moderan programski jezik koji se posebno odlikuje lako čitljivim kodom i lakoćom upotrebe. Takođe poseduje bogatstvo alata koji ga čine veoma korisnim, fleksibilnim i efikasnim za naučni rad. R je takođe moderan jezik koji se uglavnom koristi za statističku obradu. Program se fokusira na učenje naprednih tehnika gore navedenih jezika za rešavanje mrežnih problema, izvođenje algoritamskih analiza, izračunavanje statistika i vizuelizacija podataka. To je laboratorijski program i sav softver koji se koristi je besplatni softver i softver otvorenog koda. Takođe se smatra pripremnom, u smislu da će se sav softver i tehnika kasnije koristiti u radu na ostalim postdiplomskim kursevima. Na početku će biti predstavljen kratak uvod u funkcije, koje su povezane sa definicijom promenljivih, naredbi, struktura podataka i konfiguracijom interfejsa. Potom, po završetku kursa, studenti bi trebali biti u mogućnosti da napišu Python i R kod u vezi sa gore spomenutim temama, tj. Da koriste posebne alate za rad sa tabelama i drugim strukturama podataka, vizualizuju podatke i omoguće ih da ih predstave u pravilno struktuiranim kartama, implementirati algoritme, reprodukovati mreže i istovremeno ih vizuelizovati i napokon moći napraviti opsežne statističke analize.

ii. Softver

Python, Anaconda, Spyder, NetworkX, Pandas, Seaborn, matplotlib, scipy, numpy, graphviz, guplot, guplot.py, R.

iii. Nastavni plan

Uvod u Python I (instalacija, varijable, itd.)

Uvod u Python II (struktura podataka, funkcije, I/O)

Programiranje u Pythonu

Analiza algoritama u Pythonu

Statistika kroz Python I

Statistika kroz Python II

Mreže kroz Python

Vizualizacija mreža kroz Python

Vizualizacija podataka kroz Python

Uvod u R

Statistika u R I

Statistika u R II

Završni ispit

iv. Literatura

Haslwanter, T. "An introduction to Statistics with Python. With applications in the Life Sciences". Springer, 2016.

Johansson, R. "Numerical Python. A practical techniques approach for Industry". Springer, 2015.

Linge, S. and **Langtangen**, H. P. "Programming for Computations - Python. A gentle introduction to Numerical Simulations with Python". Springer, 2016.

Rahlf, T. "*Data Visualisation with R*". Springer, 2017.

Daróczi, G. "*Mastering Data Analysis with R*". Packt Publishing 2015.

Documentation for packages: NetworkX, Pandas, Seaborn, matplotlib, scipy, numpy, graphviz, gnuplot.py.

b. Uvod u masovne podatke i sisteme poslovne

i. Opis

Cilj kursa je teorijsko i praktično upoznavanje studenata sa pojmovima velikih podataka, poslovne inteligencije i analitičkih podataka. Po završetku kursa polaznici će steći znanja da:

- objasne moderna dešavanja u oblasti velikih podataka i poslovne inteligencije.
- izveštavaju o uspešnim scenarijima korišćenja velikih podataka i analitičkih podataka savremenim preduzećima širom sveta.
- opišu osnovne pojmove i funkcije skladišta podataka.
- razlikuju različite vrste vizualizacija podataka i odabratu pravu.
- opišu proces, metode i alate za prediktivnu analizu u preduzećima.
- prepoznaju različite savremene velike tehnologije upravljanja podacima kao što su Hadoop, NoSQL, baze podataka grafikona itd.
- razumeju upotrebu softverskih alata. Teme će uključivati scenarije upotrebe analitičkih podataka za donošenje odluka vezanih za savremene poslovne probleme velikih korporacija (npr. Instacart, Airbnb, BNP Paribas, Zillow) u različitim sektorima kao što su e-trgovina, bankarstvo, turizam i upravljanje nekretninama.

ii. Softver

Python, Jupyter Notebook

iii. Nastavni plan

Osnovni koncepti analitike podataka i poslovne inteligencije

Podaci i baze podataka

Skladištenje podataka

Vizualizacija podataka

Analitika predviđanja

Rudarenje teksta i sentiment analiza

Web mining

Analiza društvenih mreža

Masovni podaci: Hadoop, NoSQL, SPARK

Semantičke mreže

Veštačka inteligencija

Privatnost i etika

Završni ispit

iv. Literatura

Provost, F. and Fawcett T., Data Science for Business, 2013, O’Rielly, Sebastopol, CA.
Sharda, R., Delen, D., Turban, E., Business Intelligence and Analytics, Systems for Decision Support, 2014, Pearson Education, Essex, England.

c. Poslovna analitika I – Deskriptivna analitika i uvod u prediktivnu analitiku

i. Opis

Poslovne odluke se često donose u uslovima nesigurnosti. U savremenom poslovnom okruženju tehnološki razvoj je olakšao prikupljanje masovnih podataka koji bi mogli poboljšati proces donošenja odluka. Poslovna analitika se odnosi na načine na koje kompanije, neprofitne institucije i vlade mogu da koriste ove podatke za sticanje znanja i donošenje boljih odluka. Sposobnost efikasnog korišćenja podataka za donošenje brzih, preciznih i profitabilnih odluka je presudno strateško sredstvo za poslovanje. Poslovna analitika se u osnovi zasniva na kvantitativnim i statističkim metodama i procesima optimizacije kako bi se identifikovali obrasci i trendovi podataka koji na kraju vode do realnih predviđanja. Cilj ovog predmeta je da pomogne studentima da nauče različite ključne statističke alate korisne za sumiranje i predstavljanje prošlih događaja i informacija. Studenti će naučiti kako pretvoriti sirove podatke u opisne sažetke koji se lako mogu predstaviti i razumjeti. Takođe će studente upoznati sa osnovnim konceptima statističkog zaključivanja, kao što su procena parametara i kontrola slučajeva, kao i sa statističkim alatima korisnim u poslovnoj analitici, kao što su analiza korelacije i analiza vremenskih serija. Akcenat će biti stavljen na aplikacije, koncepte i interpretaciju rezultata, a ne na teoriju i proračune. Za sprovođenje svega gore navedenog, SPSS statistički paket će se koristiti kako bi se studenti upoznali sa softverom i bili u stanju da izvrše bilo koju analizu podataka.

ii. Softver

SPSS, Excel, R

iii. Nastavni plan

1. Uvod u analizu podataka i poslovnu analitiku
2. Opis i sumiranje podataka
3. Vizualizacija podataka
4. Priprema podataka
5. Deskriptivna statistika
6. Distribucije verovatnoće
7. Uzorkovanje

8. Intervali pouzdanosti
9. Testiranje hipoteza
10. Hi kvadrat test
11. Komparativna statistika
12. Analiza vremenskih serija i predviđanje
13. Završni ispit

iv. Literatura

James R. Evans, Business Analytics, Pearson Education, 2016.

Camm J., Cochran J., Fry M., Ohlmann J., Anderson D., Sweeney D., Williams T., Essentials of Business Analytics, Cengage Learning, 2015.

S. Christian Albright, Wayne L. Winston, Business Analytics: Data Analysis & Decision Making, Cengage Learning, 2015

Glenn J. Myatt., Making Sense of Data: A Practical Guide to Exploratory Data Analysis and Data Mining, Willey 2007.

d. Poslovna analitika kroz modele Operacionih istraživanja

i. Opis

Proces donošenja poslovnih odluka prikupljanjem, sortiranjem, obradom i analizom podataka nije nov. Varijacija primećena poslednjih godina odnosi se na prirodu izvora podataka i oblik samih podataka koji imaju jednu ili više sledećih karakteristika: velika zapremina, veća raznolikost varijacija, brzina, promenljivost, istinitost, ali i vrednost, ističući mnoge izazovi za donosiocima odluka. Generalno, Business Analytics se pojavljuje na tri glavna nivoa analize: Deskriptivna analitika (obrada podataka i vađenje pozadinskih informacija), prediktivna analitika (prošlost za razvoj prediktivnih modela) i preskriptivna analitika (koristeći modele zasnovane na prethodnim rezultatima da predlažu optimalne režime - recepte. Kurs prvo predstavlja opšti pristup nekim od najvažnijih tehnika modeliranja poslovnih procesa u kontekstu sistemskog pristupa koji je osnova operacionih istraživanja tj. nauka o odlukama. Na kraju kursa, studenti će moći da razumeju ulogu menadžmenta u upravljanju i analiziranju podataka, razvijajući model odlučivanja na osnovu stvarne poslovne situacije, razvijajući rešenja koja pružaju optimalne vrednosti mera da bi se postigle želje donosioca odluka, upoređivanje alternativnih scenarija zasnovanih na ovim merama a da sistematski istražuje strukturu ovih rešenja dubinskom analizom sistema i interakcijama između njegovih komponenti. Oni će takođe imati priliku da, na osnovu teorije odluka, rade

na okruženju za donošenje odluka u kojem subjektivno razmišljanje značajno utiče na "najbolju" odluku.

ii. Softver

Excel, POM/QM, IBM Optimization Studio12.8 - OPL

iii. Nastavni plan

Uvod

Linearno programiranje

Optimizacija u linearnom programiranju

Post optimalna analiza

Uvod u analizu odlučivanja

Analiza odlučivanja – metode i oblasti primene

Mrežno programiranje

Modeli mrežnog programiranja

Celobrojno programiranje

Binarno programiranje

Završni ispit

iv. Literatura

Asllani A., Business Analytics with Management Science Models and Methods, Pearson Education, 2015.

Camm J., Cochran J., Fry M., Ohlmann J., Anderson D., Sweeney D., Williams T., Essentials of Business Analytics, Cengage Learning, 2015.

Drake M., The Applied Business Analytics Casebook, Pearson Education, 2014.

Anderson DR, Sweeney DJ, Williams TA, Camm JD, Cochran JJ., An Introduction to Management Science 13th - 15th ed, Cengage Learning, 2010-2018.

e. Napredno predviđanje i rudarenje podataka

i. Opis

Povećana aktivnost u oblastima kao što su Internet, e-trgovina, e-poslovanje, veliki broj internetskih upitnika itd. značajno je povećala količinu i složenost podataka koji se prikupljaju i čuvaju, povećavajući njihovu važnost i vrednost u donošenju poslovnih odluka. Data Mining se odnosi na pronalaženje strukture u velikim skupovima podataka koristeći statističke tehnike, veštačku inteligenciju i mašinsko učenje. Svrha iskopavanja podataka je da informacije koje treba izvući i standardi koji će postati dostupni doprinose procesu donošenja odluka. Tehnike predviđanja nadilaze puki opis podataka i oslanjaju se na prošlost kako bi prognozirali budućnost. Ove tehnike su posebno važne jer olakšavaju donosiocima poslovnih odluka da procene sve moguće prilike, poput prihoda, profita, tržišnog udela, verovatnoće prodaje, verovatnoće gubitka kupca, itd., Uzimajući u obzir niz prediktivnih faktori kao što su troškovi marketinga, procedure osiguranja kvaliteta, broj prodavaca, itd. Ovaj kurs se fokusira na napredne metode vađenja podataka i prediktivnu analitiku, sistematski prezentujući najvažnije tehnike prediktivnog modeliranja, kao i njihove primene u stvarnom upravljanju podacima, operacijama, marketing itd. Na kraju kursa očekuje se da će studenti moći da crpe i formiraju skupove podataka iz srodnih izvora, formulišu tačna istraživačka pitanja i dizajniraju planove za njih, biraju odgovarajuće tehnike modeliranja i analize podataka koji će dovesti do izdvajanja korisnih standardi znanja, formulišući predviđanje odluka. Takođe da se proceni i uporedi efikasnost metoda i izveštaji o rezultatima analize rukovodiocima organizacija i preduzeća.

ii. Softver

R, Excel, SPSS

iii. Nastavni plan

Uvod

Linearna regresija

Klaster analiza

Analiza glavnih komponenti

Redukovanje dimenzija

Logistička regresija

Evaluacija modela

Izbor modela

Klasifikacija i drvo regresije

Support Vector Machines

Studije slučaja

Završni ispit

iv. Literatura

Gareth, J., Witten, D., Hastie, T. and Tibshirani, R. An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R. New York: Springer, 2013.

Kuhn, M., and Johnson, K. Applied Predictive Modeling. New York: Springer, 2013.

Larose, D. T., and Larose, C. D. Data mining and predictive analytics. John Wiley & Sons, 2015.

f. Uvod u upravljanje podacima

i. Opis

Cilj kursa je da se studenti upoznaju sa upravljanjem različitim oblicima podataka koji se nalaze u savremenim preduzećima. Po završetku kursa polaznici će moći:

- Kreiraju modele podataka
- Kompajliraju i izvrše složene SQL upite
- Razlikuju razlike između tradicionalnih sistema za upravljanje podacima i velikih sistema za upravljanje podacima.
- Rezimiraju karakteristike Hadoop-ovog i MapReduce modela programiranja.
- Pokrenu programe koristeći Hadoop.
- Razlikuju različite klase NoSQL baza podataka i opišu njihove karakteristike.

SQL predavanje će se zasnivati na Oracle obrazovnom materijalu i platformi za učenje budući da je Univerzitet u Makedoniji član Oracle Akademije. Kurs zahteva aktivno učešće studenata koji će u praksi baviti tim predmetom i raditi će svake nedelje tokom semestra. Kurs ne zahteva prethodno znanje programiranja ili baze podataka.

ii. Softver

Oracle SQL, Cloudera, MongoDB, HBase

iii. Nastavni plan

1. Uvod

2. Modeliranje

3. SQL programski jezik

4. Funkcije

5. Podaci iz različitih tabela
6. Agregirani izveštaji
7. SQL upitu
8. Hadoop i MapReduce
9. Praktična primena Hadoop / MapReduce
10. Key value NoSQL stores (e.g., Amazon DynamoDB, Redis)
11. NoSQL Store Document (e.g., MongoDB, Elasticsearch) - JSON
12. Extensible NoSQL stores (such as BigTable, HBase, Cassandra)
13. Završni ispit

iv. Literatura

Oracle Academy "Database Design and Programming with SQL" [Online Course]

g. Poslovna analitika II, Napredne statističke metode i multivarijaciona analiza

i. Opis

Multivarijaciona analiza bavi se metodama prikupljanja, opisivanja i analiziranja skupa eksperimentalnih jedinica opisanih mnogim varijablama. Upotreba ovih metoda za podršku odlučivanju decenijama je bila utvrđena i široko rasprostranjena taktika u poslovanju. Međutim, „tradicionalne“ multivarijacione metode se neprestano razvijaju ka upravljanju složenim skupovima podataka i velikim količinskim podacima. Sadržaj kursa sadrži dva dela. Prvi deo predstavlja osnovne istraživačke metode multivarijacione analize podataka. Značaj istraživačkih metoda je što oni ne razlikuju promenljive u zavisnim i nezavisnim, već je svrha analize otkrivanje skrivenih odnosa, tendencija ili sukoba u cilju stvaranja hipoteza. Ova kategorija metoda uključuje faktorsku analizu, analizu glavnih komponenti, analizu mečeva i analizu klastera. U drugom delu kursa predstavljene su afirmativne metode. U kontekstu afirmativnih metoda pravi se razlika između nezavisnih i zavisnih promenljivih i stepena uticaja promenljivih prve grupe na drugu. Ovo uključuje metode kao što su regresijska analiza, multivarijaciona analiza varijanse i modeli strukturalnih jednačina. Na kraju kursa, studenti će moći da odaberu odgovarajuće metode analize zasnovane na planiranju istraživanja, prirodi podataka i istraživačkim pitanjima koja su u vezi sa njima. Takođe su u mogućnosti da upravljaju i predstavljaju multivarijacione podatke putem softvera za statističku obradu, kao i da vrše statističku analizu. Konačno, oni će moći da procene i uporede efikasnost metoda i izveštavaju o nalazima analize.

ii. Softver

R, Excel, SPSS

iii. Nastavni plan

Uvod u multivarijacionu analizu

Faktorska analiza i analiza glavnih komponenti (I)

Faktorska analiza i analiza glavnih komponenti (II)

Analiza povezanosti

Tabele kontingencije

Klaster analiza (I)

Klaster analiza (II)

Multivarijaciona regresiona analiza

Diskriminantna analiza

Konfirmatorna faktorska analiza

Uvod u modele strukturnih jednačina

Specijalne teme: Nedostajanje podataka, Analiza mešovityh podataka

Završni ispit

iv. Literatura

Bartholomew, D. J., Steele, F., Galbraith, J., & Moustaki, I. (2008). *Analysis of multivariate social science data*. Chapman and Hall/CRC.

Husson, F., Lê, S., & Pagès, J. (2017). *Exploratory multivariate analysis by example using R*. Chapman and Hall/CRC.

Schumacker, R. E. (2015). *Using R with multivariate statistics*. Sage Publications.

h. Analiza odlučivanja i optimizacija

i. Opis

Optimizacija je jedan od temelja na polju nauka o operativnom istraživanju / menadžmentu, osnova oblasti koju danas nazivamo poslovnom analitikom. U doba masovnih podataka, optimizacija je „pokretač“ brzog razvoja analitičkog sektora, jer razvoj algoritamskih

metodologija sposobnih da odgovore na potrebe industrije uvelike podstiče njen dalji razvoj. Ovaj kurs je nastavak uvodnog kursa „Administrativna nauka u operativnoj analitici“, a ističu se algoritamske metodologije za rešavanje problema matematičkog programiranja kratak uvod u teoriju odlučivanja. Na početku se vrši sažeto ponavljanje koncepata i metodologija obaveznog predmeta Operacionih istraživanja, jer su ti koncepti ključni za dalji sadržaj predmeta. Za rešavanje problema koristiće se ILOG CPLEX 12.8 Python API. Poznavanje izvornog Pythona i numeričke biblioteke je neophodan. Rešavaće se problemi linearnog i celobrojnog programiranja. Zatim će se govoriti o klasičnim problemima kombinatorne optimizacije koji su izuzetno praktični i teoretski zanimljivi. Konačno, biće predstavljena dva algoritma za dekompoziciju u pojedinačnim "sličnim" problemima, procesu koji rešava optimizaciju velikih razmera. Napominje se da će deo kursa (1/3) biti posvećen elementarnom uvodu u programiranje s više atributa i metodima donošenja odluka sa više kriterijuma. U ovom kontekstu će biti predstavljene klasične metode programiranja s više atributa i drugi neparametarski pristupi poput AHP metode i DEA metode.

ii. Softver

POM/QM, IBM ILOG CPLEX 12.8 – Python API

iii. Nastavni plan

Uvod u operaciona istraživanja. Linearno programiranje

Uvod u Python API of IBM ILOG CPLEX. Primena linearnog programiranja

Optimizacija u linearnom programiranju. Simpleks metod (primarni i dualni)

Celobrojno programiranje

Optimizacija modela celobrojnog programiranja. Metod granmanja i ograđivanja, Gomory-ev presek

Specifični modeli linearnog programiranja: Problem trgovačkog putnika, problem ranca, problem asignacije, rutiranje vozila i drugi problemi kombinatorne optimizacije.

Optimizacija velikih modela

Uvod u višekriterijumsko odlučivanje

Ciljno programiranje

Linearni modeli za analizu efikasnosti - DEA

AHP model

Završni ispit

iv. Literatura

H.P. Williams (2013). "Model Building in Mathematical Programming - 5th edition", John Wiley & Sons Ltd, UK.

D. Bertsimas & J.N. Tsitsiklis (1997). "Introduction to Linear Optimization", Athena Scientific, Massachusetts, USA.

G.L. Nemhauser & L.A. Wolsey (1988). "Integer and Combinatorial Optimization", John Wiley & Sons Ltd, USA.

Anderson D. R., D. J. Sweeney and T. A. Williams, An introduction to Management Science: Quantitative Approaches to Decision Making, ≥13th ed, Thomson.

i. Marketing i analitika društvenih medija

i. Opis

U doba masovnih podataka, preduzeća se suočavaju sa sve većim izazovima u pogledu obrade, sastavljanja i razumevanja podataka o svojim potrošačima i kupcima. Marketinška analitika podrazumeva identifikovanje i upotrebu određenih obrazaca ponašanja potrošača kroz analizu podataka prikupljenih interno ili eksterno za poslovanje da bi se rešili strateški problemi marketinga i / ili donošenja odluka. Studenti će se moći usredsrediti na marketinške strategije korišćenjem određenih analitičkih alata, tehnika i metrika i razviti modele za procenu izbora. Akcenat će biti stavljen na alate za digitalni marketing, a posebno na upotrebu metrika za procenu redovnog marketinga na društvenim mrežama i na pretraživačima. Studenti će moći da razviju dalje praktične veštine u korišćenju statističkih paketa SPSS i AMOS. Posebno će se studenti upoznati sa analitičkim alatima i metodama koji se koriste u savremenim marketinškim odeljenjima kao što su analiza klastera, analiza povezanosti, analiza glavnih komponenti, modeliranje strukturalnih jednačina, regresijska analiza, stabla odluka. Struktura kursa odražava savremene poslovne potrebe rukovodilaca sa analitičkim veštinama koje mogu da podrže korporativni proces donošenja odluka u okviru marketinške strategije.

ii. Softver

SPSS, AMOS, Excel

iii. Nastavni plan

Uvod u marketing analitiku

Ko su naši potrošači? Marketing segmentacija i klaster analiza

Studija slučaja: Segmentacija potrošača u bankarskom sektoru

Šta potrošači žele? Razvoj novog proizvoda i conjoint analiza

Razumevanje stavova potrošača – analiza glavnih komponenti

Modeliranje donošenja odluka potrošača – Modeli strukturnih jednačina

Online Promotivni Miks: Google & analitika društvenih medija

Studija slučaja: Razumevanje vrednosti potrošača

Studija slučaja: Marketing u bankarstvu

Studija slučaja: Lojalnost potrošača

Prezentacije

Završni ispit

iv. Literatura

Hemann, C. and Burbary, K., 2013. Digital marketing analytics: Making sense of consumer data in a digital world. Pearson Education.

Mizik N., Hanssens D. M. (2018). Handbook of Marketing Analytics: Methods and Applications in Marketing, Edward Elgar Publishing: Northampton MA.

Sorger, S., 2013. Marketing Analytics: Strategic Models and Metrics. Admiral Press.

Winston, W.L., 2014. Marketing analytics: Data-driven techniques with Microsoft Excel. John Wiley & Sons.

j. Operativna anlitika i lanac snabrevanja

i. Opis

Operativna analitika i analitika lanca snabdevanja (O / SC-Analitics) jedna je od najbrže rastućih grana poslovne inteligencije. Važan element kursa O / SC-Analitics je blagovremeni pristup trendovima i merenjima ključnih pokazatelja performansi, dok su nedavna dostignuća u informacionim i komunikacionim tehnologijama doprinela brzom povećanju donošenja odluka zasnovanih na podacima. Glavni cilj kursa je upoznati studente sa taktičkim i strateškim pitanjima oko dizajna i rada lanca snabdevanja, razviti analitičke veštine za rešavanje stvarnih problema i naučiti studente širokom spektru metoda i alata za efikasno upravljanje potražnjom i mrežama snabdevanja. Ovaj kurs proučava ključna područja odlučivanja u dizajnu i radu lanca snabdevanja. Studenti će na početku naučiti koji su im podaci potrebni i kako će ih koristiti za merenje performansi lanca snabdevanja, poput nivoa zaliha, dostupnosti proizvoda, performansi dobavljača, efikasnosti skladišta i nivoa usluge kupcima. Na osnovu toga naučiće kako primeniti različite alate i metode za analizu trendova, za vađenje znanja i poslovne inteligencije i za donošenje odluka. Teme koje će biti obuhvaćene biće podeljene u planiranje i upravljanje operacijama lanca

snabdevanja, uključujući, između ostalog, analizu dobavljača, planiranje kapaciteta, usklađivanje potražnje i ponude, planiranje prodaje i funkcija, analizu položaja i upravljanje mrežom, upravljanje zalihama, distribuciju, i lokacije instalacije. Konačno, analizirajući i raspravljajući o studijama slučajeva, oni će uvažiti i dobiti korisne uvide o tome kako da optimiziraju vrednost operacija i operacija lanca snabdevanja, racionalizuju ciljeve i dizajniraju fleksibilne lance snabdevanja.

Na kraju kursa studenti će biti sposobni da:

- izvrše optimizaciju lanca snabdevanja u cilju ostvarivanja strateških ciljeva preduzeća
- razumeju ciljeve lanca snabdevanja, razumeju uticaj odlučivanja u lancu snabdevanja na uspeh kompanije
- identifikuju glavne poluge lanca snabdevanja i odrede ključne pokazatelje performansi lanca snabdevanja
- crpe znanje iz dinamičnih informacija o budućoj potražnji, raspoloživim proizvodnim kapacitetima i izvorima ponude
- Razviju modele za dizajn mrežnih odluka i koristiti metode optimizacije za donošenje odluka za planiranje instalacije i analizu relevantnih odluka
- Koristite metodologije za procenu odluka o planiranju lanca snabdevanja i raspodelu kapaciteta pod nesigurnošću
- Primene metode predviđanja da biste identifikovali trendove u ponudi i potražnji.
- Upoznaju se sa softverskim alatima kao što su EXCEL, LINGO i MCDM softver

ii. Softver

EXCEL, LINGO, MCDM softver

iii. Nastavni plan

Uvod

Upravljanje lancem snabdevanja

Dizajniranje mreže lanca snabdevanja

Prediktivna analitika

Analitika upravljanja projektima

Operaciona istraživanja

Upravljanje zalihama

Transportni model

Višekriterijumsko odlučivanje

Markovljevi modeli

Teorija igara

Prezentacije studenata

Završni ispit

iv. Literatura

Chopra S. and Meindl P. (2012), Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation, 5th Edition, Pearson Education, USA.

Feigin G. (2011). Supply Chain Planning and Analytics: The right product to the right place at the right time, Business Expert Press, New York, USA.

Mathirajan, M., Sadagopan, S., Rajendran, C., Ravindran, A., Balasubramanian, P. (2016). Analytics in Operations/Supply Chain Management. I K International Publishing House.

Ramanathan, R., Mathirajan, M. and Ravindran A.R. (2017). Big Data Analytics Using Multiple Criteria Decision-Making Models. CRC Press

Singh, S. (2016). Project Management Analytics: A Data-Driven Approach to Making Rational and Effective Project Decisions. Pearson Education, Inc.

Soluade, O. (2015). Business Analytics in Production & Operations Management: A Modular Approach. LAP LAMBERT Academic Publishing

Watson, M., Lewis, S., Cacioppi, P. and Jayaraman, J. (2012). Supply Chain Network Design: Applying Optimization and Analytics to the Global Supply Chain. FT Press.

k. Analiza veba i teksta

i. Opis

Cilj predmeta je da se studenti upoznaju sa analitikom koristeći podatke dostupne na mreži, poput otvorenih podataka vlade, povezanih podataka, podataka sa društvenih medija, itd. Nakon završetka kursa studenti će moći:

- Opišu izvore podataka na mreži.

- Prikupe povezane podatke putem SPARKL upita
- Analiziraju semantički povezane podatke putem vizualizacija i statističkih analiza
- Prikupljaju, čuvaju i analiziraju podatke iz alata za društvene mreže
- Primene metode obrade prirodnog jezika na podatke društvenih mreža. Predmet zahteva aktivno učešće studenata koji će praktikovati predmet i koji će raditi svake nedelje tokom semestra. Kurs ne zahteva prethodno znanje programiranja ili baze podataka.

ii. Softver

Virtuoso RDF store, MongoDB, Tableau, R

iii. Nastavni plan

1. Izvori podataka
2. Povezani podaci - RDF model
3. Statistički povezani podaci
4. SPARQL programiski jezik
5. Prikupljanje podataka
6. Analiza povezanih podataka
7. Podaci sa društvenih mreža
8. Prikupljanje podataka preko Twitter API
9. Spašavanje Twitter podataka
10. Detaljna analiza podataka društvenih mreža
11. Sentiment analiza i NLP
12. Primena NLP na podatke
13. Završni ispit

iv. Literatura

DuCharme B., Learning SPARQL, Second Edition, 2013, O'Reilly

T. Heath & C. Bizer, Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space, 2011,
<http://linkeddatabook.com/editions/1.0/>

I. Tehnike simulacije u poslovnoj analitici

i. Opis

Kurs se fokusira na simulaciju kao jednu od najpopularnijih tehnika operacionih istraživanja za donošenje odluka u neanalitičkom okruženju. Najpre su predstavljeni osnovni teorijski aspekti tehnike, a zatim se pokušava produbiti primene i problemi sa korišćenjem softvera. Na kraju kursa, studenti i studentice će moći da razviju elementarni model simulacije koji će opisati stvarni problem identifikujući važne elemente koji mogu uticati na donošenje odluka na osnovu postavljenih ciljeva i primeniti sistematsku metodologiju za identifikaciju i ocenjivanje alternativa problemu.

ii. Softver

Excel, Extend, Simul8

iii. Nastavni plan

Stohastički sistemi i teorija redova čekanja

Uvod u simulaciju

Generator slučajnih brojeva

Distribucije verovatnoće i analiza ulaznih podataka

Analiza izlaznih podataka

Simulacija diskretnih događaja

Simulacija u Excelu

Finansijski modeli

Procesni modeli

Marketing modeli

Završni ispit

iv. Literatura

Laguna M. and J. Marklund, Business Process Modeling, Simulation and Design, 2nd ed 2013.

Albright S.C. and Winston W., Business Analytics: Data Analysis and Decision Making, Cengage Learning, 2013.

Extend Software, manual and reference.

Univerzitet za ekonomiju i biznis u Beču

Vienna University of Economics and Business (WU, Austria)

Master program Nauke o podacima

Inovativni Master program iz Data Science govori o tome kako se podaci mogu efikasno, profesionalno i odgovorno koristiti za sticanje znanja - kompleksna pitanja koja nisu samo veoma važna za kompanije, vlade i druge organizacije, već i za pojedince. Pored toga, prikupljanje, modeliranje, analiza i interpretacija podataka je centralna za nauku na univerzitetima i drugim istraživačkim institucijama. Stručnost potrebna za rješavanje pitanja koja su uključena i razvoj odgovarajućih rješenja glavna je ideja nastavnog programa master programa „Nauka podataka“, stoga daleko nadilazi tradicionalne statistike i obradu baza podataka. Današnji naučnici podataka moraju holistički ispitati, kritički pregledati velike, ponekad vrlo heterogene izvore podataka, analizirati ih statistički metodama adekvatnim problemima, izvući relevantne informacije i pravilno interpretirati dobijene rezultate. Na tehničkom nivou, na kraju, ogromna količina podataka zahteva razumevanje i bavljenje velikim i često distribuiranim sistemima za čuvanje i obradu podataka. Razvoj sadržaja obuhvata širok spektar aktivnosti, od pronalaženja i organizovanja podataka do procene njihove kvalitete i istražnih podataka do modeliranja, analize i interpretacije, kao i pružanje jasne prezentacije rezultata. Nastavni plan i program MSc Data Science odražava ceo lanac procesa od sirovih podataka do informacija, od informacija do znanja i od znanja do donošenja informisanih odluka. Struktura Master programa

Master program Nauke o podacima sastoji se od 3 grupe modula za koje je planirano 83 ECTS bodova. Nadalje, 12 ECTS bodova dodeljeno je izborinim predmetima. Master rad se ocenjuje sa 20 ECTS kredita, master ispit sa 2 ECTS kredita i obavezna praksa sa 4 ECTS boda.

	ECTS
Bridging module	12
Data Science compulsory Module	46
Data Science elective Module	24
<i>Sum module groups</i>	82

Free electives	12
Master's thesis	20
Master's examination	2
Mandatory practice (2 weeks)	4
Total	120

Sadržaj modula

Premostni modul Postoje tri različita tipa premošćivanja modula: BM1 za studente matematike, BM2 za studente računarske nauke i BM3 za studente svih ostalih oblasti.

Premostni modul 1 (za studente matematike)

	ECT S	I	II	III	IV
Introduction to Data Science	1	1			
Introduction to Computer Science	2	2			
Algorithms and Data Structures	4		4		
Algorithms and Data Structures - Hands-On	4		4		
Data Engineering	2		2		
Data Engineering - Hands-On	2		2		
Object-oriented Programming	2		2		
Advanced Data Engineering	2			2	
Advanced Data Engineering - Hands-On	2			2	

Premostni modul 2 (za studente informatike)

	ECT S	I	II	III	IV
Introduction to Data Science	1	1			

Statistics	2	2			
Statistics - Lab	2	2			
Probability Theory	4		4		
Probability Theory - Lab	3		3		
Mathematical Statistics	3			3	
Mathematical Statistics - Lab	2			2	
Applied Statistics	3		3		

Premostni modul 3 (opšti)

	ECTS	I	II	III	IV
Introduction to Data Science	1	1			
Introduction to Computer Science	2	2			
Algorithms and Data Structures	4		4		
Algorithms and Data Structures - Hands-On	4		4		
Data Engineering	2		2		
Data Engineering - Hands-On	2		2		
Object-oriented Programming	2		2		
Advanced Data Engineering	2			2	
Advanced Data Engineering - Hands-On	2			2	
Statistics	2	2			
Statistics - Lab	2	2			
Probability Theory	4		4		
Probability Theory - Lab	3		3		
Mathematical Statistics	3			3	
Mathematical Statistics - Lab	2			2	
Applied Statistics	3		3		

Obavezni modl nauke o podacima

Module Statistical Methods	ECTS	I	II	III	IV
Statistics, Visualization and More Using R	4		4		
Computational Statistics	3			3	
Computational Statistics - Lab	3			3	

Module Databases	ECTS	I	II	III	IV
Database Masterclass	2			2	
Database Masterclass - Lab	3			3	
NoSQL Databases	2				2
NoSQL Databases	3				3

Module Knowledge Discovery	ECTS	I	II	III	IV
Machine Learning	2		2		
Machine Learning - Lab	3		3		
Pattern Recognition	2		2		
Pattern Recognition - Lab	3			3	
Data Mining	3			3	

Module Statistical Practice and Case Studies	ECTS	I	II	III	IV
Case Studies	4			4	
Interpreting and Presenting Statistical Analyses	4			4	

Module Law, Ethics, and Methodology of Science	ECTS	I	II	III	IV
Scientific Methods	4	4			
Quality of social data	4	4			
Data and Identity	2		2		

Izborni modul Nauke o podacima

Potrebno je izabrati minimum 2 modula - 12 ECTS je potrebno da se završi jedan modul.

Advanced Statistical Methods and Econometrics	ECTS	I	II	III	IV
Econometrics	2			2	
Econometrics - Lab	4			4	
Multi-variate Statistics Masterclass	2				2
Multi-variate Statistics Masterclass - Lab	4				4

Advanced Computer Science	ECTS	I	II	III	IV
Advanced Algorithms	2		2		
Advanced Algorithms - Lab	4		4		
Distributed Systems	2			2	
Distributed Systems - Lab	4			4	

Parallel Programming	ECTS	I	II	III	IV
Parallel Algorithms	2	2			
Parallel Algorithms - Lab	4	4			

Parallel Programming	2			2	
Parallel Programming - Lab	4			4	

Image Processing and Computer Vision	ECTS	I	II	III	IV
Image Processing and Imaging	2	2			
Image Processing and Imaging - Lab	4	4			
Computer Vision	2			2	
Computer Vision - Lab	4			4	

Philosophy of Science	ECTS	I	II	III	IV
Philosophy of Science	2			2	
Philosophy of Science - Seminar	4				4
Logic I: Propositional Logic	3			3	
Logic II: Predicate Logic	3				3

Empirical Social Science & Research	ECTS	I	II	III	IV
Social science research methods	4	4			
Social science methodology	4		4		
Quantitative research methods	4			4	

Numerical Mathematics and Optimization	ECTS	I	II	III	IV
Scientific Computing	3			3	
Numerical Mathematics	3			3	
Optimization	2				2

Optimization - Lab	4				4
--------------------	---	--	--	--	---

Rezultati učenja

Modul – Statistički metodi

Studenti mogu da analiziraju podatke opisno uz pomoć statističkog softvera R i da grafički obrađuju rezultate, kao i da izvuku dopuštene zaključke iz podataka. Studenti razumeju ristup statistici, mogu pravilno interpretirati greške prve i druge vrste, kao i p-vrednosti i intervale pouzdanosti, i razumeju mogućnosti i ograničenja predstavljenih metoda. Studenti imaju dobar pregled osnovnih regresijskih tehnika, sposobni su da odaberu parametrijske i neparametarske metode da odgovaraju problemu, procene kvalitet ugrađenih modela i primene tehnike na stvarne i simulirane podatke koristeći statistički softver R. Na opštem nivou, studenti su u mogućnosti da koriste odgovarajuću naučnu terminologiju statistike.

Modul – Baze podataka

Poznavanje naprednih tehnika za čuvanje, upravljanje i pronalaženje podataka, kritičko razumevanje problema velikih količina podataka i složenih upita, kao i pregled stanja tehnike i aktuelnih izazova u oblasti baza podataka. Sposobnost dizajniranja inovativnih sistema za upravljanje podacima i za odabir i profesionalnu upotrebu postojećih sistema. Procena sistema za upravljanje podacima u pogledu njihovih mogućnosti i ograničenja za posebne potrebe, procena uticaja naprednih sistema za upravljanje podacima na razvoj računara, novih usluga i organizacionu strukturu preduzeća.

Modul – Otkrivanje znanja

Poznavanje naprednih tehnika u oblasti prepoznavanja obrazaca i mašinskog učenja, posebno njihovih teorijskih osnova, kao i izvođenje efikasnih algoritama u ovim oblastima. Znanje o važnim bibliotekama i softverskim sistemima u ovim oblastima. Sposobnost primjene stečenih znanja na analizu postojećih algoritama kao i na samostalnom razvoju softvera za rešavanje problema. Kompetentnost za izbor odgovarajućih biblioteka i / ili softverskih sistema za rešavanje praktičnih problema uz minimalne napore za samoprimeru. Procena praktičnih problema u oblasti mašinskog učenja, prepoznavanje obrazaca kao i vađenje podataka u pogledu njihove obradivosti u algoritamskom i softversko-tehničkom pogledu. Sposobnost procene računarske složenosti i izbora odgovarajućeg hardvera.

Modul – Statistička praksa i studije slučaja

Studenti su u stanju da analiziraju stvarne podatke u smislu obnovljivih naučnih istraživanja uz pomoć statističkog softvera R, da provere jasno formulisane hipoteze i da procene dobijene rezultate pre i izvan predmeta pred specijalizovanom publikom na engleskom jeziku da predstavljaju tačno i razumljivo. Na osnovu sopstvene analize, studenti stječu iskustvo u prikupljanju i pripremi podataka, opisnoj i inferencijalnoj analizi, prilagođavanju modela i evaluaciji, upotrebi baza podataka i softvera, kao i prezentaciji i interpretaciji rezultata,

upoznati su sa odgovarajućim standardima i odgovarajućim pristupi rešavanju problema. Studenti mogu reprodukovati simulacijske studije objavljene u originalnim člancima u stručnim časopisima i pregledati tvrdnju o performansama. Na opštem nivou, studenti su u stanju da saopšte statističke nalaze stručnoj publici, kao i korisnicima ili široj javnosti, koristeći odgovarajuću naučnu terminologiju.

Modul - Pravo, etika i metodologija naučnog istraživanja Methodology of Science

Studenti se upoznaju sa relevantnim uslovima za bavljenje podacima u skladu sa naučnim standardima u pogledu zakonskih propisa, etičkih standarda kao i naučnih i metodoloških osnova. Oni mogu to znanje povezati sa konkretnim pitanjima ili podacima. Na taj način mogu prepoznati bilo kakve konflikte ili poteškoće u radu sa podacima koji mogu proizaći iz navedenih uslova.

Diplomska škola iz računarske nauke i matematičkog inženjerstva (EISTI, Francuska)

Master program naprednog istraživanja podataka, analitike podataka i optimizacije (ADEO)

Program M1

M1 daje potrebne osnove iz računarske nauke i matematike za M2; Uz osnove, studenti će steći neophodne veštine upravljanja projektima. Prvu godinu karakteriše veliki broj timskih projekata.

M1 je podeljen na dva semestra. Svaki semestar sadrži 30 ECTS.

Table 4.1

Semester 1			
Skills	Courses	Hours	ECTS
Mathematics for Computer science	Inferential Statistics	42	12
	Partial Differential Equations and Finite Differences	30	
	Operational Research: Linear Optimization	21	
	Graph Theory and Combinatorial Optimization	21	
	Complexity and Decidability Theories	15	
Software and Architecture	Python applied to Data Science	21	10
	Object-Oriented Modeling (OOM) with UML	30	
	Object-Oriented Design and Programming with Java	30	
	Relational Database: Modeling and Design	30	
Engineering science	Signal & Information Theory	21	2
Foreign language	PPP: Personalized Professional Project	9	6
	FFL: French and Foreign languages	30	

Total M1: Semester 1	300	30
----------------------	-----	----

Table 4.2

Semester 2			
Skills	Courses	Hours	ECTS
Data exploration	Introduction to Machine learning	24	7
	Forecasting models 1	30	
	Data analysis	21	
Mathematics for Computer Science	Deterministic and Stochastic Optimization	27	5
	Simulation and Stochastic Process	27	
<i>Software and Architecture</i>	Advanced database 1 (Administration, Index, Optimization)	21	9
	Architecture and Network Programming	30	
	Parallel and Distributed Programming	30	
Engineering science	Signal & Information application	30	3
Research	Research workshop	6	4
	Project	30	
Foreign language	FFL: French and Foreign languages	18	2
Total M1 : Semester 2		300	30

Program M2

M2 je načinjen po uzoru na M1, s tim da se radi na višem nivo ekspertize. Studentima pružamo profesionalne veštine u modeliranju, dizajniranju i primeni računarske arhitekture, vađenju podataka i optimizaciji.

M2 je podeljen na dva semestra. Prvi sačinjava ukupno 30 ECTS. Drugi semestar podeljen je u dva dela: Prvi deo predmeta vredi 12 ECTS, a drugi deo se sastoji od master rada sa 9 ECTS i prakse sa 9 ECTS.

Table 4.3

Semester 1			
Skills	Courses	Hours	ECTS
Computer technologies	Machine learning with Scala	21	10
	Advanced data base 2 (PLSQL, Transaction, Distributed Database)	21	
	NoSQL	21	
	Dynamic web application (JEE)	21	
Data exploration	Data mining approach (Time series, logistic regression, Bagging Boosting, Random forest, Neural network)	21	7
	Semantic web and Ontology	21	
	Social Network Analysis	15	
Business Intelligent	Advanced BI & Data Visualization	24	3
Operations Research	SAS Analysis	12	7
	Forecasting models 2	33	
	Heuristics & AI	27h	
Foreign language & HR	FFL: French and Foreign Languages	26	3
	PPP: Personalized Professional Project	15	

Total M2: Semester 1	278	30
----------------------	-----	----

Table 4.4

Semester 2			
Skills	Courses	Hours	ECTS
Data exploration	Elastic search Kibana	15	3
	Text Mining and natural language	18	
	Deep learning (Convolutional Neural Network, Tensorflow, Keras,..)	12	
Operations Research	Supply Chain	18	4
	Constraint programming	18	
	Multi-objective optimization	18	
	Game theory	10	
Software and Architecture	Big data and Advanced Analytics	42	4
Foreign language	FFL: French and Foreign languages	21	1
Total courses in M2		157	12
Personal work	Master thesis		9
	Internship (22 weeks minimum)		9
Total M2 : Semester 2			30

a. Inferencijalna statistika

i. Ciljevi modula

Cilj ovog kursa je predstaviti principe i tehničke alate inferencijalne statistike. Tačnije, student će na kraju predavanja moći da analizira numeričke podatke u velikim količinama radi zaključivanja. Proučavamo uobičajene metode procene i testove.

Uvedene tehnike su ilustrovane tokom niza tutorijala pomoću EXCELL-a.

ii. *Detaljan prikaz tema*

- Repetitorijum verovatnoće.
- Konvergencija
 - Procena
 - Testiranje hipoteza
 - Interval poverenja
 - Testiranje varijanse
 - Testovi komparacije
 - Hi kvadrat testovi

iii. References

Arnold O. Allen « Probability Statistics and Queuing theory with Computer Science Applications» (Academic Press 1990)

Eva Cantoni, Philippe Huber, Elvezio Ronchetti : Maîtriser l'aléatoire, Springer, 2006

Kandethody M.Ramachandran, Chris P.Tsokos : Mathematical Statistics with Applications, Elsevier, 2009

George G. Roussas : A Course in Mathematical Statistics, Academic Press, 1977

G.Saporta, Probabilités Analyse des données et statistique, Editions TECHNIP

Polycopy text Tutorial By M.Manolessou

iv. Web sajтови

<http://siba-ese.unisalento.it/index.php/ejasa/index> : free access web site “Electronic Journal of Applied Statistical Analysis”

<http://interstat.statjournals.net/> : free access web site “InterStat”

<http://www.jds-online.com/> : free access web site “Journal of Data Science”

<http://tbf.coe.wayne.edu/jmasm/> : free access web site “JOURNAL OF MODERN APPLIED STATISTICAL METHODS”

<http://www.jstatsoft.org/> : free access web site “Journal of Statistical Software”

<http://www.i-journals.org/ss/index.php> : free access web site “Statistics Surveys”

b. Analiza podataka

i. Ciljevi modula

U deskriptivnoj statistici, populacija se proučava na osnovu jedne ili dve varijable. Analiza podataka ili višedimenzionalna analiza podataka je logičan nastavak sa više varijabli deskriptivne statistike. Ovaj kurs je prvi pristup različitim višedimenzionalnim analizama. Raspravljamo o tri vrste problema: deskriptivna analiza, obrazložni model i klasifikacija. SAS softver koristiće se za analizu podataka. Na kraju kursa, studenti će biti sposobni da:

- identifikuju tehniku za rešavanje problema
- pripreme skupove podataka za pokretanje odabranog odgovarajućeg tehničkog programa
- interpretiraju rezultate koje pruža softver.

Analize se vrše primenom EXCELa.

ii. Detaljan prikaz tema

Osnovni principi faktorske analize

Analiza varijanse

Linearna regresija

Višestruka linearna regresija

Korelaciona analiza

Nelinearna regresija sa transformisanim varijablama

Analiza glavnih komponenti

Analiza korespondencije

iii. References

Arnold O. Allen « Probability Statistics and Queuing theory with Computer Science Applications» (Academic Press 1990)

Michel Volle Analyse des données Economica

G.Saporta, Probabilités Analyse des données et statistique, Editions TECHNIP

Lawley, D.N., Maxwell, A.E., Factor Analysis as a Statistical Method, Butterworths Mathematical Texts, England, 1963.

Mardia, K.V., Kent, J.T., Bibby, J.M., Multivariate Analysis, Academic Press, London 1979.

Polycopy text Tutorial by M.Manolessou

c. Uvod u data mining

i. Ciljevi modula

Ovaj uvodni kurs za rudarenje podataka omogućava studentima da pristupe problemu i primeni podataka. Takođe omogućava proučavanje nekoliko modela i njihove primenljivosti na različitim vrstama podataka.

iii. Detaljni prikaz tema

1. Data Mining oblasti, Data Mining Proces, Data Mining zadaci, Priroda podataka i atributa
2. Mašinsko učenje
3. Poređenje metoda
4. Supervised metode mašinskog učenja:
Drvo odlučivanja
Neuronske mreže
5. Apriori i AprioriTid algoritmi
6. Komparativna studija i diskusija

iv. References

Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, and R. Uthurusamy. *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, AAAI/MIT Press, 1996.

Ian H. Witten; Eibe Frank *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*, 2nd Edition. Morgan Kaufmann, 2005.

Matematičke metode za informatiku

a. Simulacija i stohastički procesi

i. Ciljevi modula

Ovaj kurs ima za cilj da prouči svojstva stohastičkih procesa koristeći simulaciju slučajnih promenljivih. Stoga je snažno orijentisan na praktične probleme, čak i ako se razmatraju osnovni koncepti i svojstva

ii. Detalajn prikaz tema

Simulacija i verovatnoća

Generator slučajnih brojeva

Simulacioni eksperimenti

Zakoni simulacije

Diskretna distribucija

Stohastički procesi

Definicije

Trajektorije i stanja stohastičkih procesa

Karakteristike procesa

Markovljevi lanci

Definicije

Stanja

Konvergencija

Beli šum

Definicija

Simulacija i varijacija

Brownian kretanje

Definicija

Simulacija: normalizacija putem slučajnog hoda

Simulacija: Euler slučajni metod

Validacija, testiranje normalnosti

Poasonov proces

iii. Literatura

- Markov models and algorithms, Bernard Ycart, Ed Springer-SMAI

b. Operaciona istraživanja: Linearna optimizacija

i. Ciljevi modula

Na ovom kursu savladavaju se metode linearne optimizacije i primenjuju se.

ii. Detaljne teme

1. Linearna optimizacija (a) klasični simpleks metod,

2. Dualitet

3. Celobrojno programiranje

4-5. Dinamičko programiranje

6-7. Transport

iii. Literatura

G.DANTZIG ``Linear programming and Extensions''Princeton, N.J.Princeton, University Press, 1963

R.FAURE ``Précis de Recherche Opérationnelle ", Dunod (Paris 1979)

S.GASS ``Linear Programming: Methods and Applications 5th edition New York :
Mc Graw-Hill 1985

(Cours de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris)

C. PAPADIMITRIOU and K.STEIGLITZ ``Combinatorial Optimization: Algorithms and
Complexity" Englewood Cliffs , N.J. Prentice-Hall 1982

b. Deterministička i stohastička optimizacija

i. Ciljevi modula

Na ovom kursu se obrađuju nelinearne metode optimizacije, determinističke, stohastičke
metode i heurističke metode.

ii. Detaljne teme

Deterministički metodi:

Gradient

Gradient sa optimalnim korakom

Conjugate Gradient

Njutnov metod

Metod projekcije

Metod sa penalima

Metod sa pamćenjem

Stohastički metodi :

Tabu pretraživanje

Simulacija

Genetski algoritmi

iii. Literatura

- C. PAPADIMITRIOU and K.STEIGLITZ "Combinatorial Optimization:
Algorithms and Complexity" (Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall 1982)

- A. W. TUCKER Recent advances in Mathematical Programming (Mc GRAW-HILL, New York) W.L.WINSTON " Operations Research: Applications and Algorithms" (PWS-KENT 1991)
- I. GALEEV "Optimisation" (Science, Moscou, 2006)
- A. BJORCK "Numerical methods for least square problems" (SIAM, 1996)
- J-B. HIRIART-URRUTY, C. LEMARECHAL "Convex Analysis and Minimization Algorithms" (Springer, 1993)
- D.G.LUENBERGER " Linear and Nonlinear Programming" (Addison-Wesley, 1984)
- J. NOCEDAL, S.J. WRIGHT" Numerical Optimisation" (Springer)

c. Teorija grafova i kombinatorna optimizacija

i. Ciljevi modula

Uvod u teoriju grafova i slične algoritme.

ii. Detaljni prikaz tema

- Teorija grafova
- Algoritmi: Prim, Kruskal, Dijkstra, Bellman-Ford,

iii. Literatura

- Combinatorics and graph theory, Jean Harris, Springer Verlag, 2008.
- Modern graph theory, Bema Bollobas, Springer-Verlag New York Inc., 1st ed. 1998.
- Graph theory with applications, J.A. Bondy and U.S.R. Murty, Université of Waterloo Canada.

d. Teorije složenosti i odlučivanja

i. Ciljevi modula

Uvod u teoriju odlučivanja i pružanje osnove studentima o načinu rešavanja problema.

Detaljan prikaz tema

- Turingova mašina;
- Formalni jezici;
- Mogućnost odlučivanja;
- Neodređeni problemi;
- Halting problem;
- Klase složenosti;
- P i NP;
- NP kompletni problemi.

iii. Literatura

- Computational complexity, C. H. Papadimitriou Addison-Wesley, 1994.
- Michael Sipser, Introduction to the Theory of Computation, Second Edition, Course Technology, 2005.

e. Parcijalne diferencijalne jednačine i konačni diferencijali

i. Ciljevi modula

Na ovom kursu će se savladati:

- Numeričke i analitičke metode za rešavanje problema iz različitih oblasti mehanike, telekomunikacija, biologije, medicine, industrije, finansija...Ovi problemi su prikazani preko EDP.
- Različiti pristupu PDE, stabilnost i konvergencija diskretnih jednačina. Poređenje analitičkih i numeričkih rešenja

ii. Detaljan prikaz tema

Kurs 1. Matematičko modeliranje i diferencijalne jednačine

Kurs 2. Diferencijalne jednačine

Kurs 3. Principi konačnog diferencijalnog metoda PEDs

- Mesh
- Taylor formula
- Diskretizacija derivata

Kurs 4. Osnovne strategije u pristupu diskretizacije

- Eksplicitni Euler metodi
- Implicitni metodi Crank -Nicolson

Kurs 5. Granični uslovi

- Dirichlet granični uslovi
- Neumann granični uslovi
- Periodični granični uslovi

Kurs 6. Šeme za nekoliko privremenih nivoa

Kurs 7. Jednačine parabole

- Thomasov algoritam
- Numeričko rešenje jednačine Crank-Nicolson. Implementacija.

Kurs 8. Konzistencija, Stabilnost. Konvergencija. Lax teorema

Kurs 9 Jednačine elipse

- Diskretizacija graničnih islova
- Jacobi i Gauss-Seidel iterativne metode
- Diskretizacija i implementacija

Kurs 10 Hiperbolične jednačine

- Upwind šema
- Lax-Friedrichs šema
- Lax-Wendroff šema
- Leap-Frog šema

- Crank-Nicolson šema

Kurs 11. Numeričko rešenje dvodimenzionalne jednačine grejanja

Kurs 12. Nelinearni PED

- Numeričko rešenje jednodimenzionalne Burgers jednačine
- Mac-Cormack metod
- Crank-Nicolson metod
- Numeričko rešenje Korteweg de Vries jednačine
- Numeričko rešenje Sine-Gordon jednačine
- Furijeova analiza PEDa

iii. Literatura

- H. M. Antia, Numerical Methodes for Scietists and Engineers. Birkhauser.
- M. Rappaz, M. Bellet, M. Deville, Numerical Modeling in Material Science and Engineering. Springer
- J.W. Thomas, Numerical Partial Differential Equations
- W.F. Ames, Numerical Methods for Partial Differential Equations, Nelson and Sons LTD. London, 1969
- G.D. Smith, Numerical solution of PDE : Fintite difference methods,Clarendon Press, Oxford, 1978
- J.H. Ferziger and M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer, 1996.
- W. Press, S. Teokolsky, W. Vetterling, Brian P. Flannery. Numerical Recipes. The art of Scientific Computing. Cambridge University Press. 2011.
- N. Giorgano, H. Nakanishi. Computational Physics. Pearson, Pearson Hall, 2009

Inženjerska nauka

a. Signali i sistemi

i. Ciljevi modula

Sticanje osnovnih znanja o procesiranju signala i teoriji sistema.

ii. Detaljan prikaz tema

Vremenska prezentacija signala

Vremenska prezentacija sistema

Frekvenca signala.

Frekvenca sistema

Uzorkovanje - Interpolacija - Kvantizacija.

Linearno filtriranje. Analiza i sinteza digitalnih filtera.

iii. Literatura

F. de Coulon : " Théorie et traitement des signaux " Dunod

P. Duvaut " Traitement du signal " Hermès

M. Kunt " Traitement numérique des signaux " Dunod

J. Max " Méthodes et techniques de traitement du signal " Masson

A.V. Oppenheim " Applications of digital signal processing " Prentice-Hall

A.V. Oppenheim / R.W. Schafer " Digital signal processing " Prentice-Hall

A.V. Oppenheim / A.S. Willsky / Y.T. Young " Signals and systems " Prentice-Hall

Papoulis " Signal analysis " McGraw-Hill

M. Rivoire / J.L. Ferrier " Automatique " Eyrolles

Y. Thomas " Signaux & systèmes linéaires " Masson

b. Procesiranje signala

i. Ciljevi modula

Upoznati se sa postupkom dizajna alata za aplikacije za obradu signala u oblasti obrade informacija.

ii. Detaljan prikaz tema

1. Mathcad alat za simulaciju.

2. Slučajni signali. Autokovarijansa. Ergodicity

Prenošenje slučajnih signala u linearni sistem. Proces generisanja slučajnih signala:

Filteri prvog reda. Generisanje procesa: MA, AR, ARMA

3. Sinteza signala. AR, MA, ARMA modeli. Beli šum

4. Karakterizacija (Analiza – transformisanje frekvencija)

• Cepstral analiza. Spectral analiza. Talasi. Procena korelacije

• DSP procena : periodogram, korelogram, iz AR modela signala.

5. Kondicioniranje signala. Denoising

Preaccentuation. Desaccentuation. Denoising.

6. Transmisija

Kodiranje. Izjednačavanje. Adaptivno filtriranje

7. Linearno predviđanje kodiranja

Linearno predviđanje kodiranja. Kompresija gubitka

8. Optimalno filtriranje

Metod najmanjih kvadrata. RLS.

9. & 10. Projekat

iii. Literatura

F. Auger“ Introduction to the signal theory ” Technip

Arhitektura i softver

a. Objektno orijentisano modeliranje sa UML

iii. Ciljevi modula

Ovaj kurs je namenjen učenju programa modeliranja i dizajna koristeći objektni pristup. Jezik koji se koristi je UML. Svrha ovog kursa je:

- Savladavanje metodologije razvoja softvera
- Naučiti kako dizajnirati objekte u svrhu ponovne upotrebe.

i. Detaljan prikaz tema

Modeliranje: kako i zašto

Šta je UML?);

Relacije, class dijagrami ;

Poboljšavanje modela sa O.C.L;

Kada se koji deo softvera koristi i kako ? use-case dijagram

Ko šta radi i kojim redosledom ? Scenario

Šta je stanje objekta ? Dijagram stanja

Objektno orijentisani dizajn

Interfejs

Uvod u šeme dizajniranja

iii. Literatura

Object-Oriented Analysis and Design with Applications, 3/E ; Grady Booch, Robert A. Maksimchuk, Michael W. Engel, Bobbi J. Young, Ph.D. Jim Conallen, Kelli A. Houston ; Addison-Wesley ; 2007

Designs Patterns - Elements of Reusable Object-Oriented Software ; Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides ; Addison Wesley

Object Management Group (OMG) : <http://www.omg.org>

b. Objektno orijentisani dizajni i programiranje u Javi

i. Ciljevi modula

Ovaj kurs uključuje učenje objektno orijentisanog programiranja sa jezikom Java i uvođenje nekih obrazaca dizajna.

ii. Detaljan prikaz tema

Paradigme programa

Klase i članovi objekta

UML Mapiranje udruženja

Članovi klase i nasledstvo

Paketi Interfejsi – Eclipse

Zbirke Izuzeci

Ulaz / izlaz - datoteke i protok

Generički program

Popisi - Napomene

iii. Literatura

Java in a Nutshell ; David Flanagan ; O'Reilly

<http://java.sun.com>

JavaDoc JRE 1.6 et 1.7

<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html#docs>

c. Modeliranje i dizajn relacionih baza podataka

i. Ciljevi modula

Baze podataka su sada centralni element velike većine informacionih sistema, rešavajući snažan i efikasan način dugoročnog čuvanja složenih i opsežnih podataka. Baze podataka mogu se takođe smatrati sistemom preklapanja datoteka kako bi se osigurao optimalan i efikasan način čuvanja i naročito pristup tim podacima. Ovaj kurs u početku uvodi koncept baza podataka i pruža prve veštine u modeliranju, dizajniranju, rukovanju i upotrebi modela podataka. Zatim prelazimo na naprednije koncepte: optimalna primena tretmana u DBMS-u

dizajn distribuiranih baza podataka, upravljanje sigurnošću kroz uloge, optimizacija upita na velikim količinama podataka ..

ii. Detaljan prikaz podataka

Osnovni koncepti

Entity-Relationship Model (konceptualni model podataka, logički model podataka i normalizacija) : 2 predavanja

SQL definisanje podataka : 1 predavanje

SQL manipulacija podataka : 4 predavanja

Sadržaj i prilaz : 1 predavanje

Transakcija : 1 predavanje

c. Napredne baze podataka

i. Ciljevi modula

Nakon prvog kursa o uvođenju u bazu podataka, prelazimo na naprednije koncepte: optimalna primena tretmana u DBMS-u PLSKL dizajn distribuiranih baza podataka, upravljanje sigurnošću kroz uloge,

ii. Detaljan prikaz tema

Napredni koncepti procesiranja baza podataka

Jezik PL/SQL

Okidači

Procedure, funkcije i paketi

Distirubutivne baze podataka

Koncept : single MCD i multiple MLD

različite vrste fragmentacije: horizontalna, vertikalna i mešovita

Rekonstrukcija

Materijalizacija

Povezivanje baze podataka

Pravila u bazi podataka (pravila primene, privilegija)

iii. Literatura

Oracle PL/SQL Programming de Steven Feuerstein et Bill Pribyl chez O'Reilly

d. Arhitektura i mrežno programiranje

i. Ciljevi modula

Otkrivanje i upoznavanje sa konceptima i tehnikama mreža. Prvi deo dovodi do razvoja na Javi, drugi deo može da se razvije u C. Predstavljamo programiranje R.M.I. (Java) koja se široko koristi u paralelnom računanju ..

ii. Detaljan prikaz tema

Mrežno programiranje

TCP implementacija u JAVA programskom jeziku

UDP implementacija u JAVA programskom jeziku

http implementacija u JAVA programskom jeziku

Proxy i firewall

R.M.I. technics u JAVA programskom jeziku

Administriranje mrežnog protokola

iii. Literatura

TCP/IP: architecture, protocoles, applications. : Douglas Comer : InterEditions 1992

e. Paralelno programiranje

i. Ciljevi modula

- Uvesti opšte tehnike i specifične algoritme paralelnog i distribuiranog računanja

. - Otkrijte nove koncepte povezane sa računarom u oblaku.

ii. Detaljan prikaz tema

Osnovni koncepti

Multithreading programiranje u Java programskom jeziku

Multiprocessing programiranje u Java programskom jeziku

Pregled nezavisnosti lukova

Limitiranje pretnji

Različiti modeli paralelizacije

Taxonomija Flynn

Složenost i Amdhal zakon

OpenMp

MPI

iii. Literatura

- OpenMP official web site <http://www.openmp.org>

Projektni menadžment

a. V Model i AGILE Metodi

i. Ciljevi modula

Cilj kursa je objasniti dve glavne metode upravljanja projektima koje se danas koriste u projektima razvoja softvera: V ciklus i metodologije AGILE.

ii. Detaljan prikaz tema

Od V modela do "Agile" metoda

SCRUM

XP

Kanban

iii. Literatura

Extreme programming pocket guide

Agiles services and processes: Thierry Chamfrault et Claude Durand

Balancing Agility and Discipline de Guide for the PerplexedDe Barry Boehm et Richard Turner chez Addison Wesley

Scrum : le guide pratique de la méthode agile la plus populaire de Claude Aubry chez Dunod

FLE za početnike

a. FLE

i. Cilejvi modula

Dosegnite nivo koji omogućava dobru komunikaciju u svakodnevnom životu (akademski i profesionalni život).

ii. Detaljan prikaz tema

Francuski svaki dan. Otkrijte ključne aspekte francuske kulture kako biste olakšali integraciju. Rad sa tekstovima i audio-vizuelnim materijalima Koristite jezik iz svojih ličnih iskustava na terenu. Dostizanje opšteg vokabulara koji se odnosio na život u školi. Sistematski se stiče sa spotovima koji odražavaju četiri veštine. Godina je naglašena testovima nivoa da bi se nadgledao nesmetan napredak učenika.

Istraživanje

a. Planiranje istraživanja

i. Ciljevi modula

Cilj ovog modula je upoznavanje sa metodologijama za analizu naučnih radova. To omogućava studentu da se pripremi za završeni istraživački projekat.

ii. Detaljan prikaz tema

Student će odabrati jedan rad i izneće naučnu kritiku kao da je recenzent:

Predstaviti probleme autora

Kako autori modeliraju svoje probleme

Metode koje su odabrali autori za rešavanje svojih problema

Kako su autori interpretirali svoje rezultate

Da li su predstavili perspektive svog rada?

Bibliografija je skorašnja? dobro prilagođen njihovim studijama? itd ...

b. Projekat i završno istraživanje

i. Ciljevi modula

Cilj ovog modula je suočiti studente sa velikim projektom u uslovima rada na radnom mestu. To je razvoj softvera za podršku odlučivanju oko problematike Big DATA. Na kraju ovog projekta studenti će imati stvarno iskustvo IT projekta: u upravljanju projektima u upravljanju projektima; u testiranju jedinice i testiranju integracije; u upravljanju projektima

Program M2

M2 se, poput M1, zasniva na tri stuba glavnog zapovjednika, osim na višem nivou stručnosti. Da bismo obučili stručnjake iz naše oblasti, studentima pružamo profesionalne veštine u modeliranju, dizajniranju i primeni računarske arhitekture, vađenju podataka i optimizaciji. M2 je podeljen na dva semestra. Prva sačinjava ukupno 30 ECTS. Drugi semestar podijeljen je u dva dijela: Prvi dio predmeta vredi 12 ECTS, a drugi dio se sastoji od magistarskog rada sa 9 ECTS i stažiranja sa 9 ECTS.

Informatika

a. Cloud Computing i NOSQL

i. Ciljevi modula

Cilj ovog modula je da studenti razumeju pitanja i izazove oko NOSQL tehnologije i razne nadležnosti i primene određenih tehnologija u poslovnom kontekstu. Ovaj kurs je uvod u Cloud Computing. Na ovom kursu studenti mogu naučiti kako na najbolji način iskoristiti Cloud Computing u informacionim sistemima.

ii. Detaljan prikaz tema

Pregled Cloud Computing, Izvor i definicije, Prednosti i nedostaci

Tipovi Cloud: SaaS, PaaS, IaaS

Poznati Cloud Operators na tržištu: Google Apps, Chrome OS, Amazon Web Services, Windows Azure coupled with Visual Studio 2010, Sales Force

Storage paradigm: Oriented column, Oriented Key/Value, Oriented document, Oriented graph

Case Study, Engine and Google Big Table: The column-oriented model, the data structure dynamic, MongoDB and BSON, the contribution of the paper-oriented organization

iii. Literatura

Cloud Computing Journal: <http://cloudcomputing.sys-con.com/>

Cloud Times: <http://cloudtimes.org/>

Computer World: <http://www.computerworld.com/s/topic/158/Cloud+Computing>

Cloud Computing for beginners: <http://dwachira.hubpages.com/hub/What-is-cloud-computing-A-beginners-approach>

b. Java EE

i. Ciljevi modula

Ovaj modul predstavlja uvod u specifičnosti Java EE. Cilj je da studente upozna sa razvojem veb aplikacija zasnovanim na robusnoj objektno orijentisanoj arhitekturi. Za definicije ključnih koncepata i tehnika student može pogledati rečnik.

ii. Detaljan prikaz tema

Uvod u Java EE okruženje

Servlet (Facade Pattern)

JSP

MVC Architecture applied to a Java EE (Pattern MVC) project

JavaBeans and Scopes

EL / JSTL (2 slots)

Cookies

iii. Literatura

Core Servlets and Javasever Pages: Core Technologies, Marty Hall and Larry Brown, Prentice Hall PTR, 2003

Head First Servlets and JSP, Bryan Basham, Kathy Sierra and Bert Bates, O'Reilly, 2004

Napredni BI i DataViz

a. BI i Vizualizacija podataka

i. Ciljevi modula

Ovaj kurs pomaže studentima da dobro razumeju BI arhitekturu, trenutne trendove, BI rešenja sa primerima, ograničenja BI-a, važnost otkrivanja podataka i vizualizaciju podataka o samoposluživanju, izbor pravog grafikona i dobiju ruku sa najmodernijim alatima za vizuelizaciju podataka sa praktičnim vežbe.

ii. Detaljan prikaz tema

Ovaj kurs u prvom redu uvodi koncept odlučivanja putem lanca odluka. Na kraju ovog predmeta, studenti moraju razumeti fundamentalne razlike između operativnih i odluka stavova unutar funkcionalne arhitekture. Nakon tečaja donošenja odluka, učimo studente da efikasno primenjuju lanac odluka uvodeći ih u tri osnovna koraka i njihove alate: Ekstrakcija, transformacija i opterećenje (ETL) Reprezentacija u kocki (OLAP) Izveštavanje

Predavanje 1– BI teorija

Uvod u poslovnu inteligenciju, analitiku i trendove na BI tržištu, BI arhitekturu, BI rešenja, dizajn BI modela, ograničenja BI alata, važnost otkrivanja podataka, izbor pravog grafikona i vizualizaciju podataka o samoposluživanju.

Donošenje odluka

Principi konstrukcije

Osnovni modeliranje

Family alati

Tehnike modeliranja

Aktuelni trendovi

Predavanje 2 - Napredni BI dizajn

Uvod u QlikSense i praktične vežbe, Uvod u Tableau, praktični primeri, Data warehousing, napredne baze podataka, data warehouse arhitektura, ETL najbolje prakse i ograničenja, i data management rešenja i ograničenja

Arhitektura BI

BI rešenja – primer SAP BI Suite Tools

BI dizajn modela

Limiti tradicionalnih BI alata

Uoc u otkrivanje podataka sa Qlik alatom

Predavanje 3 – Izveštavanje putem Qlik Sense

Predavanje 4 i 5 : Projekat

iii. Literatura

The Data Warehouse Lifecycle Toolkit (2nd ed.), Kimball Ralph, Margy Ross, Warren Thornthwaite, Joy Mundy, Bob Becker, 2008, Wiley

Mastering Data Warehouse Design Relational and Dimensional Techniques, Claudia Imhoff, Jonathan G. Geiger, Nicholas Gallemmo John

Students will receive the documentation of the various tools (Qlikview, essbase, Business Objects, etc.) with which they were trained.

Data Exploration

a. Mašinsko učenje i primena

i. Ciljevi modula

Ovaj kurs predstavlja detaljan pristup aplikacijama i oblastima koje se tiču kopanja podataka. Fokusirat ćemo se na nekoliko modela i način na koji se oni koriste u različitim vrstama podataka. Ovaj kurs se sastoji iz dva dela, teoretskog i aplikativnog dela. Teorijski deo pruža analitičku studiju simboličke statističke i konektivističke tehnike učenja. Praktični posao se vrši na Veki. Zatim će se proučavati uvod u pitanje „velikih podataka“ i paralelno vađenje podataka. Koriste se MapReduce i Mahout Framework.

ii. Detaljan prikaz tema

Drvo odlučivanja . Algorithms ID3 , C4.5 , Cart.

Bayesian mreže

Metode diskretizacije i izbor varijabli

Zakon Bajesove mreže

Struktura baze podataka

Problem predikcije i dijagnostike

Regresija

Bootstrap

Agregiranje

Primena

Random forest

Veštačke neuronske mreže

SVM

Neuronski modeli

Deep learning

iii. Literatura

Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, and R. Uthurusamy. Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI/MIT Press, 1996.

Ian H. Witten; Eibe Frank Data Mining: Practical machine learning tools and techniques, 2nd Edition. Morgan Kaufmann, 2005.

Sean Owen, Robin Anil, Ted Dunning, and Ellen Friedman. Mahout in Action. Manning Publications, 1 edition, January 2011.

b. Modeli predviđanja

ii. Ciljevi modula

The purpose of this course is the study of a sequence of numeric values representing the evolution of a quantity over time (temporal or time series). Such sequences of values can be expressed mathematically in order to analyze the behaviour, usually to understand the past and to predict future behaviour (short-term forecasting).

i. Detaljan prikaz tema

Uvod u vremenske serije

Modeli pokretnih proseka

Modeli eksponencijalnog ravnjanja

Trend

Holtiv i Wintersov model

Uticao sezona

Autokorelacija

AR, MA, ARMA and ARIMA models

Softver je EXCEL i SAS

iv. Literatura

Statistical Methods for Forecasting Bovas Abraham , Johannes Ledolter Publisher: Wiley

c. Semantičke mreže i ontologija

i. Ciljevi modula

Svrha ovog kursa je upoznavanje sa semantičkim mrežama i ontologijama i njihovom upotrebom u predstavljanju znanja na mreži kao i u pronalaženju informacija. Alati i okviri koji se koriste za praktični rad na ovom kursu su: Protégé, Jena and Altova (XMLSPY i SemanticWorks).

ii. Detaljan prikaz tema

Motivacija i definicije

Ontologija, teorijske pretpostavnke i konstrukcija

Tipovi ontologije: domen, primena, rezolucija

Prikaz ontologije, formaliza i jezici: XML, RDF, RDF(s) i OWL

Primena: SPARQL i DBPEDIA

Ontologija, indeksiranje i poravnanje

Primena: Amazon

iii. Literatura

G.Antoniou and F.V. Harmelen. A semantic web primer. MIT Press, Massachusetts Institute of Technology, 2004.

W3C Tutorials: www.w3.org/

d. Analiza društvenih mreža

i. Ciljevi modula

U mnogim kontekstima grafikoni se koriste za modeliranje složenih sistemskih interakcija; sada se često bavimo biološkim mrežama, društvenim mrežama, grafova, na primer, grafovima peer-to-peer razmene. Ovi grafikoni obično imaju netrivialna zajednička svojstva koja ih razlikuju od slučajnih grafova. Cilj ovog kursa je upoznavanje problema i tehnika analize i traženje ove vrste grafova. Oslanjamo se na jezik Python-a i NetworkKs1 biblioteku.

ii. Detaljan prikaz tema

Akteri grafičkog predstavljanja, odnosi i veze

Primer: Mali svet, Internet zajednice

Analiza društvenih mreža: stepen, blizina, prestiž, centralnost između, koeficijent klasteriranja, prečnik

Modeli i aplikacije za detekciju zajednica: algoritmi za podelu (Nevman), aglomerativni (Louvain)

Novi pristupi za otkrivanje zajednica: algoritmi zasnovani na vođi, genetski algoritmi
Detekcije višestranih grafova i zajednica

Predviđanja veza: Preporuka za filmove u dvostranom grafikonu, aplikacija: Filmski objektiv

Vizualizacija velikih grafova: softver Igraph

iii. Literatura

Du simple tracement des interactions à l'évaluation des rôles et des fonctions des membres d'une communauté en réseau: une proposition dérivée de l'analyse des réseaux sociaux, Mazzoni, ISDM – Information Sciences for Decision Making, 25, 2006, pp. 477-487 E

Social network analysis. Methods and applications, S. Wasserman, K. Faust, New York, Cambridge University Press, 1994

e. SAS Analitika & SAS Miner

i. Ciljevi modula

Naučite kako modifikovati podatke za bolje rezultate analize, izgraditi i razumeti prediktivne modele kao što su stabla odluka i regresioni modeli, uporediti i objasniti složene modele, generisati i koristiti ocenjivanje kodova, primeniti pridruživanje i otkrivanje redosleda na transakcijske podatke ili koristiti druge alate za modeliranje kao što su vladaju indukcijama, pojačanim gradijentom i podržavaju vektorske mašine.

ii. Detaljan prikaz tema

Uvod

Pristup i priprema podataka: kreiranje SAS Enterprise Miner projekta, biblioteka i dijagram, definisanje izvora podataka, istraživanje izvora podataka

Uvod u prediktivno modeliranje pomoću stabla odlučivanja

Uvod u prediktivno modeliranje pomoću regresije

Uvod u prediktivno modeliranje pomoću neuronskih mreža

Procena modela: statistika modelu, statistička grafika, prilagođavanje zasebnog uzorkovanja, profitne matrice.

Implementacija modela: interno oceneni skup podataka, analiza rezultata.

Uvod u uzorkovanje: analiza klastera, analiza tržišnih korpi (samostalna studija).

Posebna tema: ansambl modeli, varijabilni izbor, kategorička konsolidacija ulaza, surogat modeli, SAS Rapid Predictive Modeler.

Studije slučaja: segmentiranje istorijata transakcija sa klijentima, analiza povezanosti podataka web usluga, kreiranje jednostavnog modela kreditnog rizika iz podataka o potrošačkim kreditima, predviđanje upravljanja upisima na univerzitetu.

iii. Literatura

Herb Edelstein discusses the usefulness of data mining, A. Beck, 1997, DS Star. Vol. 1, No. 2. Available at www.tgc.com/dsstar/

SAS Institute Inc. 2002. SAS® 9 Procedures Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SAS Institute Inc. 2002. SAS/STAT® 9 User's Guide, Volumes 1, 2, and 3. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Computer Systems That Learn: Classification and Prediction Methods from Statistics, Neural Nets, Machine Learning, and Expert Systems, Weiss, S. M. and C. A. Kulikowski, 1991, San Mateo, CA, Morgan Kaufmann

f. Web Mining, Web Analitika

i. Ciljevi modula

Ovaj kurs uvodi problem web mininga i njegov odnos prema domenima personalizacije, otkrivanju korisničkih profila i kolaborativnom filtriranju. Videćemo kako da prilagodimo metode i tehnike vađenja podataka kako bi ih primenili na različite vrste podataka. Proučavaju se tri vrste podataka: strukturu veba, ponašanje korisnika (korisnički dnevnik) i sadržaj stranice.

ii. Detaljan prikaz tema

Prezentacija i modeliranje podataka sa mreže: sadržaj, struktura, navigacija korisnika

Prezentacija sadržaja

Modeliranje sesije navigacije korisnika

Struktura prikaza

Rudarenje različitih grupa podataka

Klasteri

K-means algoritmi

Supervised algoritmi: Drvo odlučivanja, Neuronske mreže

Primene: Otkrivanje korisničkih profila, predviđanje, preporuka, personalizacija i kolaborativno filtriranje

iii. Literatura

Web Data Mining, Exploring Hyperlinks, Contents, and Usage Data, Bing Liu, Springer, 2007

Artwork 3D model database indexing and classification, Pattern Recognition, Philipp-Foliguet S., Jordan M., Najman L., Cousty J., vol. 44(3):588-597, 2011

g. Tekst Mining i prirodan jezik

i. Ciljevi modela

Ovaj predmet ima za cilj da studentima pruži koncepte i tehnike analize teksta i klasifikacije velikih masa informacija. Pokazuje razliku između prirodne obrade jezika koja se fokusira na lingvističku analizu i vađenja teksta, koja se bavi statističkom analizom. SAS Text Miner će biti primenjen.

ii. Detaljan prikaz tema

Rudarenje podataka ili teksta

Reči i lematizacija

Lingvistička analiza

Statistička analiza: Reči i frekvencija reči, Teme i faktografska analiza višestruke korespondencije, Teme i klasifikacija, i automatsko vađenje ključne reči, Klasifikacija dokumenata: stablo odluka i neuronska mreža, Otvoreni upiti: lanac Markov

iii. Literatura

Natural Language Processing with Python: Steven Bird, Ewan Klein, Edward Loper, O'Reilly Media

The Text Mining Handbook Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data,
Authors: Ronen Feldman, James Sanger Publisher: Cambridge University Press

Text Mining and its Applications to Intelligence, Alessandro Zanasi, CRM & KM chez
WIT Press

h. Elastičn o pretraživanje & Kibana

i. Objective of the module

ii. Detaljan prikaz tema

Uvod u elastični apartman

ElasticSearch

Opšta prezentacija

Arhitektura

Praktični slučajevi: 1. deo

Zahtev

Praktični slučajevi: Deo 2

Kibana Opšta prezentacija

Praktični slučajevi: Deo 3

Logstash Opšta prezentacija

Praktični slučajevi: Deo 4

i. Napredni masovni podaci i analitika podataka

i. Ciljevi modula

Ovaj kurs pomaže studentima da dobro razumeju eko sistem masovnih podataka, trenutne trendove, istaknu izazove masovnih podataka, omoguće studentima da izrade aplikacije masovnih podataka na zahtev i pokažu im kako da reše napredne probleme analitike sa masovnim podacima korišćenjem vrhunskih tehnologija .

ii. Dealjan prikaz tema

1. Uvod u masovne podatke

2. Hadoop: Introduction to Hadoop, Hadoop eco-system, hive, impala, pig, flume, kafka etc with class exercises
3. Spark: prikaz, programiranje u Scala & PySpark
4. Spark detalji sa konkretnim primerima napredne analitike podataka
5. Napredna analitika primenom SparkML (Linearna regresija, Drvo odlučivanja, Veštačke neuronske mreže, Sciket -Learn) sa živim podacima
6. Projekat: Twitter sentiment analiza & napredna analitika

Operaciona istraživanja

a. Teorija igara

i. Ciljevi modula

Teorija igara pruža alate za predviđanje, razumevanje i optimizaciju rezultata složenih procesa donošenja odluka. Svrha ovog modula je da upozna studente sa nekoliko jednostavnih alata i primera primene. Teorija igara se primenjuje u raznim oblastima kao što su ekonomija, marketing, transportne mreže, energija, biologija i igre potrage i izbegavanja.

ii. Detaljan prikaz tema

Teorija igara i odlučivanje

Uvod

Osnovni koncepti teorije igara

Statičke igre sa savršenim informacijama

Igre normalne forme

Igre nulte sume

Igre sa dva igrača

Igre sa više igrača

Oprezne strategije

Dominantne strategije

Nash ekvilibrijum

Mešovite strategije
Statičke igre sa nepotpunim informacijama
Bajesov ekvilibrijum
Dinamičke igre
Sub Games Perfect Nash Equilibrium (SPNE)
Diferencijalne igre
Ponovljene igre
Evolutivna teorija igara (EGT)
Koncept populacije
Evolutivni proces

iii. Literatura

Games and Dynamic Games, Alain Haurie, Jacek B. Krawczyk, Georges Zaccour, World Scientific – Now Publishers Series in Business vol. 1, 2012

Decision Making using Game Theory, An Introduction for Managers, Anthony Kelly, Cambridge University Press, 2003

Differential Games, A Mathematical Theory with Applications to Warfare and Pursuit, Control and Optimization, Rufus Isaacs, John Wiley & Sons Inc, New York, 1965

Dynamic Noncooperative Game Theory, 2nd edition, Tamer Basar, Geert Jan Olsder, Classics In Applied Mathematics, CL 23, SIAM, Philadelphia, 1999

b. Programiranje ograničenja primenom IBM OPL Studio

i. Ciljevi modula

Ovaj kurs predstavlja tehnike i algoritme koji se koriste za rešavanje ograničenja. Cilj je pronalaženje efikasnih i optimizovanih algoritama u skladu sa predstavljenim problemom. Korišćeni alati su: GNU Prolog i IBM CPLEX.

iii. Detaljan prikaz tema

Problem sa ograničenjima, povratni algoritmi, predviđanja i algoritmi za manji domen izbora

Algoritmi konzistentnosti, algoritmi AC1, AC3 i AC4

Ograničenja u Gnu Prologu.

N kraljica, problemi sa zebrom, Sudoku, magične serije itd.

Globalna ograničenja, intervali Halla, zakazivanje Kolor i planiranje rešenja problema

CPLEX i OPL aplikacije

iii. Literatura

Essentials of Constraint Programming, Thom Frühwirth and Slim Abdennadher, Springer, 2003

Programmation par Contraintes, the Book Edition, Annick Fron, ISBN 978-918417-00-2.

c. Višekriterijumska optimizacija

i. Ciljevi modula

Cilj ovog predmeta je da studentima pruži metode i alate za savladavanje modeliranja i identifikovanje problema kao što su: raspoređivanje, praćenje, drveće za raspoređivanje, problem trgovačkog putnika, asignacija, usmjeravanje vozila ...

ii. Detaljan prikaz tema

Definicije i problemi

Klasifikacija metoda

Metodi agregiranja

Metod ponderisanog proseka

Ciljno programiranje

Postizanje cilja

Min-max

ϵ -ograničenje

Ne agregirani problemi

Parallel Selection (VGA)

Leksikografski meotd

Metaheuristike

Simulated Annealing SA

Tabu pretraživanje TS

Genetički algoritmi GA

Ant Colony Optimization ACO

Particle Swarm Optimization PSO

7. Diskusija

iii. Literatura

Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems (2nd ed.), Coello Coello, C. A.; Lamont, G. B.; Van Veldhuizen, D. A., 2007, Springer, ISBN 978-0-387-33254-3

Evolutionary Multiobjective Optimization. Theoretical Advances and Applications, Ajith Abraham, Lakhmi Jain and Robert Goldberg, Springer, USA, 2005, ISBN 1-85233-787-7

d. Lanac snabdevanja

i. Ciljevi modula

Prva svrha ovog kursa je upoznavanje koncepta upravljanja lancem snabdevanja, predstavljanje osnovnih blokova, glavnih funkcija, glavnih poslovnih procesa i mera performansi. Druga je pružiti pregled uloge internet tehnologija i e-trgovine u poslovanju lanca snabdevanja. Treći cilj je da se istakne uloga stohastičkih modela (Markovljevi lanci, mreže u redovima čekanja); optimizacioni modeli (linearno programiranje, heuristika, programiranje ograničenja); i simulacija u planiranju lanca snabdevanja i odlučivanju.

ii. Detaljan prikaz tema

Mere performansi, odlučivanje

Upravljanje zalihama

Matematičke osnove

Planiranje lanca snabdevanja

Objekti u lancu snabdevanja

Planiranje kapaciteta

Optimizacija zaliha

Dinamičko rutiranje i raspoređivanje

Studija slučaja

iii Literatura

N. Viswanadham. Analysis of Manufacturing Enterprises. Kluwer Academic Publishers.

Y. Narahari and S. Biswas. Supply Chain Management: Models and Decision Making

Ram Ganeshan and Terry P. Harrison. An Introduction to Supply Chain Management

D. Connors, D. An, S. Buckley, G. Feigin, R. Jayaraman, A. Levas, N. Nayak, R. Petrakian, R. Srinivasan. Dynamic modelling for business process reengineering. IBM Research Report 19944,

W.J. Hopp and M.L. Spearman. Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management.

Istraživanje

a. Pisanje naučnog rada

i. Ciljevi modula

Cilj je da se studenti upoznaju sa metodologijom pisanja naučnih radova, što služi kao priprema za pisanje master rada.

b. Master rad

i. Ciljevi modula

Ovaj kurs pomaže studentima da dobro razumeju eko sistem masovnih podataka, trenutne trendove, istaknu izazove masovnih podataka, omoguće studentima da izrade masovnih podataka na zahtev i pokažu im kako da reše napredne probleme analitike korišćenjem vrhunskih tehnologija .

c. Praksa

Praksa se obavlja u laboratoriji ili u kompaniji

i. Ciljevi modula

Praksa se može odvijati u istraživačkoj laboratoriji ili kompaniji. Svrha prakse u kompaniji dvostruka je, otkriti svet kompanije, i pre svega, videti kako se projektom upravlja. Student će biti uključen u istraživački projekat i učestvovaće u svim fazama ovog projekta, od njegove koncepcije do realizacije.

Univerzitet Tor Vergata u Rimu (UNITOV, Italy)

Master program Masovni podaci u biznisu

Master je jednogodišnji diplomski program koji se predaje na engleskom jeziku i osmišljen je da učesnicima obezbedi potrebnu naučnu, menadžersku i tehničku pozadinu za rad na najvišem profesionalnom nivou u oblasti masovnih podataka. Studenti će dobiti veštine potrebne za upravljanje naprednim tehnologijama u softverskom inženjeringu, statistici, poslovnom i telekomunikacionom inženjeringu za dizajn i upravljanje masovnim podacima. Program se organizuje tokom 12 meseci u dva različita perioda. Prvih 7 meseci studenti će pohađati nastavu gde će steći potrebnu teorijsku i metodološku osnovu. Cilj prvog perioda je prenos znanja kroz tradicionalna predavanja, laboratorijske vežbe i seminare. Predavanja su organizovana u tri termina: prva dva termina čine obavezni predmeti; u trećem terminu student može birati između izbornih predmeta. U narednih 5 meseci, od sturenata se traži da izrade završni rad (master rad), čija treba da bude u saglasnosti sa koordinatorom programa. Master rad se može sačiniti i tokom stažiranja u italijanskim ili evropskim kompanijama i institucijama.

Struktura kursa

Osnovni predmeti

I semestar: 18 ECTS

Tokom prvog semestra student će pohađati sledeće predmete:

Course	Academic discipline	Lectures	Practice and seminars	ECTS
Supervised learning	Economic Statistics	36	18	6
Unsupervised learning	Statistics	36	18	6
Data management for big data analysis	Informatics	18	9	3
Security & Privacy	Telecommunications	18	9	3

II semestar: 18 ECTS

Tokom drugog semestra student će pohađati sledeće predmete

Course	Academic discipline	Lectures	Practice and seminars	ECTS
High dimensional time	Economic Statistics	18	9	3

series				
Topics in machine learning	Informatics	24	12	4
Architectures and systems for big data	Informatics	18	9	3
Cloud & mobile	Telecommunications	12	6	2
Designing communication of results	Organization and Human Resource Management	12		2
Decision making processes & models	Organization and Human Resource Management	12		2
Strategic management of results	Organization and Human Resource Management	12		2

Izborni predmeti

III semestar: 15 ECTS

U trećem semestru, student treba da ostvari 15 ECTS bodova izborom nekih od sledećih predmeta:

Course	Academic discipline	Lectures	Practice and seminars	ECTS
Blockchain technology and applications	Telecommunications	18	9	3
Economic complexity	Theoretical Physics, Mathematical Models and Methods	18	9	3
Fundamentals of corporate finance	Organization and Human Resource Management	18		3
Monitoring and processing for the Internet of People and Machines	Telecommunications	18	9	3
Network virtualization and softwarization	Telecommunications	18	9	3
Social media analysis	Informatics	18	9	3
Text mining and	Informatics	18	9	3

document analysis				
-------------------	--	--	--	--

Master rad

.

Activity	Academic discipline	Practice and seminars	ECTS
Master Thesis			9

Detaljan opis programa

Master program Masovnih podataka u biznisu organizovan je oko četiri glavna stuba: Biznis, Informatika, Mreže i Statistika.

Biznis

Uvođenjem masovnih podataka povećala se potreba za naprednijim mogućnostima vizuelizacije podataka. Kroz masovne podatke, organizacije i firme mogu kvantifikovati i saznati više o svom poslovanju i direktno prevesti to znanje u unapređenje performansi;

Studenti će naučiti da predstave vizuelne analitičke rezultate, pronaći značaj među milionima promenljivih, preneti koncepte i hipoteze drugim kolegama, pa čak i formulirati poslovna predviđanja.

Informatika

Računarstvo je važan deo velike analize podataka. Da bi se primenile matematičke i statističke metode, moraju se primeniti i programi i softverski sistemi izvedeni na računarskim platformama na takav način da omoguće pouzdanu analizu podataka na efikasan način. Studenti će biti upoznati sa problemima, metodama i alatima za efikasnu primenu algoritama i metoda za analizu podataka računarskom okruženju. Takođe se uzimaju u obzir određeni okviri kao što je rad sa tekstualnim podacima ili sa podacima sa društvenih mreža.

Mreže

Cilj je razumevanje i praktično funkcionisanje savremenih, virtuelizovanih mreža zasnovanih na oblaku, sposobnih da iniciraju sigurne usluge, pokreću ih bilo gde u mreži i transparentno ih premeštaju na različite lokacije. Studenti će se upoznati sa četiri predmeta:

- Sigurnost i privatnost: osnovni pojmovi i njihove primene
- Cloud and Mobile / Edge Cloud: glavna arhitektura i rad, usluge i platforme

- Monitoring i obrada na Internetu : tehnologije i alati za generisanje i prikupljanje podataka, npr. mašinski generisani podaci
- Virtualizacija i softverska mreža: arhitekture podataka i trenutne paradigme virtualizacije i njihov uticaj na lanac dizajniranja / razmeštanja / upravljanja.

Statistika

Fokus je na statističkoj analizi podataka sa visokim dimenzijama (HDD), okvir u kojem je broj promenljivih veći od broja opažanja. Danas se HDD koriste za optimizaciju procesa u industriji i administracijama, za analizu ponašanja potrošača, za predviđanje makroekonomskih i finansijskih promenljivih itd. Cilj je da studenti savladaju koncepte i metode kako u superviziranom analize dinamičkih sistema velikih dimenzija.

a. Učenje na osnovu podataka

I. Sadržaj predmeta

Predmet pruža uvod u analizu podataka, fokusirajući se i na regresiju i na probleme klasifikacije. Empirijska primena će biti ilustrovana pomoću aktuelnih softverskih alata.

II. Metodologija

Teorijska predavanja i praktičan rad u programskim paketima R i Matlab.

III. Detaljan prikaz tema

Uvod u statistiku

Model linearne regresije

Uzorkovanje

Selekcija modela

Modeli stabla odlučivanja za regresione modele

Neispunjenost uslova linearnosti

Klasifikacija

Support Vector Machines

IV. Literatura

Hastie T., Tibshirani R., and J. Friedman (2011), The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd ed., Springer: New York.

Web page: <https://web.stanford.edu/~hastie/ElemStatLearn/>

Gareth J., Witten D, Hastie T., and R. Tibshirani (2013), An Introduction to Statistical Learning:

With Applications in R, Springer: New York.

Web page: <https://www-bcf.usc.edu/~gareth/ISL/>

Izenman A.J, (2013) Modern Multivariate Statistical Techniques Regression, Classification, and

Manifold Learning, 2nd ed., Springer: New York.

b. Napredna statistička analiza

I. Sadržaj predmeta

Kurs pokriva glavne statističke tehnike koje se koriste za identifikaciju latentnih struktura (tj. struktura koja se ne mogu direktno primetiti) u podacima.

II. Metodologija

Naglasak je na principima i specifičnim modelima / tehnikama. Svaka metoda je uvedena primerima i opisana u matematičkim formulama.

III. Detaljan prikaz tema

-Uvod

- Tehnike koje nisu zasnovane na modelima

- Tehnike zasnovane na modelima

IV. Literatura

Bishop C.M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Springer.

Marden J.I. (2015). Multivariate Statistics. <http://stat.istics.net/Multivariate/>

McLachlan G.J., Peel D. (2000). Finite Mixture Models. Wiley, New York.

Duda R.O., Hart P.E., Stork D.G. (2001). Pattern Classification. Wiley, 2nd Edition.

c. Upravljanje podacima pri analizi masovnih podataka

I. Sadržaj predmeta

Modeli za upravljanje i analizu masovnih podataka

II. Metodologija

Nastava će biti organizovana u laboratoriji. Specifični problemi u upravljanju podacima će biti izneseni studentima, koji će ih rešavati kroz timski rad i adekvatnu teorijsku osnovu.

III. Detaljan prikaz tema

Podaci i baze podataka

NoSQL pristup upravljanju podacima

Uvod u geo i prostorne baze podataka

IV. Literatura

Elmasri R., Navathe S., Fundamentals of Database System, 7nd ed., Pearson.

Mysql Reference manual.

Mongodb manual.

Atzeni,Ceri,Fraternali,Paraboschi,Torlone Basi di dati - ed. McGraw-Hill 4nd edition.

Elmasri R., Navathe S., Sistemi di basi di dati – Fondamenti e Complementi, 7nd ed., Pearson.

d. Bezbednost i privatnost

I. Sadržaj predmeta

Cilj kursa je da upozna studenta sa pitanjima bezbednosti i privatnosti i odgovarajućim tehnologijama zaštite, sa posebnim fokusom na zaštitu podataka i aplikacije u kontekstu masovnih podataka.

II. Metodologija

Teorijska predavanja i praktične vežbe u laboratoriji

III. Detaljan prikaz tema

Kurs će se posebno baviti problemima sigurnosti i privatnosti, kao i zaštite podataka. Prvi deo kursa će se uglavnom fokusirati na analizu najboljih bezbednosnih praksi i protokola, drugi će pružiti uvod u nove tehnike (SMC, homomorfna enkripcija itd.)

IV. Literatura

Lecture slides will be provided during the course, along with supplementary ad-hoc material (book chapters, scientific works, standard documents, etc) complementing the slides.

Alfred J. Menezes, Paul C. van Oorschot and Scott A. Vanstone, "Handbook of applied cryptography", available at <http://www.cacr.math.uwaterloo.ca/hac/>

William Stallings, "Cryptography and Network Security", McGraw Hill Stephen Thomas, "SSL and TLS Essentials", Wiley

e. Arhitektura, sistemi i algoritmi masovnih podataka

I. Sadržaj predmeta

Glavni cilj predmeta je učenje tehnologija, metodologija i algoritama za upravljanje velikim podacima.

II. Metodologija

Teorijska predavanja, diskusije, praktična nastava

III. Detaljan prikaz tema

Uvod u masovne podatke, Map-Reduce i Hadoop

Hadoop2 u praksi

MapReduce

Laboratorijske vežbe sa fokusom na Hadoop, Hive i Spark.

IV. Literatura

Slides and references at free resources on the Web. Some of these are:

MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters

The Google File System

Hive – A Petabyte Scale Data Warehouse Using Hadoop

Jure Leskovec, Anand Rajaraman, Jeff Ullman - Mining of Massive Datasets – free ebook:
<http://www.mmds.org>

f. Cloud i Mobile

I. Sadržaj kursa

Predmet se bavi osnovnim konceptima Cloud Computinga, opisujući različite modele usluga (PaaS, SaaS, IaaS) i različite mogućnosti razmeštanja (javne, privatne, hibridne). Primeri javnih cloud infrastrukture opisani su praktičnim problemima. OpenStack platforma otvorenog koda predstavljena je kao primer privatnog clouda. Koncepti Mobile Edge Computing // Fog Computing su takođe predstavljani.

II. Metodologija

Teorijska predavanja i laboratorijske vežbe

III. Detaljan prikaz tema

Cloud Computing: definicije i osnove

Cloud Infrastruktura.

Uvod u Fog Computing / Mobile Edge Computing

IV. Literatura

J. Hurwitz, M. Kaufman, F. Halper, "Cloud Services for Dummies, IBM Limited Edition", John Wiley & Sons, Inc - <http://www.ibm.com/cloud-computing/files/cloud-for-dummies.pdf>

g. Modeliranje i proces donošenja odluka

I. Sadržaj predmeta

Cilj kursa je pružanje studentima odgovarajuće teorijske i metodološke osnove za analizu procesa donošenja odluka unutar i između složenih organizacija.

II. Metodologija

Teorijska predavanja, simulacije, vežbe

III. Detaljan prikaz tema

Teorijske osnove procesa odlučivanja

Odluke, problemi, rešavanje problema

Aktuelni trendovi

IV. Literatura

Abatecola G. (2014), "Untangling Self-Reinforcing Processes in Managerial Decision Making. Co-Evolving Heuristics?", *Management Decision*, 52(2), pp. 934-949.

Abatecola G., Caputo A., Cristofaro M. (2018), "Reviewing Cognitive Distortions in Managerial Decision Making. Toward an Integrative Co-Evolutionary Framework", *Journal of Management Development*, 37(5), 409-424.

Abatecola G., Mandarelli G., Poggesi S. (2013), "The Personality Factor: How Top Management Teams Make Decisions. A Literature Review", *Journal of Management and Governance*, 17(4), 1073-1100.

Cristofaro, M. (2017a), "Herbert Simon's bounded rationality: its historical evolution in management and cross-fertilizing contribution", *Journal of Management History*, Vol. 23 No. 2, pp. 170-190.

Hammond J.H., Keeney S.L., Raiffa H. (1998), "The Hidden Traps in Decision Making", *Harvard Business Review*, 76(5), 47-58.

Kahneman D., Lovallo D., Sibony O. (2011), "The Big Idea: Before You Make that Big Decision", *Harvard Business Review*, 89(6), 50-60.

Marr B. (2015), *Big Data. Using Smart Big Data Analytics and Metrics to Make Better Decisions and Improve Performance*, Wiley, Chichester, UK.

Simon H.A. (1988), "Problem Formulation and Alternative Generation in the Decision Making Process", Technical Report AIP 43, Carnegie Mellon University.

h. Dizajn komunikacije rezultata

I. Sadržaj predmeta

Evolucija uloge top menadžera zahteva usavršavanje njihovih prezentacionih veština. Sve češće su pozvani da izveštavaju akcionare, finansijske analitičare i uopšte, sve zainteresovane strane.

II. Methodology Metodologija

Neposredna uključenost studenata

III. Detaljan prikaz predmeta

- Menadžerska komunikacija
- Priprema za komunikaciju
- Upravljanje sastankom
- Prezentacija
- Poruka
- Struktura
- Slajdovi
- Javni nastup

i. Višedimenzionalna analiza vremenskih serija

I. Sadržaj predmeta

Predmet pokriva osnove multivarijacione analize vremenskih serija, sa fokusom na modeliranje i predviđanje velikog broja varijabli.

II. Metodologija

Teorijska predavanja i vežbe

III. Detaljan prikaz tema

Multivarijacione vremenske serije

Vector autoregresivni model

Višedimenzionalna kovarijaciona matrica

Faktorski modeli

IV. Literatura

Ruey S. Tsay (2014), *Multivariate Time Series Analysis with R and Financial Applications*, Wiley, ISBN: 978-1118617908.

Web page for the textbook:

<http://faculty.chicagobooth.edu/ruey.tsay/teaching/mtsbk/>

Mohsen Pourahmadi (2013), *High-Dimensional Covariance Estimation*, Wiley

Stock, J.H., and M.W. Watson (2011), *Dynamic Factor Models*, in Clements, M.P., and D.F. Hendry (eds.) *Oxford Handbook of Economic Forecasting*, Oxford University Press.

Fan J., Liao Y, and Liu, H. (2016) An overview of the estimation of large covariance and precision matrices, *The Econometrics Journal*, Vol. 19, p C1-C32.

Bauwens, L. , Laurent, S. and Rombouts, J. V. (2006), *Multivariate GARCH models: a survey*. *J. Appl. Econ.*, 21: 79-109. doi:10.1002/jae.842

Koop, G., Korobilis, D. and Pettenuzzo, D. (2018). "Bayesian Compressed Vector Autoregressions" *Journal of Econometrics*.

I. Strategijski menadžment rezultata analize masovnih podataka

I. Sadržaj kursa

Ovaj predmet u praksi upravljanja istražuje šta menadžeri moraju da urade kako bi povećali verovatnoću uspeha firme. Predmet ispituje kako organizacije postižu, održavaju i obnavljaju konkurentske prednosti.

II. Metodologija

Neposredna uključenost studenata, diskusija

III. Neposredan prikaz tema

- stratejski menadžment u kompleksnom svetu
- kompetitivna prednost
- misija, vizija, vrednost organizacije, leaderske veštine
- stratejski procesi, postavljanje ciljeva
- eksterno okruženje: Porter snage, Pestel analiza, Swot analiza, scenarijo;
- interno okruženje: lanac vrednosti , resursi i sposobnosti
- vertikalna i horizontalna integracija
- međunarodni menadžment
- inovacije

IV. Literatura

Slides prepared by the instructor; Exercises prepared by the instructor.

Case: Eastman Kodak Company: funtime film , Harvard Business School case no. 9-594-111, 8 may 1995

R. M. Grant "Contemporary Strategy Analysis" – 8th Edition , Blackwell Publishing, 2011

m. Teme mašinskog učenja

I. Sadržaj predmeta

Predmet pruža uvod u metode mašinskog učenja i njihovu primeenu za ekstrakciju informacija iz skupova podataka. Uvod u programski jezik Python biće dostupan na početku kursa.

II. Metodologija

Pristupi data miningu i praktična primena metoda nad stvarnim podacima

III. Detaljan prikaz tema

- Uvod u Python
- Python paketi relevantni za mašinsko učenje
- Neuronske mreže
- Support vector machines i kernel metode.
- Metode za redukciju dimenzija
- Primena Pythona za konkretan problem

iv. Literatura

The main reference for the theoretical part of the course is C.M. Bishop "Pattern Recognition and Machine Learning" Springer, 2007

The main references for the programming/practical one: A.B. Downey "Think Python" O'Reilly, 2012 (freely available at [http:// http://greenteapress.com/wp/think-python/](http://greenteapress.com/wp/think-python/)) for the introduction to Python and S. Raschka "Python Machine Learning" Packt. Publishing Ltd, 2015, for its use in Machine Learning

n. Blockchain tehnologija i primena

I. Sadržaj predmeta

Predmet pruža uvod u blockchain tehnologije, sa posebnim fokusom na scenarije industrijske primene. Predmet uključuje laboratorijske vežbe na dozvoljenim blockchain platformama i jednostavne primere razvoja aplikacija.

II. Metodologija

Teorijska predavanja i vežbe primenom Multichain.

III. Detaljan prikaz tema

Blockchain pregled, pravila, primeri

Pregled osnovnik kripto alata

Tehnologije i arhitekture

Praktična primena i primeri

IV. Literatira

Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction Hardcover – July 19, 2016, by Arvind Narayanan, Joseph Bonneau, Edward Felten, Andrew Miller, Steven Goldfeder.

o. Ekonomska kompleksnost

I. Sadržaj predmeta

Razumevanje osnovnih pitanja koja se tiču složenih sistema i predvidljivosti. Teorija mreža, statistička svojstva. Statističke karakteristike bipartitne mreže širom sveta.

II. Metodologija

Teorijska predavanja i vežbe primenom Phytona i C.

III. Detaljan prikaz tema

Uvod u složene sisteme

Teorija mreža

Optimizacija

Svetska ekonomija kao kompleksni sistem

IV. Literatura

Mark Newman: Network: an introduction. UP Oxford

Steven Strogatz: Nonlinear Dynamics and Chaos, Westview Press

p. Osnove korporativnih finansija

I. Sadržaj predmeta

Ovaj predmet pruža studentima osnovne koncepte u finansijama, kao i operativna sredstva za donošenje odluka. Aktuelna pitanja finansijskih menadžera biće obuhvaćena i analizirana.

II. Metodologija

Predavanja, vežbe, studije slučaja

III. Detaljan prikaz tema

Uvod u osnovne finansijske koncepte

Konstruisanje cash flows

Vrednost novca u vremenu

Odlučivanje pri investiranju

Međunarodno tržište kapitala

Hartije od vrednosti

Budžetiranje

IV. Literatura

Brealey, Myers, Allen : "Corporate Finance" , 2006 , 8th ed. McGraw Hill

Merrill Lynch "understanding financial reports, 2003, available at student's office

A. Damodaran "Damodaran on valuation " Wiley finance 2ns edition

q. Monitoring i procesiranje ua Internet ljudi i mašina

I. Struktura predmeta

Cilj kursa je da upozna studenta sa tehnologijama i rešenjima za praćenje infrastrukture i aplikacije.

II. Metodologija

Predavanja i laboratorijske vežbe

III. Detaljan prikaz tema

Uvod u monitoring, događaji, metrika i medenje, upravljanje upozorenjima, podaci i metrika vizualizacije

Infrastruktura monitoringa

stream monitoring i analitika

IV. Literatura

Lecture slides will be provided during the course, along with supplementary ad-hoc material (book chapters, scientific works, standard documents, etc) complementing the slides.

James Turnbull, "The Art of Monitoring", <https://artofmonitoring.com/>

r. Vizualizacija mreža i softverizacija

I. Sadržaj predmeta

Ovaj predmet opisuje razvoj računarskih i mrežnih platformi, sa naglaskom na zahteve provajdera servisa. Posebna pažnja biće posvećena arhitekturi Data Centra i konceptu virtualizacije.

II. Metodologija

Teorijska predavanja i laboratorijske vežbe

III. Detaljan prikaz tema

Uvod u Data center networking.

Virtualizacija.

Virtual Data Center

SDN - Software Defined Networking, proprietary and standard solutions; OpenFlow; controllers

Virtualization in a provider network; NFV - Network Function Virtualization.

ETSI NFV model

Orchestration and Orchestrators

IV. Literatura

Course material is provided by the instructor.

s. Analiza društvenih medija

I. Sadržaj predmeta

Kurs predstavlja uvod u usvajanje metoda mašinskog učenja u analizi društvenih mreža, kako u pogledu tehnologija pristupa informacijama, tako i u pogledu mogućih analitičkih funkcija preko društvenih mreža, npr. profilisanje, nastajanje zajednica i preporuka.

II. Metodologija

Teorijska predavanja i praktične vežbe

III. Detaljan prikaz tema

Uvod u menadžment informacija

Napredni jezici procesiranja za analizu društvenih mreža

Analitika društvenih mreža

IV. Literatura

IR - Introduction to Information Retrieval, Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze, Cambridge University Press. 2008.

Social Media Analytics - Community Detection and Mining in Social Media, Lei Tang, Huan Liu, Morgan & Claypool Publishers, 2010.

t. Text Mining i analiza dokumenata

I. Sadržaj predmeta

Predmet predstavlja uvod u obradu prirodnog jezika i njegove aplikacije za vađenje teksta i analizu dokumenata. Empirijske aplikacije će biti ilustrovane pomoću aktuelnih softverskih alata.

II. Metodologija

Teorijska i praktična predavanja CoreNLP (u Java) i NLTK (u Python).

III. Detaljan prikaz tema

Jezik: lingvistički modeli i teorije

Lingvistički modeli i sistemi

Morfologija

Semantika

Prepoznavanje teksta

IV. Literatura

Daniel Jurafsky and James H. Martin, SPEECH and LANGUAGE PROCESSING: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition (Second Edition)

Londonska škola ekonomije (UK)

Master nauke o podacima

<http://www.lse.ac.uk/Statistics/Study/MSc-programmes/MSc-Data-Science>

Master program nauke o podacima pruža obuku o metodama nauke o podacima, sa fokusom na statističke perspektive. Student će dobiti teorijsko utemeljenje, na visokom matematičkom nivou, kao i steći praktične veštine primenjene nauke o podacima, omogućavajući im primenu naprednih matematičkih metoda i statistike za istraživanje stvarnih problema. Osnovni kursevi će im pružiti sveobuhvatno pokrivanje nekih osnovnih aspekata nauke o podacima, računskih tehnika i statističke analize. Zatim će odabrati kurseve iz niza izbornih modula, od distribuiranog računanja za velike podatke i statističkog računarstva, do finansijske statistike i metoda upravljanja rizicima i osiguranju. Program će kombinovati tradicionalna predavanja sa laboratorijskim vežbama. Master rad proceniće njihovu sposobnost da se bave praktičnim rešavanjem problema masovnih podataka.

Dealjan opis predmeta

a. Programiranje

i.Dostupnost

Ovaj predmet je obavezan za MSc iz Primenjene nauke o društvenim podacima. Ovaj predmet je dostupan na MSc-u iz oblasti primene nauke o društvenim podacima, MSc u oblasti nauke podataka i MSc u oblasti ljudske geografije i urbanih studija (Istraživanja). Ovaj kurs je dostupan sa dozvolom kao izborna opcija za studente na drugim programima gde to propisi dozvoljavaju. Obvezna jedinica za MSc u oblasti primenjene nauke o društvenim podacima i MSc nauka o podacima koja će imati prednost. Dostupno uz dozvolu kao izborna mogućnost studentima na drugim programima gde propisi dozvoljavaju i mesta su slobodna.

ii.Sadržaj kursa

Ovaj predmet upoznaje studente sa osnovama računarskog koristeći programski jezik Python i R.

iii. Nastava

20 časova predavanja i 15 časova u MT.

Studenti će naučiti kako da stvore algoritme za rešavanje problema i kako da ih prevedu u računarske programe. Studenti stiču veštine i iskustvo dok uče Python i R, putem zadataka

programiranja sa pristupom koji integriše učenje zasnovano na projektima. Ovaj predmet predstavlja uvod u osnovne koncepte programiranja za studente koji nemaju osnovu, ali će uključivati naprednije veštine rešavanja problema u kasnijim fazama. Teme uključuju dizajn algoritama i razvoj programa; tipovi podataka; kontrolne strukture; funkcije i prolazak parametara; rekurzija; strukture podataka; pretraživanje i sortiranje; i uvod u principe objektno-orijentisanog programiranja. Primarni programski jezici koji se koriste na kursu biće Python i R.

iv. Forma

Studenti treba da reše 10 MT zadatka

Type: Weekly, structured problem sets with a beginning component to be started in the staff-led lab sessions, to be completed by the student outside of class. Answers should be formatted and submitted for assessment.

v. Indicative reading

Guttag, John V. Introduction to Computation and Programming Using Python: With Application to Understanding Data. MIT Press, 2016.

Gries, Paul, Jennifer Campbell, and Jason M Montojo. Practical Programming: An Introduction to Computer Science Using Python 3. The Pragmatic Bookshelf, 2013.

Miller, Bradley N. and David L. Ranum. Problem Solving with Algorithms and Data Structures Using Python. Available online at <http://interactivepython.org/runestone/static/pythonds/index.html>.

Python, Intermediate and advanced documentation at <https://www.python.org/doc/>.

Venables, William N., David M. Smith, and the R Core Team. An Introduction to R. Available online at <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/R-intro.pdf>.

Zuur, Alain, Elena N. Ieno, and Erik Meesters. A Beginner's Guide to R. Springer Science & Business Media, 2009.

b. Upravljanje i vizualizacija podataka

i. Dostupnost

Ovaj kurs je obavezan za MSc in Science Science. Ovaj kurs je dostupan na MSc-u iz oblasti primenjene nauke o društvenim podacima. Ovaj kurs je dostupan sa dozvolom kao izborna opcija za studente na drugim programima gde to propisi dozvoljavaju.

ii. Sadržaj predmeta

Predmet se sastoji od dva dela koja odgovaraju obuhvatanju manipulacije i vizuelizacije podataka. Fokus predmeta je na osnovnim principima manipulacije i vizualizacije podataka i praktičnih vežbi pomoću Pythona kao glavnog programskog jezika i različitih paketa koje koriste savremeni naučnici podataka. Predmet obuhvata upravljanje tokom rada za čišćenje i pripremu podataka koji je obično najzahtjevniji deo naučnoistraživačkog projekta, kao i metode analize podataka i predstavljanje rezultata analize podataka koristeći različite načine vizualizacije podataka. Prvih pet nedelja usredsređeno je na manipulaciju podacima koja pokriva osnovne pojmove kao što su tipovi podataka i modeli podataka, uključujući relacijske i ne-relacijske modele podataka baze podataka i jezike upita. Studenti uče kako kreirati instance modela podataka, učitati podatke u njih i manipulirati i pregledavati podatke koristeći različita interfejsa aplikacijskog programiranja. Predmet pokriva strukture podataka za naučno računanje i njihovu manipulaciju putem Python paketa NumPi, koji uključuje manipulaciju višedimenzionalnih nizova objekata, funkcije za izvođenje računarskih računanja pomoću nizova, alate za čitanje i pisanje skupova podataka zasnovanih na nizu datoteka, linearnih operacija algebr i generatori slučajnih brojeva Predmet takođe pokriva upotrebu visokokvalitetnih struktura podataka i funkcija dizajniranih za rad sa struktuiranim ili tabelarnim podacima preko Python paketa paketa. Ovo uključuje upotrebu DataFrame-a, tabelarnu strukturu podataka o koloni i seriju, jednodimenzionalno obeležen niz podataka. Obuhvatamo osnovne pojmove modela relacijskih podataka i SKL jezik upita za kreiranje i ispitivanje tabela baza podataka kao i neke modele noSKL baza podataka. Studenti će naučiti kako da izvršavaju analitiku podataka u Pythonu na podacima uvezenim iz različitih izvora podataka, uključujući formate datoteka razdvojene razdvajanjem kao što su csv i tsv datoteke, JSON i KXML datoteke, SKL baze podataka kao što su MiSKL i PostgresSKL, kao i NoSKL baze podataka kao što su razne baze podataka, ključeva i vrijednosti grafikona. Poslednjih pet nedelja fokusirano je na vizuelizaciju podataka počevši od elemenata istraživačke analize podataka koristeći različite statističke plohe. Raspravljamo o standardnim zapletima za univarijantnu analizu podataka, kao što su histogrami, glatki histogrami pomoću procenjivača gustine jezgre, empirijske funkcije kumulativne distribucije, okvirne ploče i crteži violine. Zatim prelazimo na standardne crteže za bivarijantnu analizu podataka kao što su raspršujuće ploče, vizuelno prikazivanje matrice podataka korišćenjem toplotnih mapa klastera, serijacije i spektralnih metoda biklasteriranja za redosled redosleda redova i stupaca podataka matrice. Raspravljamo o tehnikama vizuelizacije podataka za uobičajene zadatke poput procene predviđanja performansi klasifikatora mašinskog učenja, smanjenja dimenzionalnosti podataka i vizualizacije podataka grafikona. Objašnjavamo parcele za procenu binarnih klasifikatora, kao što su crteži radne krive prijemnika i grafikoni preciznog opoziva. Objašnjavamo teorijske principe metoda smanjenja dimenzija koje se koriste za vizuelizaciju tačaka podataka sa velikim dimenzijama, počevši od klasičnih metoda kao što je višedimenzionalno skaliranje do novijih metoda kao što je stohastičko umetanje suseda. Objašnjavamo osnovne principe metoda vizuelizacije grafičkih podataka i različite rasporede grafičkih podataka. Vizualizacije podataka se materijalizuju u kodu koristeći različite Python pakete kao što su matplotlib, Seaborn, scikit-learn moduli za klasterisanje, mnoštvo učenja i metrika, kao i biblioteke graphviz i networkXs za vizuelizaciju grafičkih podataka.

iii.Nastava

20 predavanja i 15 časova vežbi

iv. Formative coursework

Studenti treba da reše 6 zadataka na laboratorijskim vežbama

v. Literatura

Mckinney, W., Python for Data Analysis, 2nd Edition, O'Reilly 2017

Muller, A. C. and Guido, S., Introduction to Machine Learning with Python, O'Reilly, 2016

Geron, A., Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn & TensorFlow, O'Reilly, 2017

Ramakrishnan, R. and Gehrke, J., Database Management Systems, 3rd Edition, McGraw Hill, 2002

Obe, R. and Hsu, L., PostgreSQL Up & Running, 3rd Edition, O'Reilly 2017

Robinson, I., Webber, J. and Eifrem, E., Graph Databases, 2nd Edition, O'Reilly 2015

Wickham, Hadley. Ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis, Springer, 2009

Murray, S., Interactive Data Visualisation for the Web, O'Reilly, 2013

Matplotlib, <https://matplotlib.org>

Seaborn: statistical data visualization <https://seaborn.pydata.org>

Sci-kit learn, Machine learning in Python, <http://scikit-learn.org>

c. Analiza podataka i statističke metode

i. Dostupnost

Ovaj predmet je obavezan za MSc Operaciona istraživanja i analiza. Ovaj master je dostupan na MSc nauke o podacima. Ovaj predmet je dostupan sa dozvolom kao izborna opcija za studente na drugim programima gde to propisi dozvoljavaju. Predmet nije dostupan za MSc iz Statistike niti za MSc u Statistika (Finansijska statistika) niti za MSc u Statistika (Socijalna statistika).

ii. Potrebno predznanje

Linearna algebra, verovatnoća, statistika

iii. Sadržaj kursa

Uvod

- Statistical Software: R
- Istraživanje podataka i vizualizacija
- Verovatnoća, slučajne promenljive, distribucija

Statistički alati

Ocenjivanje

Testiranje hipoteza

Regresioni modeli

Osnove analize vremenskih serija

iv. Nastava

20 časova predavanja i 10 časova vežbi

v. Forma

Studenti treba da reše 5 zadataka u laboratoriji

vi. Literatura

All of Statistics, by Larry Wasserman, Springer.

Data Analysis and Graphics using R: an Example-based Approach, by John Maindonald and John Braun, Cambridge University Press.

d. Mašinsko učenje i rudarenje podataka

i. Dostupnost

Predmet je obavezan na programu MSc nauke o podacima. Predmet je dostupan na programima MSc u primenjenoj društvenoj nauci o podacima, MSc Marketing, MSc kvantitativni metodi za menadžment rizikom, MSc Statistike, MSc finansijske statistike. Ovaj predmet je dostupan i kao izborni predmet na programima gde za to postoji mogućnost.

ii. Predznanje

Predmet se drži sa statističkog aspekta i studenti treba da poseduju osnovno znanje iz oblasti linearnih regresionih modela.

iii. Sadržaj predmeta

Mašinsko učenje i rudarenje podataka postaju polja između statistike i računarske nauke koja se fokusiraju na statističku analizu, predviđanja, klasifikacije i klasteriranja i posebno su fokusirani na masovne podatke. Ovaj predmet će početi od klasične statističke metodologije linearne regresije, a zatim će se nadograditi u metode mašinskog učenja. Stoga će se mašinsko učenje zamisliti kao 'statističko učenje'. Cilj predmeta je obuhvatiti savremene nelinearne metode.

iv. Nastava

20 časova predavanja i 10 časova računarskih vežbi

v. Forma

Studenti treba da reše 5 zadataka i 1 projekat u laboratoriji

vi. Literatura

James, G., Witten, D., Hastie, T. and Tibshirani, R. An Introduction to Statistical Learning. Springer, 2014. Available online at <http://www-bcf.usc.edu/~gareth/ISL/>

Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction. 2nd Edition, Springer, 2009. Available online at <http://statweb.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/index.html>

Bishop, G. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer-Verlag, 2006.

e. Master rad

i. Dostupnost

Za studente MSc programa nauke o podacima

ii. Sadržaj

Master rad će pružiti studentima priliku da dublje prouče temu za koju su posebno zainteresovani. Tema se obično odnosi na određeni izvor podataka i zahtevaće primenu veština stečenih na ovom master programu. Tema za glavni projekat biće slična problemima

iz prakse sa kojima se suočavaju organizacije privatnog ili javnog sektora. Master rad se obično piše u saradnji sa partnerskim kompanijama. Partner projekta predlaže istraživački projekat i potencijalno omogućava pristup podacima. Master rad zahteva kreativan rad na formulisanju istraživačkih pitanja i hipoteza, identifikovanju najprikladnije metodologije, upućivanju na istraživačku literaturu i analiziranju izvora podataka korišćenjem računarskih tehnologija nauke o podacima.

iii. Nastava

Tema i mentor će biti određeni tokom trajanja programa.

iv. Forma

Mentorski rad

f. Distribuisano računarstvo za masovne podatke

i. Dostupnost

Ovaj predmet je dostupan na programima MSc u primenjenoj društvenoj nauci o podacima, Msc u nauci o podacima i MSc u operacionim istraživanjima i analitici. Ovaj predmet je dostupan i kao izborni predmet na programima gde za to postoji mogućnost.

ii. Predznanje

Osnove Pythona ili nekog drugog programskog jezika

iii. Sadržaj predmeta

Predmet pokriva osnovne principe sistema za distribuisano procesiranje masovnih podataka uključujući sisteme fajlovam modele kao što je Mapreduce, tehnologiju kao što je Apache Spark i Apache TensorFlow.

Za više informacija posetite: <http://lse-st446.github.io>

iv. Nastava

20 časova predavanja i 15 časova u računarskoj laboratoriji

v. Forma

Studenti treba da reše 10 zadataka

vi. Literatura

Karau, H., Konwinski, A., Wendell, P. and Zaharia, M., Learning Spark: Lightning-fast Data Analysis, O'Reilly, 2015

Karau, H. and Warren, R., High Performance Spark: Best Practices for Scaling & Optimizing Apache Spark, O'Reilly, 2017

Drabas, T. and Lee D., Learning PySpark, Packt, 2016

White, T., Hadoop: The Definitive Guide, O'Reilly, 4th Edition, 2015

Apache Spark Documentation <https://spark.apache.org/docs/latest>

Apache TensorFlow Documentation https://www.tensorflow.org/get_started

g. Statističko računarstvo

i. Dostupnost

Predmet je dostupan na programima MSc nauke o podacima, MSc operacionih istraživanja i analitike, MSc Statistike, MSc Finansijske statistike. Ovaj predmet je dostupan i kao izborni predmet na programima gde za to postoji mogućnost.

ii. Sadržaj kursa

Uvod u primenu numeričke linearne algebre, optimizacije, numeričkih integrala i simulacije sa njihovim primenama u statističkim metodama uključujući metod najmanjih kvadrata, analizu glavnih komponenti, LASSO itd. Programski jezik koji će biti primenjen je R, Python ili C++.

iii. Nastava

20 časova predavanja i 10 časova vežbi

iv. Forma

Studenti treba da reše 5 zadataka.

v. Literatura

Computational Statistics by Givens and Hoeting

Statistical computing in C++ and R by Eubank and Kupresanin

The Art of R Programming: A Tour of Statistical Software Design by Matloff

Think Python: How to Think Like a Computer Scientist by Downey

h. Multivarijacione metode

i. Dostupnost

Ovaj predmet je dostupan na programima MSc nauke o podacima, MSc Marketing, MSc in Statistike, MSc Finansijske statistike. Ovaj predmet je dostupan i kao izborni predmet na programima gde za to postoji mogućnost.

ii. Predznanje

Odslušani predmeti Matematičke metode i Verovatnoća i teorije distribucije.

iii. Sadržaj kursa

Uvod u teoriju i primenu modernih multivarijacionih metoda u društvenim naukama.

iv. Nastava

20 časova predavanja i 8 časova vežbi.

v. Forma

Radovi će bit pregledani i vraćeni studentima putem Moodla sa komentadija pre računarskih vežbi.

vi. Literatura

D J Bartholomew, F Steele, I Moustaki & J Galbraith, Analysis of Multivariate Social Science Data (2nd edition);

D J Bartholomew, M Knott & I Moustaki, Latent Variable Models and Factor Analysis: a unified approach;

C Chatfield & A J Collins, Introduction to Multivariate Analysis;

B S Everitt & G Dunn, Applied Multivariate Data Analysis;

K.V. Mardia, J.T. Kent and J.M. Bibby, Multivariate Analysis.

j. Analiza vremenskih serija

i. Dostupnost

Predmet je obavezan na master programima MSc Statistike i MSc Finansijske statistike. Predmet je izborni na programima MSc primenjene matematike, MSc nauke o podacima,

MSc ekonometrije, MSc finansijske matematike, MSc Marketing, MSc operaciona istraživanja i analitika, MSc kvantitativni metodi za upravljanje rizikom. Ovaj predmet je dostupan i kao izborni predmet na programima gde za to postoji mogućnost.

ii. Predznanje

Statistika i verovatnoća.

iii. Sadržaj predmeta

Uvod u analizu vremenskih serija: za šta se koriste, autokorelacija, stacionarnost, kauzoliteta, osnovni modeli: AR, MA, ARMA; ARCH i GARCH. Trend, uticaj sezone, ocenjivanje, predviđanje. Nestacionarnost i multivarijaciona analiza vremenskih serija.

iv. Nastava

20 časova predavanja i 10 časova vežbi

v. Forma

Nedeljni zadaci

vi. Literatura

Brockwell & Davis, Time Series: Theory and Methods;

Brockwell & Davis, Introduction to Time Series and Forecasting;

Box & Jenkins, Time Series Analysis, Forecasting and Control;

Shumway & Stoffer, Time Series Analysis and Its Applications.

k. Finansijska statistika

i. Dostupnost

Ovaj predmet je obavezan na MSc statistike i MSc finansijske statistike. Izborni predmet je na programima MSc nauke o podacima i MSc kvantitativnih metoda u menadžmentu rizikom. Ovaj predmet je dostupan i kao izborni predmet na programima gde za to postoji mogućnost.

ii. Predznanje

Osnovno predznanje statistike i vremenskih serija.

iii. Sadržaj predmeta

Predmet pokriva osnovne statističke metode koje se najčešće primenjuju u finansijama. Primenjivaće se programski jezik R. Predmet obuhvata sledeće teme: prikupljanje finansijskih podataka, finansijske vremenske serije, ARCH modele, studije slučaja, Markowitz portfolio teoriju and CAPM model, mašinsko učenje u finansijskom predviđanju, Value at Risk. predmet se završava pripremom studije slučaja.

iv. Nastava

20 časova predavanja i 10 časova vežbi.

v. Forma

Nedeljni zadaci i dve ocenjene studije slučaja.

vi. Literatura

Lai, T.L. And Xing H. (2008) Statistical Models and Methods for Financial Markets. Springer.

Tsay, R. S. (2005) Analysis of Financial Time Series. Wiley.

Ruppert, D. (2004) Statistics and Finance – an introduction. Springer. Fan, Yao (2003) Nonlinear Time Series.

Hastie, Tibshirani, Friedman (2009) The Elements of Statistical Learning.

Haerdle, Simar (2007) Applied Multivariate Statistical Analysis.

I. Statističke metode za upravljanje rizikom

i. Dostupnost

Predmet je obavezan na master programu MSc kvantitativnih metoda u upravljanju rizikom. Predmet je izborni na programima MSc globalnom menadžmentu, MSc nauke o podacima, MSc Finansijske matematike, MSc statistike i MSc finansijske statistike. Ovaj predmet je dostupan i kao izborni predmet na programima gde za to postoji mogućnost.

ii. Predznanje

Verovatnoća, teorija distribucije i stohastički procesi.

iii. Sadržaj kursa

Uvod u vjerovatnoću i statističke metode za upravljanje rizikom. Teorija se objašnjava kroz primere sa berzi. Objašnjavaju se multivarijacioni faktorski modeli, kovarijansa i korelacija, ocene, različite distribucije podataka, primena u osiguranju.

iv. Nastava

20 časova teorijske nastave i 10 časova laboratorijskih vežbi

v. Forma

Skup zadataka koji predstavlja predispitne obaveze.

vi. Literatura

A.McNeil, R.Frey, P.Embrechts, Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques, Tools; Princeton Series in Finance

m. Specijalne teme kvantitativne analize: Kvantitativna analiza teksta

i. Dostupnost

Predmet je izborni na programima MSc primenjene društvene nauke o podacima, MSc in nauke o podacima, MSc humane geografije, Msc političkih nauka i političke ekonomije and MSc metode društvenog istraživanja. Ovaj predmet je dostupan i kao izborni predmet na programima gde za to postoji mogućnost.

ii. Predznanje

Studenti treba da su odslušali predmet Primenjena regresiona analiza.

iii. Sadržaj predmeta

Predmet obuhvata metode sistematske ekstrakcije kvantitativnih informacija iz teksta za svrhe društvenih nauka, počevši od klasične analize sadržaja i metode rečnika, preko metoda klasifikacije i primene statističkih tehnika. Pored teorijskih prikazane su i praktične primene metoda. Bice primenjen programski jezik R.

iv. Nastava

20 časova predavanja i 10 časova vežbi.

v. Forma

Zadaci sa časova u laboratoriji će biti ocenjeni.

vi. Literatura

quanteda: An R package for quantitative text analysis. <http://kbenoit.github.io/quanteda/>

Grimmer, Justin and Brandon M. Stewart. 2013. "Text as Data: The Promise and Pitfalls of Automatic Content Analysis Methods for Political Texts." *Political Analysis* 21(3):267–297.

Loughran, Tim and Bill McDonald. 2011. "When Is a Liability Not a Liability? Textual Analysis, Dictionaries, and 10-Ks." *The Journal of Finance* 66(1, February): 35–65.

Evans, Michael, Wayne McIntosh, Jimmy Lin and Cynthia Cates. 2007. "Recounting the Courts? Applying Automated Content Analysis to Enhance Empirical Legal Research." *Journal of Empirical Legal Studies* 4(4, December):1007–1039.

n. Algoritmi i računarstvo

i. Dostupnost

Predmet je dostupan na programima MSc primenjene matematike, MSc nauke o podacima, MSc operacionih istraživanja i analitike, MSc statistike, MSc finansijske statistike. Ovaj predmet je dostupan i kao izborni predmet na programima gde za to postoji mogućnost.

ii. Predznanje

Matematika i uvod u programiranje

iii. Sadržaj kursa

Uvod u programiranje u Java jeziku. Uvod u teoriju i algoritme. Struktura porataka. Algoritmi sortiranja. Greedy algoritmi. Dinamičko programiranje

iv. Nastava

20 časova predavanja, 10 časova laboratorijskih vežbi, 9 časova radionica, 10 časova konsultacija

v. Forma

Nedeljni zadaci će biti ocenjeni

vi. Nastava

T H Cormen, C E Leiserson, R L Rivest and C Stein, Introduction to Algorithms;

R Sedgewick, K Wayne, Introduction to programming in Java; D Flanagan, Java in a Nutshell.

o. Operaciona istraživanja

i. Dostupnost

Ovaj predmet je obavezan na MSc nauke o odlučivanju i MSc operacionih istraživanja i analitike. Dostupan je i na programu MSC u globalnom menadžmentu, i MSC nauke o podacima. Ovaj predmet je dostupan i kao izborni predmet na programima gde za to postoji mogućnost.

ii. Predznanje

Osnove linearne algebre i teorije vrotatnoće. Osnova linearnog porgramiranja

iii. Sadržaj predmeta

Predmet je podeljen u dve velike celine simulaciju i optimizaciju. Simulacija obihvata 8 časova predavanja, a optimizacija 12. Kod simulacije obihvatiće se teme Monte Carlo simulacije, markovljevih porcesa, scenario analize. Teme optimizacije će obuhvatiti binarno, celobrojno i dinamičko programiranje.

v. Nastava

20 časova predavanja i 10 časova vežbi

vi. Forma

Studenti treba da odbrane jedan projekat

vii. Literatura

A M Law & W D Kelton, Simulation Modelling and Analysis, McGraw Hill (3rd ed., 2000);

M Pidd, Computer Simulation in Management Science, Wiley (5th ed., 2006);

S Ross, Simulation, Academic Press (5th ed., 2012).

Optimisation

W L Winston, Operations Research: Applications and Algorithms, Brooks/Cole (4th ed., 1998);

D Bertsimas and J N Tsitsiklis: Introduction to Linear Optimization, Athena Scientific (3rd ed., 1997).