

Универзитет у Београду

Студентски трг 1, 11 000 Београд, Република Србија

Тел: 011 3207400; Факс: 011 3207481;

E-mail: kabinet@rect.bg.ac.rs



НАПРЕДНА АНАЛИЗА ПОДАТАКА (ADVANCED DATA ANALYTICS)

- МАСТЕР АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ -

Књига предмета

Садржај

Напредна анализа података у фармацеутском истраживању и развоју.....	3
Анализа података у биолошким наукама	5
Анализа података у фундаменталној и клиничкој медицини	6
Практична анализа шумовитих и нехомогених временских серија	7
Big data у космичким истраживањима и њихова анализа.....	8
Увод у анализу временских серија.....	10
Аналитика и оптимизација	11
Увод у теорију комплексних мрежа	12
Базе података	13
Модел статистичког учења.....	14
Неуронске мреже и дубоко учење	15
Програмирање.....	16
Рачуарска анализа друштвених мрежа	17
Рачуарска анализа текста.....	18
Вештачка интелигенција / Машинско учење.....	19
Визуелизација података	20
Big data аналитика	21
Увод у статистичко закључивање.....	22
Big data и друштвене науке.....	23
Анализа међународних база података	24
Напредна анализа података у друштвеним наукама	26
Дискретне структуре	27
Математичке основе анализе података	29
Стручна пракса	30
Приступни рад	31
Завршни мастер рад.....	32

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података
Назив предмета: Напредна анализа података у фармацеутском истраживању и развоју
Наставник: Светлана Ибрић, Ана Протић, Теодора Ђикић, Биљана Оташевић, Јелена Ђуриш, Катарина Николић
Статус предмета: Изборни
Број ЕСПБ: 6
Услов: -
Циљ предмета: Оспособљавање студената за комплексну анализу података у фармацеутском истраживању и развоју
Исход предмета: Студентима ће бити омогућено стицање нових знања и вештина у области анализе података у фармацеутском истраживању и развоју. Биће представљене савремене компјутерске методе рационалног дизајна лекова које обухватају методе засноване на структури лиганда (QSAR, анализа структуре фармакофоре, виртуелни скрининг база хемијских једињења) или на структури циљног места дејства лекова (виртуелни докинг, молекулска динамика). Студенти ће савладати напредне теоријске методе и стећи вештине за коришћење разноврсних програма за одређивање биоактивних конформација лиганда, формирање и валидацију QSAR модела, виртуелни скрининг, виртуелни докинг, молекулску динамику. Упознаће се са савременим методама рационалног дизајна лекова које користе добијене резултате за предлагање структура и евалуацију фармаколошки активних једињења. Упознаће се са рачунарским методама и процедурама за одређивање и оптимизовање физичкохемијских и фармакокинетичких особина испитиваних и дизајнираних једињења. Студенти ће бити упознати са концептом дизајна квалитета (<i>Quality by design- QbD</i>) у фармацеутском истраживању и развоју; дефинисањем циљаног профила квалитета лека (QTPP), критичних атрибута квалитета и процесних параметара (CQA, CPP) и са дефинисањем простора за дизајн (<i>engl. Design space</i>). Студенти ће моћи да упореде и изаберу прикладне методе за напредну анализу података генерисаних током развоја формулације и процеса производње лекова, укључујући методе машинског учења (неуронске мреже, стабла одлуке, самоорганизујуће мапе, итд.) и мултиваријантне класификационе и регресионе методе. Студенти ће бити упознати са методама које се користе у контроли квалитета готових лекова, са посебним освртом на сертификат анализе. Стећи ће знање о различитим сепарационим механизмима у одабраним хроматографским системима и начинима примене предиктивних математичких модела у описивању ретенционог понашања анализата, као молекула одређене хемијске структуре. На основу тога вршиће анализу квантитативног односа структуре и ретенционог понашања (<i>енг. Quantitative structure retention relationship, QSRR</i>), дефинисати оптималне хроматографске услове за процену квалитета лека и тумачити значајност одређених структурних карактеристика и физичкохемијских особина на задржавање молекула у хроматографском систему.
Садржај предмета <ol style="list-style-type: none"> 1. Увод у анализу података у фармацеутском истраживању и развоју. 2. Употреба база података структура и биолошке активности једињења и структура циљних места дејства лекова. 3. Савремене компјутерске методе рационалног дизајна лекова 4. Рачунарске методе за одређивање и оптимизацију физичкохемијских и фармакокинетичких особина лека кандидата. 5. Концепт дизајна квалитета (<i>Quality by design- QbD</i>) у фармацеутском истраживању и развоју 6. Критични атрибути квалитета и процесни параметри (CQA, CPP). Простор за дизајн (<i>engl. Design space</i>). Рачунарске методе за дефинисање простора за дизајн. 7. Напредна анализа података у фармацеутском истраживању и развоју. 8. Напредна анализа података у континуираној верификацији процеса у фармацеутској индустрији. 9. Примена различитих напредних рачунарских метода у израчунавању молекулских дескриптора, физичкохемијских, квантохемијских, тополошких и конституционалних. 10. Примена експерименталног дизајна у дефинисању експерименталног простора у циљу правилно препознавање обрасца ретенционог понашања.

11. Примена различитих статистичких програма за креирање и тестирање предиктивних QSRR модела подржано методама машинског учења.

Литература

1. Partick, G.L.(Ed.). (2017).*An Introduction to Medicinal Chemistry*(6th ed.), Oxford: Oxford University Press.
2. Abraham,D. J. (Ed.). (2010). *Burger's Medicinal Chemistry and Drug Discovery* (7th ed.), *Volume 1: Methods in Drug Discovery*. New York: John Wiley&Sons, Inc.
3. Abraham, D. J. (Ed.). (2010). *Burger's Medicinal Chemistry and Drug Discovery* (7th ed.), *Volume 2: Discovering Lead Molecules*. New York: John Wiley&Sons, Inc.
4. Roche, V.F., William, S., Zito, D., et al. (2019).*Foye's Principles of Medicinal Chemistry* (8th ed.). Baltimore: Lippincott Williams&Wilkins.
5. Leach, A. R. (2001).*Molecular Modelling: Principles and Applications*(2nd ed.).New York: Glaxo Wellcome Research and Development, Pearson Education.
6. Guidelines, ICH Harmonised Tripartite. "Pharmaceutical development." *Q8 (R2) Current Step 4* (2009); "Quality risk management." *Q9 Current Step 5* (2006); "Pharmaceutical quality system." *Q10 Current Step 5* (2008)
7. Djuris, J.(Ed.). (2013). *Computer-Aided Applications in Pharmaceutical Technology* (1sted.). London: Woodhead Publishing UK.
8. R. Kaliszan. (2017) Quantitative structure property (retention) relationships in liquid chromatography, Chapter 23 in *Liquid Chromatography: Fundamentals and instrumentation*, Eds. Fanali, S., Haddad, P., Poole, C., Riekkola, M.L., (2nd ed.) Amsterdam: Elsevier Inc. pp. 553-572.
9. Komsta, L.,Vander Heyden, Y.,Sherma, J. (2018).*Chemometrics in Chromatography*(1st ed.).London: CRC Press, Taylor & Francis group, LLC.

Број часова активне наставе

Предавања: Вежбе: Други облици наставе: Студ. истраживачки Остали часови
5 1 рад:

Методе извођења наставе: индивидуално и у групи, вежбе и предавања

Оцена знања (максимални број поена 100)

Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Пројекат (концептуално решење)	30	Пројекат (имплементација)	70

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Анализа података у биолошким наукама			
Наставник: Проф. др Марко Ђорђевић, Проф. др Биљана Миличић, Доц. др Андреј Коренић, Асс. др Јована Кузмановић Пфићер, др Тијана Ишић Денчић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: -			
Циљ предмета: Оспособљавање студената за анализу комплексних биолошких података			
Исход предмета: Студентима ће бити омогућено стицање нових знања и вештина у области анализе података у биологији. Биће представљене савремене методе рачунске биологије које се користе у молекуларној и ћелијској биологији. Такође, студенти ће бити оспособљени да анализирају комплексне податке добијене обрадом микроскопских слика у хистологији. Поред обраде слике, овај предмет ће се фокусирати и на обраду сигнала у неуронаукама попут мировног мембранског потенцијала, акционог потенцијала, локалних потенцијала итд. Студенти ће такође бити упознати са основама биостатистике, односно применом савремених статистичких тестова у биолошким наукама.			
Садржај предмета			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Увод у анализу података у биологији. 2. Употреба база података са нуклеинским и протеинским секвенцама. 3. Основе анализе нуклеинских и протеинских секвенци. 4. Анализа података добијених светлосном и електронском микроскопијом 5. Анализа мировног мембранског потенцијала и акционог потенцијала 6. Евалуација локалних мембранских потенцијала: примена у неуронаукама 7. Статистички аналитички тестови у биолошким истраживањима 8. Корелациона и регресиона анализа у биологији 			
Литература			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Irizarry, R.A. (2017). <i>Data Analysis for the Life Sciences with R</i>. 2017. New York: Chapman and Hall/CRC. 2. Welham, S.J., Gezan, S.A., Clark, S.J. & Mead, A. (2014). <i>Statistical Methods in Biology: Design and Analysis of Experiments and Regression</i>. New York: Chapman and Hall/CRC. 3. Durstewitz, D. (2017). <i>Advanced Data Analysis in Neuroscience</i>. London: Springer International Publishing. 4. Zvelebil, Marketa J., & Baum, J. O. (2007). <i>Understanding bioinformatics</i>. New York: Garland Science. 5. Shortliffe, E.H., Cimino, J.J. (2014). <i>Biomedical Informatics: computer applications in healthcare and biomedicine</i> (4th ed.). Kindle Edition. London: Springer-Verlag. 			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања:	Вежбе:	Други облици наставе:	Студ. истраживачки рад:
5	1		0
Методе извођења наставе: индивидуално и у групи, предавања, практичан рад			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	Поена	Завршни испит	поена
Пројекат (концептуално решење)	30	Пројекат (имплементација)	70

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Анализа података у фундаменталној и клиничкој медицини			
Наставник: Проф. др Биљана Миличић, Асс. др Јована Кузмановић Пфићер, др Тијана Ишић Денчић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: -			
Циљ предмета: Усвајање нових знања и вештина везаних за аналитику података у медицини			
Исход предмета: Оспособљавање студената за обраду података у фундаменталним и клиничким медицинским дисциплинама. Студенти ће савладати анализу података добијених обрадом сигнала у области електрокардиографије, електроенцефалографије, микроскопије и других метода који се користе у савременој медицинској дијагностици. Такође, студенти ће бити упознати са основама медицинске статистике са посебним освртом на статистичке аналитичке тестове у медицинским истраживањима и компјутерским методама за статистичку обраду медицинских података. У оквиру овог предмета, студенти ће стећи и основна знања из медицинске информатике.			
Садржај предмета			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Увод у анализу података у медицини. 2. Анализа података добијених као резултат примене дијагностичких тестова у медицини. 3. Анализа електрокардиограма 4. Анализа електроенцефалограма 5. Анализа података у микроскопији 6. Статистичка анализа у клиничкој медицини 7. Основи медицинске информатике 8. Савремени компјутерски програми за статистичку анализу података у медицинским истраживањима 9. EDC (Electronic data capture) системи у медицини 10. Статистичке анализе у стоматологији - дизајн поновљених мерења (split-mouth design) 			
Литература			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Rayat, C.S. (2018). <i>Statistical Methods in Medical Research</i>. New York: Springer. 2. Marconi, K., & Lehmann, H. (2014). <i>Big Data and Health Analytics</i> (1st ed.). New York: Auerbach Publications. 3. Davis, N.A., & Shiland, B.J. (2016). <i>Statistics & Data Analytics for Health Data Management</i> (1st ed.). London: Saunders. 4. Kim J.S., & Dailey, R. (2007). <i>Biostatistics for Oral Healthcare</i>. Iowa UCA: State University Press, Blackwell Pub Professional. 			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања: 5	Вежбе: 1	Други облици наставе: рад:0	Студ. истраживачки рад:0
Методе извођења наставе: индивидуално и у групи, предавања, практичан рад			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	Поена	Завршни испит	Поена
Пројекат (концептуално решење)	30	Пројекат (имплементација)	70

Студијски програм: Напредна анализа података			
Назив предмета:			
Практична анализа шумовитих и нехомогених временских серија			
Наставник/наставници: Лука Ч. Поповић, Анђелка Ковачевић, Драгана Илић			
Статус предмета: изборни			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: -			
Циљ предмета			
Већина феномена у природи, медицини, науци, бизнису и инжењерству је мерена у одређеним временским тренуцима који су најчешће нехомогено (неравномерно) распоређени. Екстраховање информација из оваквих серија је велики изазов за аналитичара јер не може применити стандардне технике које су углавном развијене за равномерно у времену распоређене серије без израженог шума. Због тога посебне методе анализе оваквих временских серија су екстремно важне за анализу свих горе наведених типова података. Овај курс има за циљ да објасни теоријски и практично срж концепта анализе временских серија са врло непогодним карактеристикама.			
Исход предмета			
Студент је оспособљен за ефективну анализу шумовитих временских серија које су неравномерно распоређене у времену како у природним наукама, медицини, бизнису, инжењерству тако и у анализама временских серија друштвених мрежа и оних у социолошким истраживањима.			
Садржај предмета			
Недостајући подаци. Величина узорка. Стохастички и детерминистички процеси. Појам стационарности. Екстраполативни и декомпозициони модели. Методе експоненцијалне глаткости. Појам нестационарности временске серије. Тестови нестационарности. Стабилизација варијансе, структурна или режимска стабилност. Преглед хомогених и нехомогених серија. Сигнал и шум у временској серији. Гаусовски процес моделовања временске серије. Поасонов процес моделовања временске серије. Random Walk модел. Фуријеова анализа. Вејвлет анализа. Тешкоће детектовања: $1/f$ шум у временским серијама. Методе детекције сигнала у шумовитим и нехомогеним серијама. Процена максималне вероватноће (МЈЕ).			
Литература			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mills, T. (2019). <i>Applied Time Series Analysis</i>, New York: Academic Press. 2. Chattopadhyay, A. K., & Chattopadhyay, T. (2014). <i>Statistical Methods for Astronomical Data Analysis</i>. New York: Springer. 			
Број часова активне наставе 5+1	Предавања: 5	Студ. истраживачки рад: 1	Други облици наставе:
Методе извођења наставе			
индивидуално и у групи, предавања, практичан рад			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
активност у току предавања	10	писмени испит	
практична настава	60	усмени испит	30

Студијски програм: Напредна анализа података		
Назив предмета:		
Big data у космичким истраживањима и њихова анализа		
Наставник/наставници: Лука Ч. Поповић, Анђелка Ковачевић, Драгана Илић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 6		
Циљ предмета		
<p>Свакодневно се добијају огромне количине података везаних за космичка истраживања како помоћу телескопа инсталираних на Земљи и оних лансираних у Вациону; међутим, огромна количина података се прикупи у мисијама које надгледају Земљу из космоса (нпр. Коперникус програм сателита). Подаци добијени из праћења Земље помоћу сателита могу да се употребе за разне људске активности на Земљи: од социолошких (праћење миграција), медицинских (праћења пандемија), биолошких, индустријских, телекомуникационих, до оних која се односе на проучавање климатских промена.</p> <p>Циљ овог предмета је пре свега да упозна студенте која врста података се добија из космичких истраживања, при чему се пружа широк и практичан увод у велике податке: технике анализе података укључујући базе података, рударење (истраживање) података, машинско учење и визуелизацију података; алате за анализу података, укључујући примену SQL и Python. Алати и технике су практични, пружајући темељну основу за будућа истраживања и примену.</p>		
Исход предмета		
Студент је оспособљен да рукује и примењује алате и технике обраде великих података у својим матичним областима истраживања као и за евентуалну примену у космичкој индустрији.		
Садржај предмета		
<i>Теоријска настава</i>		
<p>Увод: начин и технике прикупљања података у астрономији помоћу телескопа и сателита. Начини прикупљања података сателита за посматрања Земље. Циљеви ових посматрања и њихова примена у истраживањима и практична примена. Увод у велике базе података и њихова организација. Платформе база великих података и чување великих података. Велики подаци у космичким наукама. Велики прегледи неба и провајдери великих података у космичким наукама: ЈССТ, ЕЛТ, ГАИА, СДСС, итд.</p>		
<i>Практична настава</i>		
<p>Рударење (истраживање) база података са SQL и Python програмским језицима, увод у флексибилан транспортни систем за слике (FITS), изучавање средње вредности и медијане колекција FITS података, ефективан начин упоређивања података из различитих база великих података; приказивање великих података са земаљских надгледајућих сателита- визуелизација великих података на мапи.</p> <p>Редукција димензионалности: PCA, кернел PCA, PCA као филтер шума у подацима, увод у машинско учење и Scikit Learn, хиперпараметри и валидација модела, селекција најбољег модела, категоријске карактеристике слика, убацивање недостајућих података, Бајесовска класификација, регресија, класификација и кластери, примена Python у машинском учењу, алгоритми за рударење (истраживање) података, модели за тренирање, Support Vector Machine (Метода подржавајућих вектора) са применом на препознавање делова комплексних слика, Decision Trees (Стабла одлучивања) и Random forest (Случајне шуме) са применом, процена кернел густине са применом у препознавању делова комплексних слика, завршни пројекат из машинског учења у космичким наукама.</p>		
Литература		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Géron, A. (2017). <i>Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems</i>. New York: O'Reilly Media. 2. VanderPlas, J. (2017). <i>Python Data Science Handbook</i>. New York: O'Reilly Media. 		
Број часова активне наставе 5+1	Предавања: 5 Студ. истраживачки рад: 1	Други облици наставе:

Методe извођења наставe: индивидуално и у групи, предавања, практичан рад			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
активност у току предавања	10	писмени испит	
практична настава	60	усмени испт	30

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Увод у анализу временских серија			
Наставник: Марија Митровић Данкулов, Александра Алорић, Андреј Коренић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета: Усвајање основних знања о теоријским и примењеним аспектима анализе временских серија.			
Исход предмета: Студенти ће усвојити знања о основним концептима анализе временских серија и њихове примене. Студенти ће бити оспособљени да детаљно анализирају континуалне и дискретне временске серије, да описују њихове карактеристике, одаберу адекватне теоријске моделе и доносе закључке о матрицама интеракције на основу корелација у временским серијама.			
Садржај предмета: Основне теме које ће бити обрађене кроз курс: Стационарни процеси, аутокорелациона и аутоковаријансна функција; Процес покретног просека (енг. Moving Average MA), Ауторегресивни процес (енг. Auto-Regressive AR) и Ауторегресиони процеси покретног просека (енг. Auto-Regressive/Moving Average ARMA); корелограм; спектрална анализа, периодограм; елементи естимације и предвиђања, као и примене на емпиријске податке. Анализа флукуација у детрендованим подацима. Хрстов експонент. Фуријеова трансформација временских серија и предикције. Корелације временских серија и екстракција мреже.			
Литература 1. Shumway, R. H., &Stoffer, D.S. (2011). <i>Time series analysis and its applications: with R examples</i> . New York: Springer.			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања: 4	Вежбе:	Други облици наставе:	
			Студ. Истраживачки рад: 3
Методe извођења наставе: На предавањима ће бити представљени основни концепти из сваке области, уз практичан рад са одговарајућим програмским библиотекама. Студентски истраживачки рад ће бити практичне природе, засноване на индивидуалном и групном раду.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Домаћи задаци	0 - 40	Пројектни рад: случај примене над подацима из изабраног реалног контекста	0 - 60

Студијски програм: Напредна анализа података			
Назив предмета: Аналитика и оптимизација			
Наставници: Милан Станојевић, Драгана Макајић-Николић, Гордана Савић, Марија Кузмановић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Циљ предмета Увођење основа аналитике и оптимизације у циљу оптималног одлучивања користећи квантитативне методе и моделе.			
Исход предмета <ul style="list-style-type: none"> - Студенти ће бити оспособљени да идентификују реалне проблеме и анализирају податке прикупљене у процесу њихове анализе, - Студенти ће бити оспособљени да формулишу релане проблеме као оптимизационе проблем, - Студенти ће бити оспособљени да користе адекватне оптимизационе методе и технике, - Студенти ће бити оспособљени да анализирају и визуализују резултате. 			
Садржај предмета Основе аналитике у улога оптимизације у аналитици. Дескриптивна аналитика (основе кластеровања података, рад са недостајућим подацима, груписање, класификација, визуелизација,...). Предиктивна аналитика (основе предвиђања на основу историјских података...). Прескриптивна аналитика – математичко моделирање и оптимизација. Методе за решавање математичких модела. Анализа осетљивости. Вишекритеријумска анализа. Хеуристике. Методе за селекцију алтернатива у условима неизвесности и ризика. Примена метода користећи алате MS Excel tools, AMPL... Решавање реалних проблема и анализа и презентација резултата.			
Литература <ol style="list-style-type: none"> 1. Lawrence, J.A. &Pasternack, B.A. (2002).<i>Applied Management Science</i>.London: John Wiley & Sons Inc. 2. Makhorin, A. (2013).<i>Modeling Language GNU MathProg Language Reference</i>. Boston: Free Software Foundation. 3. Saxena R.,& Srinivasan, A. (2013).<i>Business Analytics: A Practitioner’s Guide</i>.New York: Springer. 4. Evans, J. R. (2013). <i>Business Analytics: Methods, Models and Decisions</i>. London: Pearson. 5. R. Fourer, R., Gay, D.M., &Kernighan, B.W. (2002).<i>AMPL: A Modeling Language for Mathematical Programming</i>. Duxbury: Duxbury Press / Brooks /Cole Publishing Company. 			
Број часова активне наставе			Остали часови:
Предавања: 4	Вежбе:	Креативне радионице:	
		Студијски истраживачки рад:3	
Методе извођења наставе Предавања су праћена одговарајућим презентацијама; сви модели ће бити илустровани на хипотетичким примерима. Студенти ће кроз студије случаја уз коришћење одговарајућих софтвера анализирати улазне податке, дефинисати квантитативне моделом креирати алтернативнаа сценарија за доношење одлука.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	Поени	Завршни испит	Поени
активност у току предавања	10	Писмени испит	30
Студија случаја	60		

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Увод у теорију комплексних мрежа			
Наставник: Марија Митровић Данкулов, Александра Алорић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета: СТИЦАЊЕ основних знања о комплексним мрежама, методама и алатима за квантитативну анализу њихове структуре, и примене.			
Исход предмета: Студенти ће добити знање о основним концептима теорије комплексних мрежа и бити у могућности да користе разне технике анализе комплексних мрежа. Студенти ће знати како да мапирају податке на различите типове комплексних мрежа, да ураде статистичку анализу њихове структуре и да закључују о особинама система на основу резултата статистичке анализе.			
Садржај предмета Предмет обрађује следеће теме: Репрезентација система мрежама и основни концепти (чворови, линкови, матрица повезаности, временске мреже, мултиплекс мреже, итд.) Концепти глобалних, мезоскопских и локалних структура мрежа (чвор, кластеринг, мотиви, мере централности, спектралне особине матрице повезаности и лапласијана, анализа структуре заједница у мрежама, итд.) Статистички модели комплексних мрежа и њихове особине (Ердош-Рењи модел, Барабаши-Алберт модел, стохастички блок модел, експоненцијални случајни графови) Примене у биолошким системима Примене у социјалним системима Динамички процеси на мрежама Увод у networkx пајтон модул Увод у комплексне мреже и сакупљање, чишћење и анализа података			
Литература Изабрана поглавља из следећих књига: 1. Newman, M.E.J. (2018). <i>Networks: an introduction</i> , Oxford: Oxford University Press. 2. Barabasi, A.L. (2015). <i>Network Science</i> . Cambridge: Cambridge University Press.			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања: 4	Вежбе:	Други облици наставе:	
			Студ. истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе: На предавањима ће бити представљени основни концепти из сваке области, уз практичан рад са одговарајућим програмским библиотекама. Студентски истраживачки рад ће бити практичне природе, заснован на индивидуалном и групном раду.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Домаћи	0 - 40	Пројектни рад: случај примене на реалном систему	0 - 60

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Базе података			
Наставник: Зоран М. Марјановић, Ненад М. Аничих, Срђа Бјеладиновић, Ана Пајић Симоновић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета: Стицање темељних знања о базама података и системима за управљање базама података.			
Исход предмета: Студенти ће бити оспособљени да сагледају захтеве за подацима, пројектују базу података, разумеју архитектуру и компоненте базе, користе упитне језике за приступ и манипулисање подацима база података различитих типова.			
Садржај предмета			
Увод			
Системи за управљање базом података и модели података			
Релационе базе података			
Концептуално пројектовање база података. Модел објекти-везе			
Логичко пројектовање база података. Релациони модел.			
Нормализација релација			
Физичко пројектовање база података: Денормализација и оптимизација			
SQL окружење: шема, каталог, клијенти и сервери. Конекције ка базама података.			
SQL упитни језик			
SQL у софтверским окружењима			
NoSQL базе података			
Настанак и појам. CAP теорема			
BASE особине. Компаративна анализа BASE и ACID особина			
Кључ-вредност базе података			
Базе података засноване на документима			
Фамилија колоне базе података			
Базе података засноване на графовима			
Технике пројектовања NoSQL база података			
Map reduce			
Упитни језици NoSQL база података и њихова примена			
Хибридне SQL/NoSQL базе података			
Литература			
1. Лазаревић, Б., Марјановић, З., Аничих, Н. & Бабарогих, С. (2016). <i>Базеподатака</i> (7. издање). Београд: ФОН.			
2. Sadalage P., & Fowler M. (2014). <i>NoSQL Distilled: A Brief Guide to the Emerging World of Polyglot Persistence</i> . New Jersey: Addison-Wesley. или Strauch C. (2011). <i>NoSQL Databases</i> . Доступно на: https://www.christof-strauch.de/nosql dbs.pdf .			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања: 4	Вежбе: 3	Други облици наставе: 3	Студ. истраживачки рад: 50
Методe извођења наставе: групни, индивидуални и практични			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Пројектни рад	50	Имплементација на рачунару	50

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Модел статистичког учења			
Наставник: Булајић Милица, Вукмировић Драган, Радојичић Зоран, Марковић Александар, Јеремић Велько, Доброта Марина, Маричић Милица, Никола Зорнић, Мутавцић Драгосав			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета: Стицање способности за спровођење напредних модела статистичког учења, тумачење добијених резултата, као и способности да се препозна одговарајући модел статистичког учења за решавање задатог проблема. Коришћење напредних функција савремених статистичких и симулационих окружења.			
Исход предмета: Након завршеног курса студент ће стећи искуство у разумевању концепата напредних модела статистичког учења у савременим статистичким и симулационим софтверским окружењима, као и искуство потребно за њихову примену у реалним пословним проблемима.			
Садржај предмета Концепти и технике модела статистичког учења уводе се кроз преглед и приказ теоријских основа, а затим и кроз практичан рад, коришћењем савремених статистичких и симулационих софтверских окружења. Регресиони модели Логистичка регресија Ласо регресија Полиномијална регресија Стабла одлучивања Методе реузорковања Унакрсна валидација „Перорез“ метода Параметарски и непараметарски бутстрап Методе надгледаног учења Методе ненадгледаног учења Машине са векторима подршке (Support Vector Machines) Примена Монте Карло симулације у напредној анализи података Симулација заснована на агентима - опис понашања агената методама статистичког учења Имплементација обрађених метода и модела у савременим статистичким и симулационим софтверским окружењима			
Литература 1. Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). <i>The Elements of Statistical Learning- Data Mining, Inference, and Prediction</i> . New York: Springer. 2. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2016). <i>An Introduction to Statistical Learning with Applications in R</i> . New York: Springer. 3. Bulajić M., Jeremić, V., & Radojčić, Z. (2012). <i>Advance in Multivariate Data Analysis – Contributions to Multivariate Data Analysis</i> . Belgrade: Faculty of Organizational Sciences. 4. Wilensky, U., & Rand, W. (2015). <i>An introduction to agent-based modeling: modeling natural, social, and engineered complex systems with NetLogo</i> . Cambridge, Massachusetts: MIT Press.			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања: 4	Вежбе: 1	Други облици наставе: 1	Студ. истраживачки рад: 2
Методе извођења наставе: групни, индивидуални и практични			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Пројектни рад	60	Усмени испит	40

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Неуронске мреже и дубоко учење			
Наставник: Зоран В. Шеварац, Драган О. Ђурић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета: Овладавање основним појмовима и алгоритмима у области неуронских мрежа и дубоког учења, и методама примене ових технологија за решавање проблема у разним областима.			
Исход предмета: Студенти ће упознати основне појмове, врсте и начине примене неуронских мрежа и дубоког учења, и стећи практичне вештине потребне за њихову примену.			
Садржај предмета Основни појмови: Модел вештачког неурона, функције активације, врсте и архитектуре неуронских мрежа, алгоритми за учење. Математички и теоријски модели и аналогија са биолошким системима. Функције грешке и методе оптимизације. Архитектуре неуронских мрежа: Вишеслојни перцептрони, алгоритми за учење вишеслојних перцептрона и њихова примена . Конволуционе неуронске мреже и дубоко учење. Процедура решавања проблема помоћу неуронских мрежа и дубоког учења, проблеми у практичној примени. Начини примене за различите врсте проблема који се решавају помоћу неуронских мрежа и дубоког учења: класификација, кластеризација, регресија. Области примене неуронских мрежа и дубоког учења: медицина, финансије, производња, одбрана, развој софтвера.			
Литература 1. Bishop, C. (1996). <i>Neural Networks for Pattern Recognition</i> . Oxford: Oxford University Press. 2. Rojas, R. (1996). <i>Neural Networks - A Systematic Introduction</i> . New York: Springer-Verlag. 3. Fausett, L. (2006). <i>Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications</i> . New Jersey: Pearson Education. 4. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). <i>Deep Learning</i> . Massachusetts: MIT Press. 5. Документација и примери пројекта Neuroph, доступни на: http://neuroph.sourceforge.net/			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања:	Вежбе:	Други облици наставе:	Студ. истраживачки рад:
4			3
Методе извођења наставе: групни, индивидуални и практични			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Семинарски рад	30	Имплементација пројекта на рачунару	70

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Програмирање			
Наставник: Владан Б. Девеџић, Бојан Б. Томић, Зоран В. Шеварац, Драган О. Ђурић, Антун Балаж			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета: Детаљно упознавање са актуелним програмским језицима, методама и техникама програмирања у напредној анализи података			
Исход предмета: Студенти ће се оспособити да овладају одговарајућим методама и техникама програмирања коришћењем програмских језика актуелних у напредној анализи података.			
Садржај предмета			
Највећи део наставе чини практична настава. Концепти и технике се уводе кроз практичан рад, независно од тога који се програмски језик ради током наставе. Предвиђено је да се програмски језици који се користе током наставе мењају у складу са развојем области тако да се увек ради са најактуелнијим језицима.			
Увод			
Инсталација и коришћење одговарајућих програмских окружења			
Програмске библиотеке и API			
Документација и њено ефикасно коришћење			
Типови података			
Прости типови података			
Низови, стрингови, листе, речници и остали сложени типови података			
Класе и објекти, конструктори, наслеђивање			
Операције, изрази, петље, гранање, функције, методе, изузеци			
Разне врсте операција и операнада			
Разне врсте израза			
Функције и методе (разне врсте)			
Итератори и генератори			
Обрада изузетака			
Стандардне и нестандартне програмске библиотеке			
Рад са библиотекама важним у анализи података			
Обрада и анализа података			
Формати података, чување података, филтрирање података, приказивање података			
Припрема података за анализу (разне технике)			
Статистичка обрада података коришћењем одговарајућих програмских библиотека			
Визуелизација података			
Рад са актуелним библиотекама за визуелизацију података			
Литература			
1. Beazley, D., & Jones, B.K. (2013). <i>Python Cookbook</i> (3rd ed.). Boston: O'Reilly Media.			
2. Chang, W. (2014). <i>Cookbook for R</i> . Доступно на: http://www.cookbook-r.com/ .			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања:	Вежбе:	Други облици наставе:	Студ. истраживачки рад:
4			3
Методе извођења наставе: групни, индивидуални и практични			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Пројектни рад	50	Имплементација на рачунару	50

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Рачунарска анализа друштвених мрежа			
Наставник: Јовановић М. Јелена, Алорић Александра, Марија Митровић Данкулов			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета: Омогућити студентима: - упознавање са главним концептима, методама, и техникама анализе друштвених мрежа (<i>Social Network Analysis - SNA</i>) - стицање солидног разумевања а) типова аналитичких питања и/или проблема који се могу решити коришћењем SNA метода; б) предности и недостатака различитих SNA метода и техника, како би се одабрале одговарајуће методе и технике за одређени проблем, односно питање - стицање практичних вештина у анализи мрежних података, коришћењем јавно доступних скупова података и софтверских алата за SNA.			
Исход предмета: Студенти ће стећи солидно разумевање главних концепата, метода, и техника SNA. Такође, добиће увид у могућности и ограничења ових метода и техника, на основу чега ће бити у могућности да изаберу одговарајуће методе, односно технике, за конкретан случај примене. Поред тога, студенти ће стећи практичне вештине у примени SNA софтверских алата за анализу реалних скупова података.			
Садржај предмета Предмет обрађује следеће теме: - Представљање података у форми мреже (чворови, ивице, матрица суседства, итд.) - Карактеристике мреже (дистрибуција степена, повезаност, транзитивност, итд.) - Мере централности (централност степена, централност посредништва, ајгенвектор централност, итд.) - Групе у мрежи. Детектовање група у мрежи. - Статистички модели формирања мреже (нпр. ERGM). - Дистрибуција информација и иновација кроз мрежу. Све теме у оквиру предмета ће бити представљене кроз практичан рад са јавно доступним софтверским библиотекама за SNA (нпр. одговарајући R или Python пакети) и реалним скуповима мрежних података. Практични рад ће обухватити и различите облике визуелизације мреже, као и прикупљање и припрему података за мрежне анализе.			
Литература Изабрана поглавља из следећих књига: 1. Tsvetovat, M., & Kouznetsov, A. (2011). <i>Social Network Analysis for Startups: Finding connections on the social web</i> . Sebastopol, CA: O'Reilly Media Inc. 2. Easley, D., & Kleinberg, J. (2010). <i>Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World</i> . New York: Cambridge University Press.			
Број часова активне наставе		Остали часови	
Предавања: 4	Вежбе: наставе:	Други облици наставе:	Студ. истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе: На предавањима ће бити представљени основни концепти из сваке области, уз практичан рад са одговарајућим програмским библиотекама. Вежбе ће бити практичне, засноване на индивидуалном и групном раду.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Пројектни рад: једноставан случај примене	0 - 40	Пројектни рад: случај примене над подацима из изабраног реалног контекста	0 - 60

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Рачунарска анализа текста			
Наставник: Јовановић М. Јелена, Соња Димитријевић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета: Омогућити студентима: - упознавање са свим фазама поступка рачунарске анализе текста - изучавање основних метода и техника рачунарске анализе текста, укључујући оне које се користе у класификацији и кластеровању текста, идентификацији тема у тексту, екстракцији кључних термина и сумаризацији текста. - практичну примену рачунарске анализе текста у програмским језицима R и/или Python.			
Исход предмета: Студенти ће бити оспособљени да примене методе и технике рачунарске анализе текста за класификацију и кластеровање неструктурираног текстуалног садржаја, као и за идентификацију кључних термина и главних тема у таквим садржајима. Студенти ће, такође, научити да процене перформансе појединих метода и техника, као и да реализују студије поређења (<i>benchmarking</i>) различитих метода и техника.			
Садржај предмета Предмет обрађује целокупни процес рачунарске анализе текста и детаљно анализира сваку од кључних фаза типичног процеса примене рачунарске анализе текста. Конкретно, следеће фазе ће бити детаљно обрађене: - анализа структуре и садржаја датог корпуса (тј. скупа текстуалних података) - препроцесирање текста - трансформација неструктурираног текстуалног садржаја у структурирани нумерички формат, односно креирање скупа атрибута (<i>features</i>); биће размотрени различити приступи представљању текста / креирања атрибута, укључујући традиционалне (нпр. модел векторског простора) и новије (нпр. вектори речи) - редукција, типично веома великог, иницијалног скупа атрибута техникама селекције атрибута - избор статистичког алгорита, алгорита машинског учења или алгорита заснованог на графу који ће се користити над креираним скупом атрибута како би се креирао модел за идентификацију законитости у тексту или екстракцију информација - тумачење и евалуација резултата креираног модела. Биће обрађене различите методе за типичне задатке рачунарске анализе текста, као што класификација текста и кластеровање, као и откривање кључних појмова и тема у тексту. На крају, биће демонстриран итеративни (циклични) процес рачунарске анализе текста, чији је циљ постизање бољих перформанси кроз измену појединих фаза целокупног процеса. Све фазе процеса рачунарске анализе текста ће бити обрађене кроз практичан рад са јавно доступним софтверским библиотекама за анализу текста (нпр. релевантни R или Python пакети) над корпусима текста (тј. текстуалним скуповима података) из реалног света.			
Литература Изабрана поглавља из следећих књига: 1. Silge, J, & Robinson, D. (2017). <i>Text Mining with R – A Tidy Approach</i> . Sebastopol, CA: O'Reilly Media. 2. Kwartler, T. (2017) <i>Text Mining in Practice with R</i> . New Jersey: Wiley.			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања: 4	Вежбе: 1	Други облици наставе: 1	Студ. истраживачки рад: 2
Методe извођења наставe: На предавањима ће бити представљени основни концепти из сваке области, уз практичан рад са одговарајућим програмским библиотекама. Остали рад ће бити практичног карактера, заснован на индивидуалном и групном раду.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Пројектни рад: једноставан случај примене	0 - 40	Пројектни рад: случај примене над подацима из изабраног реалног контекста	0 - 60

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Вештачка интелигенција / Машинско учење			
Наставник: Владан Б. Девеџић, Бојан Б. Томић, Зоран В. Шеварац, Драган О. Ђурић, Александра Алорић, Марија Митровић Данкулов, Андреј Коренић, Соња Димитријевић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета: Овладавање основним концептима, техникама и применама вештачке интелигенције.			
Исход предмета: Студенти ће упознати основне концепте и технике вештачке интелигенције и стећи практичне вештине за њихову примену у напредној анализи података.			
Садржај предмета			
<i>Теоријска настава</i>			
<input type="checkbox"/> Основни концепти и преглед области вештачке интелигенције и интелигентних система <input type="checkbox"/> Основе машинског учења. Методе и технике припреме података и одабир атрибута за анализу. Изучавање алгоритама линеарне регресије, класификације и кластеризације. <input type="checkbox"/> Представљање знања засновано на правилима. Закључивање засновано на правилима. <input type="checkbox"/> Основни концепти неуронских мрежа.			
<i>Практична настава</i>			
Практичан рад коришћењем софтверских оквира, алата и/или сервиса специфичних за сваку од области која се обрађује на часовима предавања. Софтверски оквири са којима ће студенти радити су засновани на програмским језицима Java, Python и/или R.			
Литература			
Основна литература:			
1. Russell, S., & Norvig, P. (2009). <i>Artificial Intelligence - A Modern Approach</i> (3 rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.			
2. Материјали у е-форми, расположиви на Веб сајту предмета			
Додатна литература:			
3. Документација и туторијали за софтверске оквири, алате и сервисе који се обрађују на вежбама.			
Број часова активне наставе			Остали часови: -
Предавања: 4	Вежбе: 1	Други облици наставе: 1	Студ. истраживачки рад: 2
Методe извођења наставе:			
Предавања: слајдови и практични студијски примери везани за разматране концепте и технологије вештачке интелигенције.			
Други облици наставе и студ. истраживачки рад: рад са студентима на рачунару или објашњавање конкретних примера из праксе, студенти су активно укључени у дискусију.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Семинарски рад	0-30	Пројектни рад	0-70

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Визуелизација података			
Наставник: Драган О. Ђурић, Антун Балаж, Марија Митровић Данкулов, Александра Алорић, Андреј Коренић			
Статус предмета: изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета: Детаљно упознавање са актуелним алатима, методама и техникама визуелизације података у напредној анализи података			
Исход предмета: Студенти ће се оспособити да овладају одговарајућим методама и техникама визуелизације података коришћењем програмских језика актуелних у напредној анализи података.			
Садржај предмета Највећи део наставе чини практична настава. Концепти и технике се уводе кроз практичан рад, независно од тога који се програмски језик ради током наставе. Предвиђено је да се алати који се користе током наставе мењају у складу са развојем области тако да се увек ради са најактуелнијим алатима. Увод Програмска окружења Библиотеке и алати за визуелизацију података Коришћење документације Увод у одабране алате за визуелизацију података Покретање Компоненте графичког приказа Естетика Геометрије Грамматика графичког приказа Слојеви Размере, осе и легенде Позиционирање Теме Коришћење визуелизације у анализи података Анализа података Трансформација података Моделовање за визуелизацију Програмирање уз одабране алате за визуелизацију података			
Литература 1. Wickham, H. (2016). <i>Ggplot2: Elegant Plotting for Data Analysis</i> (2 nd ed.). New York: Springer. 2. Chang, W. (2018). <i>R Graphics Cookbook: Practical Recipes for Visualizing Data</i> (2 nd ed.). Sebastopol, CA: O'Reilly. 3. <i>Matplotlib user's guide</i> . Online. Доступно на: https://matplotlib.org/users/index.html .			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања:4	Вежбе:	Други облици наставе:	Студ. истраживачки рад:3
Методе извођења наставе: групни, индивидуални и практични			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Пројектни рад	50	Имплементација на рачунару	50

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Big data аналитика			
Наставник: Вукмировић Драган, Јеремић Вељко, Томашевић Никола, Батић Марко			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета: Предмет ће пружити студентима основу за разумевање основних концепата big data аналитике, методолошких оквира за анализирање структурираних и неструктурираних података са посебним нагласком на значај data scientist-а за потребе компанија.			
Исход предмета: Након завршеног курса студент ће моћи да критички разматрају имплементације велике количине података, узевши у обзир практичност и корисне метрике. Такође, студенти ће бити оспособљени да разумеју и примењују напредна знања из статистичке анализе велике количине података.			
Садржај предмета Концепти и технике big data аналитике уводе се кроз преглед и приказ теоријских основа, а затим и кроз практичан рад, коришћењем савремених статистичких софтверских окружења. Методологија истраживања Увод у податке и науку о подацима Животни циклус напредне аналитике података Припрема и сређивање података Сумирање података и визуелизација Развој модела за анализу података у одговарајућим софтверским окружењима Аналитика података: теорија и методе (надгледаног и ненадгледаног учења у анализи велике количине података= Spark 2.0, Spark ML библиотека, R Етика употребе података, злоупотреба података			
Литература 1. Walkowiak, S. (2016). <i>Big Data Analytics with R: Leverage R Programming to uncover hidden patterns in your Big Data</i> . Birmingham: Packt Publishing. 2. Bahga, A., & Madiseti, V. (2016). <i>Big Data Science & Analytics: A Hands-On Approach</i> . VPT. 3. Li, K. C., Jiang, H., Yang, L. T., & Cuzzocrea, A. (eds.). (2015). <i>Big data: Algorithms, analytics, and applications</i> . Boca Raton: CRC Press. 4. Erl, T., Khattak, W., & Buhler, P. (2016). <i>Big Data Fundamentals: Concepts, Drivers & Techniques</i> . Pearson, Prentice Hall Press. 5. Provost, F., & Fawcett, T. (2013). <i>Data Science for Business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking</i> . Sebastopol, CA: O'Reilly Media.			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања: 4	Вежбе: 1	Други облици наставе: рад:2	Студ. истраживачки рад:2
Методје извођења наставе: групни, индивидуални и практични			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Пројектни рад	60	Усмени испит	40

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Увод у статистичко закључивање			
Наставник: Булајић Милица, Вукмировић Драган, Радојичић Зоран, Јеремић Вељко, Доброта Марина, Маричић Милица, Алорић Александра, Мутавцић Драгосав			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета: Стицање способности за спровођење статистичких анализа и тумачење добијених резултата, као и способности да се, кроз упознавање са основним статистичким методама и моделима, изучавање појаве посматрају као предмет квантитативне анализе. Упознавање са савременим статистичким софтверским окружењима.			
Исход предмета: Након завршеног курса студент ће стећи основу за разумевање концепата напредне анализе података у савременим статистичким софтверским окружењима.			
Садржај предмета Концепти и технике статистичког закључивања уводе се кроз преглед и приказ теоријских основа, а затим и кроз практичан рад, коришћењем савремених статистичких софтверских окружења. Увод у статистику Статистички скуп Статистичко обележје Узорак Дескриптивна статистика Прикупљање, сређивање и приказивање података Случајне променљиве и модели расподела Статистике узорка Статистичко оцењивање Тачкасте оцене параметара Интервалне оцене параметара Тестирање статистичких хипотеза Параметарски тестови Непараметарски тестови Линеарни регресони модели Прост линеарни регресиони модел Вишеструки линеарни регресиони модел Имплементација обрађених метода и модела у савременим статистичким софтверским окружењима			
Литература 1. Вуковић, Н., & Булајић, М. (2014). <i>Основе статистике</i> . Факултет организационих наука, Београд. 2. Ман, С. П. (2016). <i>Увод у статистику</i> . Београд: Економски факултет. 3. Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2012). <i>Discovering statistics using R</i> . New York: Sage.			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања: 4	Вежбе: 1	Други облици наставе: рад:2	Студ. истраживачки
Методе извођења наставе: групни, индивидуални и практични			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Пројектни рад	60	Усмени испит	40

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Big data и друштвене науке			
Наставник: Јелисавета Петровић, Јелена Пешић, Ирена Петровић, Драган Станојевић, Оливер Тошковић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: /			
Циљ предмета: Циљ предмета „Big data и друштвене науке“ представља како упознавање студената са друштвеним, етичким и методолошким изазовима до којих долази приликом коришћења великих сетова друштвених података, тако и са начинима њиховог превазилажења приликом употребе у друштвеним наукама.			
Исход предмета:			
<input type="checkbox"/> Познавање различитих врста и начина употребе великих сетова података у друштвеним наукама. <input type="checkbox"/> Познавање методолошких могућности и ограничења употребе великих сетова података у друштвеним наукама. <input type="checkbox"/> Упознатост са начинима комбинованог коришћења великих сетова података и ”малих/микро” података који су прикупљени стандардним техникама друштвених истраживања (анкетно истраживање, интервјуи, посматрање итд.) <input type="checkbox"/> Упознавање са етичким стандардима у коришћењу великих сетова друштвених података. <input type="checkbox"/> Упознатост са правним аспектима употребе великих сетова друштвених података. <input type="checkbox"/> Развијена способност критичке анализе великих сетова друштвених података.			
Садржај предмета			
- Врсте, извори и квалитет великих сетова друштвених података. - Друштвене импликације употребе великих сетова података: дигиталне неједнакости и поделе, надзор и слобода, угрожавање приватности, систем друштвеног рангирања и др. - Коришћење великих сетова података у друштвеним наукама у различитим областима: истраживање политичког понашања, потрошачких пракси, криминалитета, облика комуникације кроз друштвене мреже, социо-просторних феномена и др. - Методолошки аспекти коришћења великих сетова података у друштвеним наукама – репрезентативност, пристрасност, грешке мерења и узорковања, деконтекстуализација и др. - Комбиновање различитих сетова података: ”малих/микро” и великих у анализи друштвених феномена. - Етички аспекти коришћења великих сетова података у друштвеним наукама. - Правни оквири коришћења великих сетова података у друштвеним наукама са посебним нагласком на правну регулативу Европске уније (GDPR).			
Литература			
1. Foster, I. et al. (2017). <i>Big Data and Social Sciences – A Practical Guide to Methods and Tools</i> , London: CRC Press. (одабранапоглавља) 2. Hoeren, T., & Kolany-Raiser (eds.) (2018). <i>Big Data in Context – Legal, Social and Technological Insights</i> . Springer Open. (одабранапоглавља) 3. Petrović, J. (2018). „Veliki“ podaci – veliki izazov za sociologiju? <i>Sociologija</i> 60(3):557-582. 4. Boyd, D., & Crawford, K. (2012). Critical Questions for Big Data, <i>Information, Communication and Society</i> 15(5):662-679.			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања: 5	Вежбе:	Други облици наст.: 1	
Студ. истраживачки рад:			
Методе извођења наставе: предавања и практичан рад; групни и индивидуални рад са студентима			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Развијање истраживачког пројекта и презентација фаза истраживања	0-30	Развијен нацрт истраживања одабраног друштвеног феномена коришћењем великих сетова података	0-70

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података
Назив предмета: Анализа међународних база података
Наставник: Јелена Пешић, Ирена Петровић, Јелисавета Петровић, Драган Станојевић, Оливер Тошковић
Статус предмета: Изборни
Број ЕСПБ: 6
Услов: -
Циљ предмета: Обука за анализу међународних званичних статистичких података и компаративних података похрањених у академским базама микро-података.
Исход предмета: Упознавање са различитим међународним скуповима компаративних макро- и микро-података. Критичка процена података у погледу валидности, репрезентативности и компарабилности. Усавршавање у примени техника статистичке анализе на међународним компаративним подацима. Стицање аналитичких вештина везаних за употребу и интерпретацију компаративних података при решавању друштвених проблема и формулисању практичних политика.
Садржај предмета Анализа секундарних података. Упознавање са различитим врстама међународних статистичких и научних база података. Критичка процена података: поузданост, валидност, компарабилност. Преглед међународних база компаративних макро-података: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Подаци о показатељима економског развоја (Светска банка, Организација европске безбедности и сарадње, Уједињене нације – Индекс људског развоја, Статистике о структурним показатељима пословања – ЕУРОСТАТ, Глобални мониторинг предузетништва, итд.) <input type="checkbox"/> Подаци о сиромаштву и социјалној искључености (ЕУРОСТАТ, ЦЕПАЛ) <input type="checkbox"/> Статистички показатељи родних неједнакости (Европски институт за родну једнакост – ЕИГЕ, Уједињене нације, итд.). Преглед међународних база компаративних микро-података: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Анкета о приходима и условима живота (EU SILC) <input type="checkbox"/> Анкета о радној снази <input type="checkbox"/> Европско друштвено истраживање (ESS) <input type="checkbox"/> Светско истраживање вредности (WVS) <input type="checkbox"/> Међународно друштвено истраживање (ISSP) Примена техника статистичке анализе података на компаративне микро-податке. Теме: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Индивидуално и друштвено благостање (ESS) <input type="checkbox"/> Друштвено и институционално поверење (ESS) <input type="checkbox"/> Ставови о миграцијама (ESS) <input type="checkbox"/> Ставови о породици и родним улогама (ISSP) <input type="checkbox"/> Ставови о раду (ISSP) <input type="checkbox"/> Ставови о друштвеним неједнакостима (WVS) <input type="checkbox"/> Политичка партиципација (WVS)
Литература <ol style="list-style-type: none"> 1. Kiecolt K. J., & Nathan, L. E. (1990). <i>Secondary Data Analysis</i>, Sage University Papers. 2. MacInnes, J. (2017). <i>An Introduction to Secondary Data Analysis With IBM SPSS Statistics</i>, Sage. 3. Smith, E. (2008). <i>Using Secondary Data in Education and Social Research</i>, Mc Graw Hill Open University Press. 4. Soldić-Aleksić, J. (2015). <i>Primenjena analiza podataka. Rad u programima za statističku analizu i tabelarna izračunavanje</i>, Ekonomski fakultet, Beograd 5. Republički zavod za statistiku, (2017). <i>Anketa o radnoj snazi</i>, Beograd 6. EUROSTAT (2018) Statistical cooperation – introduction (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Statistical_cooperation_-

[introduction](#))

7. EUROSTAT (2018) EU statistics on income and living conditions (EU-SILC) methodology ([https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/EU_statistics_on_income_and_living_conditions_\(EU-SILC\)_methodology](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/EU_statistics_on_income_and_living_conditions_(EU-SILC)_methodology))

Број часова активне наставе				Остали часови
Предавања: 5	Вежбе:	Други облици наставе: 1	Студ. истраживачки рад:	
Методе извођења наставе: предавања и практичан рад; групни и индивидуални рад са студентима				
Оцена знања (максимални број поена 100)				
Предиспитне обавезе		поена	Завршни испит	поена
Презентације мањих истраживачких задатака		0-40	Истраживачки рад – примена техника статистичке анализе на компаративним међународним подацима	0-60

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Напредна анализа података у друштвеним наукама			
Наставник: Јелена Пешић, Јелисавета Петровић, Драган Станојевић, Ирена Петровић, Оливер Тошковић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: -			
Циљ предмета: Студенти ће имати прилику да се упознају са напредним статистичким методама и спроводе анализе и интерпретације различитих скупова података релевантних за друштвене науке. Курс се фокусира на практичну примену напредних статистичких метода у анализи друштвеног света коришћењем података заснованих на узорцима попречних-пресека, компаративних, лонгитудиналних и панел података.			
Исход предмета: Примена напредних статистичких метода у друштвеним наукама. <input type="checkbox"/> Анализа кореспонденције <input type="checkbox"/> Линеарна регресија <input type="checkbox"/> Ординална линеарна регресија <input type="checkbox"/> Логистичка регресија <input type="checkbox"/> Мултиноминална регресија <input type="checkbox"/> Нелинеарни модели <input type="checkbox"/> Мултилевел модели <input type="checkbox"/> Структурне једначине Употреба статистичких пакета СПСС, СТАТА и Р Тумачење статистичких резултата Писање извештаја на основу напредних статистичких анализа			
Садржај предмета <ul style="list-style-type: none"> . Увод у практично напредно статистичко моделирање користећи сетове података генерисаних у друштвеним истраживањима . Анализа кореспонденције . Линеарна регресија . Ординална линеарна регресија . Логистичка регресија . Мултиноминална регресија . Нелинеарни модели . Мултилевел модели . Структурне једначине 			
Литература 1. Mitchell, M. (2012). <i>Interpreting and Visualizing Regression Models Using Stata</i> , Stata Press 2. MacInnes, J. (2017). <i>An Introduction to Secondary Data Analysis with IBM SPSS Statistics</i> , Sage 3. Soldić-Aleksić, J. (2015). <i>Primenjena analiza podataka. Rad u programima za statističku analizu i tabelarna izračunavanja</i> , Ekonomski fakultet, Beograd. 4. Field, A. (2013). <i>Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics</i> , 4th Edition, SAGE Publications Ltd.			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања: 5	Вежбе:	Други облици наставе: 1	
Студ. истраживачки рад:			
Методе извођења наставе: предавања и прак.рад; групни и индивидуални рад са студентима			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Презентације истраживачког пројекта	0-30	Истраживачки рад – примена напредних техника статистичке анализе на подацима из друштвених наука.	0-70

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Дискретне структуре			
Наставник: Весна П. Тодорчевић, Небојша Т. Николић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: нема			
Циљ предмета Упознавање и савлађивање неких стандардних садржаја дискретне математике као што су елементи математичке логике и теорије графова, релацијске структуре, коначни аутомати и формални језици.			
Исход предмета Садржаји овог предмета оспособљавају студента за формализован начин закључивања, упознају са неким врло важним применама математичких формализација у организацији, при претраживању база података, што представља битну основу за напредну анализу података.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Уводни појмови. Исказни рачун. Правила закључивања у исказном рачуну. Предикатски рачун. Истинитосна вредност предикатске формуле. Ваљане формуле. Релацијске структуре. Парцијално уређен скуп, ланац и решетка. Елементи теорије графова. Стабла. Кодирање и препознавање музичких мелодија помоћу графова. Музичке базе података. Коначна машина и коначни аутомат. Минимизација аутомата. Формални језици и граматике. <i>Практична настава</i> Особине логичких везника. Елиминација неких логичких операција. Таутологије. Особине квантификатора. Истинитосна вредност предикатске формуле. Релације на коначном скупу. Супремум, инфимум, решетка. Релације на бесконачном скупу. Представљање графова, путеви у графу. Стабла. Примене стабала у рачунарству. Коначни аутомати. Минимизација коначних аутомата. Регуларне граматике.			
Литература <i>Основна литература:</i> 1. Чангаловић М., Тодорчевић В., & Балтић В. (2019). <i>Дискретне математичке структуре</i> , уџбеник, ФОН, Београд. 2. Тодорчевић В., Балтић В., & Чангаловић М. (2016). <i>Збирка задатака из дискретних математичких структура</i> , ФОН, Београд. <i>Допунска литература:</i> 1. Цветковић, Д., & Симић, С. (2000). <i>Дискретна математика, Математика за компјутерске науке</i> , Либра, Београд. 2. Андерсон, А.Ј. (2005). <i>Дискретна математика са комбинаториком</i> , Рачунарски факултет, Београд. 3. Цветковић, Д., & Манојловић, В. (2013). <i>Spectral recognition of music melodies</i> , SYM-OP-IS, 269-271. 4. Цветковић, Д., Дробни, Т., & Тодорчевић, В. (2018). Recognition of music melodies in spectral graph theory, <i>Phlogiston</i> , 26 165-180.			
Број часова активне наставе			Остали часови:
Предавања: 4	Вежбе:	Други облици наставе: Студијски истраживачки рад:3	
Методe извођења наставе Класични начин уз употребу табле, фолија и презентација на рачунару.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена 40	Завршни испит	поена 60

активност у току предавања	5	писмени испит	<i>20</i>
практична настава	5	усмени испт	<i>40</i>
колоквијум-и	20	
семинар-и	10		

Студијски програм/студијски програми: Напредна анализа података			
Назив предмета: Математичке основе анализе података			
Наставник: Тања Стојадиновић			
Статус предмета: Изборни			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: -			
Циљ предмета: Овладавање основним методама и техникама линеарне алгебре и нумеричке математике, нарочито оних које се користе при анализи велике количине података.			
Исход предмета: По завршетку курса студент ће имати основна знања из линеарне алгебре и нумеричке анализе. Такође, студент ће бити у стању да појмове и технике којима је овладао примењује у проблемима у пракси.			
Садржај предмета - Системи линеарних једначина и Гаусова метода - Операције у скупу \mathbf{R}^n ; линеарна комбинација, линеарна независност, појам базе и димензије - Матрице, основни појмови; транспонат матрице; сабирање и множење скаларима - Свођење матрице на степености облик, ранг матрице - Множење матрица; особине множења - Инверз матрице-дефиниција и одређивање - Детерминанта матрице; Лапласов развој; адјунгована матрица - Линеарна пресликавања-дефиниција и примери - Ранг и дефект линеарног пресликавања - Матрица линеарног пресликавања - Сопствене вредности и сопствени вектори оператора и матрица; дијагонализација - Скаларни производ у \mathbf{R}^n ; норма, угао, ортогоналност; пројекције и растојање - Нумеричке методе за решавање система линеарних једначина и налажење инверза матрице - Нумеричке методе за одређивање сопствених вредности и сопствених вектора матрице - Интерполација и други видови апроксимације функција - Фуријеова трансформација; дискретна Ф. трансформација, брза Ф. трансформација			
Литература 1. Липковски, А. (2007). <i>Линеарна алгебра и аналитичка геометрија</i> , 2. издање, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд. 2. Lipschutz, S. (1991). <i>Schaum's Outline of Theory and Problems of Linear Algebra</i> , 2nd ed, Mc Graw-Hill, New York. 3. Радуновић, Д. (2004). <i>Нумеричке методе</i> , Академска мисао, Београд. 4. Hildebrand, F. B. (2013). <i>Introduction to Numerical Analysis</i> , 2nd edition, Dover Publications, INC, New York. 5. Shanker Rao, G. (2013). <i>Mathematical Methods</i> , I.K. International Publishing House.			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања: 4	Вежбе: 4	Други облици наставе: рад:3	Студ. истраживачки рад:3
Методе извођења наставе: фронталне, групне и практичне			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Колоквијум-и, практична настава	40	Писмено-усмени	60

Студијски програм: Напредна анализа података			
Назив предмета: Стручна пракса			
Наставници: Сви наставници ангажовани на студијском програму			
Статус предмета: Обавезан			
Број ЕСПБ: 3			
Услов: -			
Циљ предмета Оспособљавање студената за самостални истраживачки и стручни рад у препознавању и решавању конкретних задатака у областима које се изучавају на студијском програму <i>Напредна анализа података</i> , у реалним условима праксе и/или у истраживачким лабораторијама и центрима.			
Исход предмета Стицање искустава и овладавање вештинама у примени савремених рачунарских технологија, алата и апликација у конкретној области примене анализе података. Способност коришћења стечених теоријских и практичних знања у препознавању и решавању конкретних питања и задатака који се појављују у анализи података, а уз помоћ квантитативних метода и одговарајуће софтверске подршке.			
Садржај предмета Елементи пројектног задатка у одабраној области примене када је у питању примена софтверских технологија за успешније решавање задатка. Дефинисање циља и задатка истраживања. Утврђивање и опис основног проблема кроз разраду кључних теза. Основне методе, технике и инструменти за реализацију пројекта стручне праксе – одабир рачунарских метода примерених пројектном задатку и/или предвиђеном емпиријском истраживању. Основни елементи презентације резултата рада и/или истраживања – електронске презентације пројекта на Интернету, презентације коришћењем колаборативних Интернет алата, електронске портфолио презентације. Дефинисање конкретног пројектног задатка стручне праксе за сваког студента – циљеви и задаци, обавезе студента и обавезе организације (уколико се пројекат реализује у конкретној организацији), начин рада, облик и садржај завршног извештаја, и др.			
Литература <ul style="list-style-type: none"> • Сва литература доступна студентима на студијском програму, у библиотекама и у слободној продаји 			
Број часова активне наставе			Остали часови:6
Предавања: 0	Вежбе: 0	Студијски истраживачки рад:0	
Методе извођења наставе Упознавање са софтверским софтверских алатима који се користе у организацији у којој се изводи стручна пракса, као и учествовање у практичном пројекту те организације у коме се стичу практична знања везана за коришћење тих алата.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	Поени	Завршни испит	Поени
семинарски рад	50	писмени испит	50

Студијски програм: Напредна анализа података			
Назив предмета: Приступни рад			
Наставници: Сви наставници ангажовани на студијском програму			
Статус предмета: Обавезан			
Број ЕСПБ: 5			
Услов: -			
Циљ предмета Основни циљ је припрема студента за израду мастер рада, тако да је он прва фаза израде мастер рада. Уз помоћ ментора, студент се припрема да, уз овладање потребних метода и уз примену током студија стечених основних, научно-стручних и стручно-апликативних знања, реши конкретан проблем у оквиру изабране области примене уз коришћење савремених рачунарских технологија и алата. У оквиру ових припрема студент изучава шири контекст проблема, његову структуру и сложеност.			
Исход предмета У приступном раду студент дефинише тему, циљ, методе истраживања, литературу коју ће користити. Студент проширује своја ранија стечена знања оним знањима и вештинама која му омогућавају решавање сложених проблема у одабраној области на коју жели да се фокусира кроз израду мастер рада. Поред тога, студент се оспособљава и за истраживачки рад.			
Садржај предмета Садржај приступног рада зависи од конкретног решаваног проблема и усклађен је са постављеним циљевима предмета. Рад обухвата предмет и циљ истраживања, полазне хипотезе, методе истраживања, допринос приступног рада и закључак. На основу литературе студент се упознаје са постојећим приступима у решавању сличних задатака и добром праксом. На основу спроведене компаративне анализе расположивих решења студент доноси предлог сопственог приступа решавању постављеног сложенијег проблема. Циљ активности студената у оквиру овог дела истраживања огледа се у стицању неопходних искустава кроз решавања комплексних проблема и задатака и препознавање могућности за примену претходно стечених знања у пракси.			
Литература <ul style="list-style-type: none"> • Сва литература доступна студентима на студијском програму, у библиотекама и у слободној продаји 			
Број часова активне наставе			Остали часови:0
Предавања: 0	Вежбе: 0	Студијски истраживачки рад:8	
Методe извођења наставе Након разговора са ментором око теме будућег мастер рада, студент, уз сагласност ментора и уз постављени задатак, започиње израду приступног рада. Током израде рада, ментор спроводи редовне консултације ради упознавања са напретком студента, критички оцењује његово напредовање и даје додатна упутства студенту у форми смерница или упућивањем на одређену литературу.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	Поени	Завршни испит	Поени
приступни рад	50	одбрана приступног рада	50

Студијски програм: Напредна анализа података			
Назив предмета: Завршни мастер рад			
Наставници: Сви наставници ангажовани на студијском програму			
Статус предмета: Обавезан			
Број ЕСПБ: 10			
Услов: Приступни рад			
Циљ предмета Израда мастер рада, након што се кроз приступни рад дефинише област и тема рада и проучи стање у тој области.			
Исход предмета Оспособљеност студента за истраживачки рад. Способност да се применом потребних метода и током студија стечених основних, научно-стручних и стручно-апликативних знања, реши конкретан сложенији проблем анализе података у оквиру изабране дисциплине, уз коришћење савремених рачунарских технологија и алата.			
Садржај предмета Садржај мастер рада зависи од конкретног решаваног проблема и усклађен је са постављеним циљевима рада. Рад обухвата предмет и циљ истраживања, полазне хипотезе, методе истраживања, опис спроведеног истраживања и постигнутих резултата, преглед доприноса рада и закључак.			
Литература <ul style="list-style-type: none"> • Сва литература доступна студентима на студијском програму, у библиотекама и у слободној продаји 			
Број часова активне наставе			Остали часови:3
Предавања: 0	Вежбе: 0	Студијски истраживачки рад:0	
Методе извођења наставе Након одбрањеног приступног рада и разговора са ментором око теме мастер рада, студент, уз сагласност ментора и уз постављени задатак, започиње израду мастер рада. Током израде рада, ментор спроводи редовне консултације ради упознавања са напретком студента, критички оцењује његово напредовање и даје додатна упутства студенту у форми смерница или упућивањем на одређену литературу. Ментор такође усмерава студента у публикавању остварених резултата.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	Поени	Завршни испит	Поени
мастер рад	50	одбрана мастер рада	50