

СПЕЦИФИКАЦИЈА ПРЕДМЕТА

на студијском програму

Мастер академских студија Информатике

у Институту за математику и информатику



Попис распореда предмета по модулима са назнаком изборности

Шифра предмета	Назив предмета	Модул	
		Наука о подацима	Рачунарске науке
МИ200	Одабрана поглавља статистике	обавезан	обавезан
МИ201	Представљање и тумачење података	обавезан	изборан
МИ202	Машинско учење 1	обавезан	изборан
МИ203	Мастер пројектни задатак	обавезан	обавезан
МИ204	Стручна пракса	обавезан	обавезан
МИ205	Студијски истраживачки рад	обавезан	обавезан
МИ206	Завршни рад	обавезан	обавезан
МИ207	Вештачка интелигенција		обавезан
МИ208	Теорија израчунљивости и рачунске комплексности		обавезан
МИ209	Припрема података	изборан	
МИ210	Машинско учење 2	изборан	
МИ211	Дубоко учење	изборан	
МИ212	Хеуристичке методе оптимизације	изборан	изборан
МИ213	Обрада великих количина података	изборан	изборан
МИ214	Финансијско моделовање	изборан	изборан
МИ215	Хидроинформатика	изборан	изборан
МИ216	Рачунарска биомедицина	изборан	изборан
МИ217	Дигитална обрада сигнала	изборан	изборан
МИ218	Мастер изборни семинар	изборан	изборан
МИ219	Интелигентни информациони системи	изборан	изборан
МИ220	Мастер пројекат примењене математике	изборан	изборан
МИ221	Представљање знања и процесирање природних језика		изборан
МИ222	Рачунарско моделовање и симулације		изборан
МИ223	Одабрана поглавља нумеричке математике		изборан



Студијски програм: Мастер академске студије			
Назив предмета: Дигитална обрада сигнала			
Наставник: Владимир М. Цвјетковић			
Статус предмета: Изборни на свим модулима мастер академских студија информатике			
Број ЕСПБ: 5			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Упознавање студената са основама дигиталне обраде сигнала као основе за проучавање широког спектра проблема из области дигиталне обраде слике, говора, неуралних мрежа. Стицање теоретских знања и вештина решавања практичних примера и програмирања у MATLAB-у у областима дискретизације сигнала, спектралне анализе сигнала, Брзе Фуријеове трансформације, пројектовања дигиталних филтара са бесконачним и коначним импулсним одзивом.			
Исход предмета Студенти су оспособљени да разумеју, анализирају и пројектују алгоритме за дигиталну обраду сигнала, да изаберу адекватну структуру кола како би задовољили спецификације типичних система за дигиталну обраду сигнала, да софтверски имплементирају алгоритме за дигиталну обраду сигнала.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> <ol style="list-style-type: none">1. Дискретизација континуалног сигнала. Спектар дискретизованог сигнала и ефекат преклапања спектралних компоненти. Теорема одмеравања и реконструкција аналогног сигнала.2. Дискретна Фуријеова трансформација (DFT). Основи спектралне анализе сигнала.3. Брза Фуријеова трансформација (FFT).4. Пројектовање дигиталних филтара. Континуално – дигиталне трансформације5. Пројектовање филтара са бесконачним импулсним одзивом (IIR): пројектовање аналогних филтара, пресликавања аналогних филтара у дискретни домен.6. Пројектовање филтара са коначним импулсним одзивом (FIR): метод прозорских функција, пројектовање засновано на фреквенцијском одмеравања.7. Структуре за реализацију дискретних система са коначним и бесконачним импулсним одзивом.8. Утицај коначне дужине дигиталне речи на карактеристике система: квантовање коефицијената, квантовање производа, нелинеарни ефекти. <i>Практична настава</i> <p>Реализација рачунских примера на часовима вежби; израда примера у MATLAB-у на часовима лабораторијских вежби; израда домаћих задатака у MATLAB-у. Коришћење програмског пакета МАТЛАБ за срачунавање конволуције сигнала и Фуријеове трансформације, пројектовање ИИР филтара, пројектовање ФИР филтара.</p>			
Литература <ol style="list-style-type: none">1. З. Добросављевић, Љ. Милић, <i>Увод у дигиталну обраду сигнала</i>, Академска мисао, Београд, 20092. А. Oppenheim, R. Schaffer, J. Buck, <i>Discrete-Time Signal Processing</i>, Second Edition, Prentice Hall, 19993. S. Mitra, <i>Digital Signal Processing</i>, 3rd. Edition, McGraw-Hill Science Engineering, 2005			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 0 + 2
Методје извођења наставе Предавања се изводе методом "ex cathedra" презентацијом наставних садржаја. Проблемски-оријентисана и практична настава. Методом "ex cathedra" се реализује део аудиторних вежби. Остали део вежби се реализује методом "case" са интерактивним учешћем студената и обухвата анализу случајева из праксе.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	50 поена	Завршни испит	50 поена
практична настава	4	писмени испит	50
колоквијуми	23+23		



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Дубоко учење			
Наставник: Милош Р. Ивановић			
Статус предмета: Изборни на модулу Наука о подацима			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Оспособљавање студената за разумевање парадигме дубинског учења као гране машинског учења, која се заснива на представљању података на високом степену апстракције. Предмет упознаје студенте са кључним елементима класичних и напредних неуронских мрежа, техникама регуларизације и алгоритмима учења. Проучавају се методе дубинског учења у важним подручјима вештачке интелигенције као што су: прогнозирање, рачунарски вид, обрада природних језика, разумевања говора и звучних сигнала. Предмет подразумева развој апликација у модерним софтверским оквирима за дубинско учење.			
Исход предмета Савладано градиво оспособиће студента: да суштински разуме предности дубинског учења у односу на алтернативне приступе машинског учења; да овлада техникама учења дубинских модела; да објасни подручја примене дубинских модела; да на одговарајући начин примењује моделе за надгледано и ненадгледано учење; да примени методе и технике дубинског учења на разумевање слика, текста и говора; да вреднује метрике квалитета дубинских модела; да дизајнира и обликује дубинске моделе у језицима високог нивоа.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Градивни елементи дубинског учења. Утврђивање математичког апарата потребног за изучавање метода дубинског учења (линеарна алгебра, вероватноћа и теорија информација, елементи нумеричког израчунавања, оптимизационе технике). Елементи машинског учења (алгоритми учења, преприлагођавање, <i>underfitting</i> , хиперпараметри и валидациони скупови, метода максималне веродостојности, надгледано и надгледано учење). Архитектура дубинских неуронских мрежа (вишеслојне архитектуре процесних јединица, алгоритам са пропагацијом уназад). Регуларизација дубинских мрежа (L1, L2, <i>dropout</i> , проширење скупа података, шум, <i>multitask learning</i>). Оптимизација у обучавању дубинских мрежа (изазови – нестајући градијент, стратегије иницијализације параметара, адаптивни алгоритми учења). Конволуционе мреже (конволуција, дељење параметара, конволуционе функције, структурирани излази, ефикасни конволуциони алгоритми.). Секвенцијални модели (рекурентне и рекурзивне мреже, LSTM). Генеративни модели (Болцманове машине, аутоенкодерс, GANN). Практична методологија и примена дубинских модела (метрике перформанси, избор одговарајућег модела, стратегије избора хиперпараметара, графички процесори, компјутерски вид, препознавање говора, процесирање природних језика). <i>Практична настава</i> Имплементација метода дубинског учења у језицима R и Python помоћу библиотека Tensorflow, Keras и Pytorch. Рад на вежбама подразумева примену стеченог знања на решавање конкретних актуелних проблема у различитим областима дубинског учења.			
Литература 1. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, Deep learning, MIT Press, 2017. 2. Michael Nielsen, Neural Networks and Deep Learning, Determination press, 2015. 3. Stuart Russel, Peter Norwig, Veštačka inteligencija, savremeni pristup, prevod trećeg izdanja, RAF Računarski fakultet, Beograd/ CET Computer Equipment and Trade, Beograd / Portalibris, Beograd, 2011.			
Број часова	активне наставе	Теоријска настава:	2
		Практична настава:	1 + 1
Методе извођења наставе Комбинација класичне наставе уз коришћење електронског курса и уз наведену литературу; У плану је задавање домаћих задатака и израда пројеката коришћењем алата за конструисање, тренирање и тестирање неуронских мрежа. Настава је проблемски-оријентисана, док се на вежбама очекује самостални рад студената.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
колоквијуми	20 + 20	писмени испит	20
семинар-и	30	усмени испит	10
Напомена: Како је документовано у Табели 10.2, за извођење наставе на предмету доступан је HPC кластер од 6 чворова и то: 1 x Fujitsu PRIMERGY RX2540 M1 , 2 Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2620 v3 @ 2.40GHz, 32 GB, 8 TB 5 x HP ProLiant DL165 G7, 2 X AMD Opteron(TM) Processor 6272, 16 GB, 300GB као и једна ГПУ радна станица са nVidia TitanXP подсистемом.			



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Финансијско моделовање			
Наставник: Милица М. Дреновак , Љиљана Р. Павловић			
Статус предмета: Изборни на свим модулима мастер академских студија информатике			
Број ЕСПБ: 5			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Основни циљ предмета Финансијско моделовање је да студентима приближи концепте финансијске математике и представи савремене принципе, методе и алате који се примењују за моделовање и квантификацију финансијских величина. Упознавање студената са основним концептима финансијске математике. Упознавање са основним финансијским инструментима и њиховим карактеристикама. Усвајање принципа модерне портфолио теорије. Могућност идентификације релевантних ризика и њиховог адекватног мерења је први предуслов за успешно доношење инвестиционих одлука, селекцију активе из опортунитетног скупа и оптимизацију инвестиционих портфолија. Предвиђено градиво треба да приближи студентима концепте мерења ризика и помогне им да дођу до одговора на питања како идентификовати и како класификовати ризике. Посебан акценат је на тржишном ризику, који произилази из негативних кретања у тржишној вредности управљане активе. Студенти ће имати прилику да проучавају ризике заузимања позиција у различитим класама активе и значај диверсификације, са посебним освртом на анализу портфолија власничких и дуговних финансијских инструмената. Разматраће се методологија мерења која обухвата перформансе портфолија и то: апсолутне, релативне (у односу на изабрани референтни индекс са оценом грешке репликације), као и перформансе исказане по јединици ризика. Посебно, биће изучаване мере осетљивости портфолија обвезница, дурација и конвексност као и технике моделирања криве приноса. У контексту модерне портфолио теорије биће изучавани Markowitz-ев портфолио модел и модел равнотежног вредновања капитала (тзв. CAPM модел), линија тржишта капитала (CML) и утицај ових модела на портфолио селекцију.			
Исход предмета Очекује се да су студенти који су положили предмет Финансијско моделовање: 1) Успешно усвојили основне финансијске концепте и карактеристике основних финансијских инструмената, појам ризика, класификацију финансијских ризика, мера ризика и њиховог значаја, принципе портфолио селекције и релевантне критеријуме оптималности портфолија и 2) Савладали различите технике моделирања финансијских токова, управљања портфолијом и ризика. Очекује се да студенти стекну аналитичке и софтверске вештине (пре свега у имплементацији усвојеног градива у Excel-у и R-у). У ширем контексту, очекивање је да стечено знање помогне студентима при оцени које ризике у пословању вреди прихватити а које не, које ризике је могуће елиминисати поступком диверсификације, како агрегирати и како умањити ризик, при том не угрожавајући очекиване перформансе, и како помирити ризик и принос портфолија узимајући у обзир различите профиле толеранције инвеститора према ризику.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Просто и сложено капиталисање. Временска вредност новца. Модели улога и кредита. Временска структура каматних стопа. Концепт финансијског ризика. Основне теоријске дистрибуције и стопе приноса. Модел равнотежног вредновања капитала (CAPM модел). Линија тржишта капитала- CML. Асиметричне мере ризика. Анализа осетљивости портфолија обвезница. VaR-мера- Историјска симулација, Аналитички VaR, Monte Carlo VaR. CVaR; Теоријске карактеристике и практични значај. Мерење апсолутних перформанси портфолија; Принос пондерисан ризиком. Мерење релативних перформанси портфолија; Грешка репликације. <i>Практична настава</i> Моделовање и решавање практичних проблема у Excel-у и R-у.			
Литература 1. Дреновак, М. Привредна и Финансијска математика, X издање Крагујевац 2004. 2. Урошевић, Б., Божовић, М., Операциона истраживања и квантитативне методе инвестиција, Центар за издавачку делатност Економски факултет у Београду, 2009. 3. Benninga, S., Financial Modeling, The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, 2000. 4. Pfaff, B., Financial Risk Modelling and Portfolio Optimization with R, John Wiley & Sons, Ltd, 2013. 5. Christoffersen, P., Elements of Financial Risk Management (2nd Edition), Academic Press, 2011.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 0 + 2
Методe извођења наставе Реализација предавања и вежби по моделу интерактивне наставе, уз LMS Moodle (наставне методе: популарно предавање, дискусија, методе практичног рада, методе демонстрације уз ресурсе за Е-учење); Активирани облици студирања и учења: вербално, смисаоно, рецептивно учење/студирање истраживањем, кооперативно практично учење, студирање решавањем савремених проблема из финансијског моделовања.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
активност у току предавања	4	писмени испит	
колоквијум-и	33 + 33	усмени испит	30



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Хидроинформатика			
Наставник: Никола Ј. Миливојевић			
Статус предмета: Изборни на свим модулима мастер академских студија информатике			
Број ЕСПБ: 5			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Циљ предмета је да студенти овладају знањима и вештинама који би им омогућили да самостално и у тимовима развијају софтверске компоненте и алате за примену у хидрологији, хидраулици и хидроенергетици.			
Исход предмета Студент је оспособљен да коришћењем рачунарских симулација и информационих технологија решава проблеме из области хидраулике, хидрологије и инжењерства природног окружења у циљу бољег управљања водним ресурсима. Студент је такође упознат са различитим моделима водних система, као и са дизајнирањем и интегрисањем система за подршку у одлучивању. Поседује вештине за пружање експертске подршке управницима водних ресурса и корисницима напредних алата.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Увод у науку о водама. Хидрологија и хидраулика. Модели падавине-отицај. Модели река и резервоара. Хидраулички модели. Хидро-енергетски модели. Методе вештачка интелигенције у хидроинформатици. Интеграција података. Системи за подршку у управљању водним ресурсима. <i>Практична настава</i> Решавање практичних проблема из области управљања водним ресурсима, укључујући водоснабдевање, наводњавање, процену ризика од поплава и катастрофа, као и производњу енергије. Развој програма за симулацију управљања водним ресурсима и предикција догађаја. Оптимизација параметара управљања водним ресурсима.			
Литература 1. Praveen Kumar, Mike Folk, Momcilo Markus, Jay C. Alameda. Hydroinformatics: Data Integrative Approaches in Computation, Analysis, and Modeling. CRC Press, 2005. 2. D. Divac, D. Prodanović, N. Miliwojević. Hidroinformacioni sistemi za upravljanje hidroenergetskim resursima. Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd, 2009.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 0 + 2
Методе извођења наставе Реализација предавања по моделу интерактивне наставе (наставне методе: популарно предавање, дискусија, методе практичног рада); Практична настава, самостални рад студената, студије случаја, консултације.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
колоквијуми	20 + 20	усмени испит	30
семинар	30		



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Интелигентни информациони системи			
Наставник: Ненад Д. Стефановић			
Статус предмета: Изборни на свим модулима мастер академских студија информатике			
Број ЕСПБ: 5			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Упознавање и овладавање концептима, методама, техникама и алатима пословне интелигенције (BI), Data Science и аналитике великих количина података (Big Data).			
Исход предмета Стечена знања из области анализе пословних система, интеграције података (екстраковање, трансформација, пречишћавање и учитавање података), димензионалног моделирања података, дизајна складишта података, OLAP (On Line Analytical Processing), Data Mining-а, управљања перформансама предузећа и извештавања. Знања која су студенти стекли после савладавања програма: Методе, технике и алате пословне интелигенције, односно науке о подацима (Data Science). Пројектовање интелигентних информационих система у различитим областима. Вештине које су студенти стекли после савладавања програма: Практична примена теориских знања и ефикасно коришћење алата за реализацију Data Warehouse, Big Data и Data Mining система и способност тумачења резултата. Ставови које су студенти стекли после савладавања програма: Разумевање значаја интелигентних информационих система у доношењу одлука и управљању.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Основи система пословне интелигенције; Анализа и моделирање пословних система за реализацију BI пројеката; Складишта података и OLAP; Димензионално моделирање (cubes, dimensions, facts, хијерархије, KPI, денормализација); Унапређење перформанси BI система (tuning, партицип, итд.); Језици за упите (MDX, DAX, R, Python, итд.); Real Time BI и мониторинг пословних активности (Business Activity Monitoring – BAM); Data Mining (Machine Learning) – алгоритми, методе развоја DM модела, демонстрација на конкретним примерима; Управљање перформансама предузећа (Performance Management – PM) - Key Performance Indicators – KPI, Balanced Scorecard, софтвер за PM; Извештавање (креирање извештаја, dashboards, mashups, итд.); BI портали; BI модули водећих софтверских пакета (SAP BW, Oracle Enterprise Business Intelligence или Microsoft Dynamics BI); Big Data аналитика (Hadoop, Spark, Pig, Mahout, Hive, HDInsight, Data Lake, Data Factory, итд.); Анализа података у покрету (Stream Analytics); Аналитика у клауду; Интелигентни сервис и дигитални помоћници за аналитику и доношење одлука. <i>Практична настава</i> Упознавање са примерима реализације интелигентних информационих система. Пројектовање и развој интелигентних информационих система коришћењем одговарајућих софтверских производа и скупова података. Рад у клауду окружењу за аналитику (платформе, сервис и алати). Excel и PowerBI сервис за извештавање и визуелизацију. BI системи и алати отвореног кода.			
Литература 1. Ненад Стефановић, Увод у пословну интелигенцију, интерна скрипта. 2. Brian Larson, Delivering Business Intelligence with Microsoft SQL Server 2016 4th Edition, McGraw-Hill, 2016. 3. Adam Jorgensen et al. Microsoft Big Data Solutions, Wiley, 2014.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 0+2
Методе извођења наставе Предавања и вежбе у просторији (рачунарској учионици) опремљеној видео бимом, рачунарима и приступом Интернету. Комбинација класичне наставе са е-учењем и уз одговарајућу литературу. Проблемски-оријентисана настава, практична настава, самостални рад студената – домаћи задаци и пројектни задаци. Употреба најсавременијих веб сервиса (Office 365) у настави, комуникацији, тимском раду, развоју апликација и сарадњи. Одржавање консултација уживо и путем видео конференција.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	50 поена	Завршни испит	50 поена
активност у току предавања	4	писмени испит	30
пројектни задаци	46	усмени испит	20



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Машинско учење 1			
Наставник: Вишња М. Симић			
Статус предмета: Обавезни на модулу Наука о подацима, изборни на модулу Рачунарске науке			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Оспособљавање студената за разумевање и практичну примену концепата надгледаног машинског учења у домену регресије и класификације.			
Исход предмета Савладано градиво омогућава студенту да: <ul style="list-style-type: none"> Разуме кључне појмове машинског учења (теоријске претпоставке, математичке основе, предности и недостатке алгоритама надгледаног и ненадгледаног машинског учења). Разликује основне приступе машинском учењу. Примени поступак избора и евалуације оптималних модела за дати проблем. Ефикасно примени фундаменталне алгоритме регресије и класификације на проблеме средње сложености. 			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Основни концепти машинског учења. Области примене. Врсте машинског учења. Надгледано учење. Поставка проблема надгледаног учења. Модел. Минимизовање грешке модела. Преприлагођавање и потприлагођавање Унакрсна провера. Функције губитка. Регуларизација. Баланс између систематског одступања и варијансе. Модел засновани на стаблима. Обучавање стабала одлучивања. Резивање стабала одлучивања. Представљање стабала одлучивања у виду правила. Методе најближих суседа. Раздвајајуће границе. Проклетство димензионалности. Линеарни модели за регресију и класификацију. Линеарна регресија. Вишеструка линеарна регресија. Логистичка регресија. Мултиномна логистичка регресија. Вештачке неуронске мреже. Перцептрон. Градијентни спуст. Вештачке неуронске мреже са пропагацијом унапред. Активационе функције. Вероватносни модели. Наивни Бајесовски класификатор. Методе засноване на језгреним функцијама. Методе вектора подршке. Проблем максималне маргине. Скупно обучавање. AdaBoost. Random Forest. Евалуација и избор модела. Конфузиона матрица. Сензитивност и специфичност. ROC крива. Површ испод ROC криве (AUC). <i>Практична настава</i> Примена софтверских алата и имплементација решења у R окружењу и програмском језику Python. Рад на вежбама подразумева примену стеченог знања на решавање конкретних задатака у домену надгледаног машинског учења.			
Литература <ol style="list-style-type: none"> Tom Mitchell, <i>Machine Learning</i>. New York: Mc Graw-Hill, 1997. Ethem Alpayđın, <i>Introduction to Machine Learning, Third Edition</i>, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 2014. John D. Kelleher, Brian Mac Namee, Aoife D'Arcy, <i>Fundamentals of machine learning for predictive data analytics, Algorithms, Worked Examples, and Case Studies</i>, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 2015. Kevin P. Murphy, <i>Machine Learning: A Probabilistic Perspective</i>, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 2012. Stuart Russel, Peter Norwig, <i>Veštačka inteligencija, savremeni pristup, prevod trećeg izdanja</i>, RAF Računarski fakultet, Beograd/ CET Computer Equipment and Trade, Beograd / Portalibris, Beograd, 2011. 			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 1 + 2
Методe извођења наставe Предавања: предавања и дискусије уз коришћење мултимедијалних садржаја; студије случаја. Вежбе: практични рад са алатима за е-учење, рад на пројектима; асистент пружа сву потребну помоћ студентима. Интерактивно учешће студената које обухвата анализу случајева из праксе, израду пројектних задатака из оквира садржаја наставног предмета.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
колоквијуми	20+20	писмени испит	20
семинар	30	усмени испит	10



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Машинско учење 2			
Наставник: Вишња М. Симић			
Статус предмета: Изборни на модулу Наука о подацима			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Оспособљавање студената за разумевање и практичну примену напредних концепата и техника машинског учења.			
Исход предмета Савладано градиво омогућава студенту да: <ul style="list-style-type: none"> • Разуме кључне појмове ненадгледаног машинског учења. • Ефикасно примени фундаменталне алгоритме кластеризације у решавању проблема средње сложености. • Да разуме концепт обучавања са појачавањем. • Да влада основним методама рада са атрибутима скупа података. • Да овлада практичном применом система за давање препорука. 			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Концепти машинског учења. Ненадгледано учење. Кластеризација података. Мере сличности и растојања података. Припремање података за кластеризацију. Недостајући подаци. Скалирање. Нормализација. Пондерисање. Кодирање категоријских података. Нетипичне тачке. Центар групе. Центроид групе. k-means кластеризација. Модели Гаусових смеша. Редуковање димензија. Анализа главних компоненти (PCA). EM алгоритам (Expectation-Maximization). Факторизација матрица. Декомпозиција матрица. Manifold учење. Isomap алгоритам. Self-Organizing Map. Robust PCA. Методе за одређивање оптималног броја кластера. Интерпретација кластера. Спектрално кластерованье. Хијерархијско кластерованье, дендограми. Обучавање са појачавањем (Reinforcement learning). Марковљеви процеси. Тражење политике. Итерација политике. Итерација вредности. Евалуација политике. Примене обучавања са појачавањем. Рад са атрибутима скупа података. Екстракција атрибута. Трансформација атрибута. Одабир атрибута. Системи за давање препорука (Recommender systems). Колаборативно филтрирање. Филтрирање засновано на садржају. Хибридне методе. <i>Практична настава</i> Имплементација решења у R окружењу и програмском језику Python. Рад на вежбама подразумева примену знања у решавању задатака у домену ненадгледаног машинског учења.			
Литература <ol style="list-style-type: none"> 1. Aggarwal, Charu C., and Chandan K. Reddy, eds. Data clustering: algorithms and applications. CRC press, 2013. 2. Ethem Alpaydm, Introduction to Machine Learning, Third Edition, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 2014. 3. Stuart Russel, Peter Norwig, Veštačka inteligencija, savremeni pristup, prevod trećeg izdanja, RAF Računarski fakuletet, Beograd/ CET Computer Equepment and Trade, Beograd / Portalibris, Beograd, 2011. 			
Број часова	активне наставе	Теоријска настава:	2
		Практична настава:	1 + 1
Методе извођења наставе Предавања: проблемски-оријентисана настава, практична настава уз софтверску подршку, самостални рад студената и консултације. Вежбе: практични рад са алатима за е-учење, рад на пројектима; Интерактивно учешће студената које обухвата анализу случајева из праксе, израду пројектних задатака из оквира садржаја наставног предмета.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70	Завршни испит	30
активност у току предавања	4	писмени испит	20
колоквијуми	18 + 18	усмени испит	10
семинар-и	30		



Назив предмета: Мастер изборни семинар			
Наставник: Ана М. Капларевић-Малишић , Бобан С. Стојановић , Станић П. Марија , Милош Р. Ивановић , Вишња М. Симић , Владимир М. Цвјетковић			
Статус предмета: Изборни на свим модулима мастер академских студија информатике			
Број ЕСПБ: 5			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Мастер изборни семинар се бави јединственом темом једне или више области рачунарских наука, које нису уопште или на адекватан начин садржане у програмима осталих предмета на студијском програму Информатика. Пун назив предмета поред назнаке да је то Мастер изборни семинар садржи и назив теме која је семинаром обухваћена. Циљ овог предмета јесте упознавање са новим информационим технологијама или математичким методама за унапређивање, студенту већ познатих, технологија, које нису обрађене у осталим предметима и стицање вештина за њихову примену у конкретним задацима, што ће бити верификовано самосталном израдом пројекта.			
Исход предмета Студент је способан да на илустративном примеру прикаже разумевање начина функционисања, као и способност примене информационе технологије која је обухваћена предметом.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Упознавање са темом и спектром проблема који се могу решавати. Упознавање са теоријским основама, принципима рада и областима примене технологије обухваћене предметом. Разјашњавање појединачних задатака које студенти добијају као и давање упутстава за израду пројекта. <i>Практична настава: Вежбе, Други облици наставе</i> Демонстрирање употребе и примене технологија обухваћених предметом.			
Литература По препоруци наставника у зависности од изабране теме.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 0 + 2
Методe извођења наставе Проблемски оријентисана настава. Практична настава обухвата демонстрирање употребе и примене технологија обухваћених предметом. Примена теоријских основа у решавању практичних проблема.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
практична настава	10	усмени испит	30
колоквијуми	15 + 15		
семинар	30		



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Мастер пројекат примењене математике			
Наставник: Станић П. Марија			
Статус предмета: Изборни на свим модулима мастер академских студија информатике			
Број ЕСПБ: 5			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Предметом је предвиђена израда заједничког пројекта/семинарског рада најмање једног студента математике и једног студента информатике (један тим може имати до 6 студената, у зависности од тежине пројектног задатка). Циљ предмета је проширивање знања стечених на студијским програмима математике/информатике, као и развијање способности прилагођавања тимском раду, планирања поделе задужења и испуњавања договорених задатака.			
Исход предмета Студент је овладао специфичним методама примењене математике, и разуме могућности њихове примене. Студент поседује представе о начинима примене резултата истраживања у области примењене математике у рачунарству и обрнуто.			
Садржај предмета Предмет може имати акценат на: - применама напредних алгоритама и појединих програмских језика или пакета у решавању задатака из области примењене математике и/или - имплементацији познатих резултата истраживања из области примењене математике, као што су нумеричка анализа, операциона истраживања, дискретна математика, у различитим областима рачунарских наука или конкретним софтверским пројектима. <i>Теоријска настава</i> Упознавање са темом и спектром проблема који се могу решавати. Разјашњавање појединачних задатака које студенти добијају као и давање упутстава за израду пројекта. <i>Практична настава: Вежбе, Други облици наставе</i> Самосталан рад студената на изради заједничког пројекта. Редовне консултације и извештавање о напредовању. Израда семинарског рада којим је приказан начин реализације комплетног пројекта. Израда презентације за потребе одбране пројекта.			
Литература Наставник препоручује литературу у зависности од теме предмета и изабраних тема за пројекте.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 0 + 2
Методe извођења наставе Проблемски оријентисана настава. Ментор упознаје студенте са могућим темама пројеката и даје инструкције за израду пројеката. Студенти раде самостално уз консултације са ментором. По потреби, студенти се могу консултовати и са другим наставницима, који се баве проблематиком из теме самог пројекта.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	50 поена	Завршни испит	50 поена
пројектни задатак	30	одбрана пројектног задатка	20
семинар-и	20	усмени испит	30



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Мастер пројектни задатак			
Наставник: Ана М. Капларевић-Малишић, Бобан С. Стојановић, Милош Р. Ивановић, Владимир М. Цвјетковић, Вишња М. Симић, Тајана П. Стојановић			
Статус предмета: Обавезан на свим модулима мастер академских студија информатике			
Број ЕСПБ: 4			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Систематско повезивање знања и вештина стечених на студијама кроз израду информатичког пројекта чији се захтеви подударају са захтевима реалних пројеката, са циљем стицања практичног искуства потребног за рад у струци, као и за даљи наставак школовања.			
Исход предмета Студент је способен да повеже и примени теоријска и практична знања стечена на студијама у испуњавању захтева које један реалан информатички пројекат намеће. Студент је оспособљен за рад у реалним околностима.			
Садржај предмета Мастер пројектни задатак представља део активности везаних за израду Завршног рада, чију је тему студент одабрао. Активности на обради теме Завршног рада подразумевају: самостални истраживачки рад, развој софтверског/хардверског решења које је резултат примене резултата истраживања у решавању конкретне проблеме, представљање добијених резултата у писаној и усменој форми. Развој софтверског решења се реализује у оквиру предмета Мастер пројектни задатак , док су приказ резултата истраживања и развијеног софтверског решења у писаној и усменој форми обухваћени предметима Студијски истраживачки рад и Завршни рад. У оквиру Мастер пројектног задатка од студента се очекује развоје комплетног софтверског решења, у којем ће применити резултата истраживања спроведених у оквиру Студијског истраживачког рада. За разлику од тематски специфичних истраживања, развој софтверског решења захтева универзалне вештине и систематску примену знања везаних за развој софтвера, анализу и документовање корисничких захтева, документовање дизајна софтвера, повезивање различитих технологија са циљем креирања софтверског производа, као и презентовање решења. <i>Теоријска настава</i> Упознавање са листом понуђених пројеката. Анализа проблематике сваког пројекта појединачно. Преглед потребних технологија и, евентуално, упознавање са технологијама са којима се студенти нису упознали на студијама, а чији су им концепти и теоријске основе познати. <i>Практична настава: Вежбе, Други облици наставе</i> Рад студената на изради пројекта. Редовне консултације и извештавање о напредовању. Израда семинарског рада којим је приказан начин реализације комплетног пројекта. Израда презентације за потребе одбране пројекта.			
Литература По препоруци наставника у зависности од изабране теме.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	1	Практична настава: 0 + 3
Методе извођења наставе Теоријска настава, самостални рад студената, консултације. Пројекат се може реализовати у лабораторијама Института за математику и информатику, као и у одговарајућим привредним организацијама уз сагласност тих организација и одговорног наставника. На усменом испиту се врши јавна одбрана пројекта, при чему се врши провера разумевања основних принципа технологија које су коришћене, као и анализа квалитета датог решења. Студент предаје коначни извештај о целокупном пројекту.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	50 поена	Завршни испит	50 поена
семинар	20	одбрана пројектног задатка	30
пројектни задатак	30	усмени испит	20



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Обрада великих количина података			
Наставник: Ана М. Капларевић-Малишић			
Статус предмета: Изборни на свим модулима мастер академских студија информатике			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Упознавање са основама складиштења, обраде и анализе велике количине података коришћењем солидних математичких основа и актуелних софтверских алата.			
Исход предмета Студент познаје и разуме математичку базу, стандарде и технологије које се баве складиштењем, обрадом и анализом масовних података. Способан је да самостално креира апликацију за подршку одлучивању која као улаз користи велику количину података.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Математичке основе. Веза са класичним паралелним програмирањем дељене и дистрибуиране меморије. Научне и пословне апликације које укључују обраду велике количине података. Концепт MapReduce, његове предности и ограничења. Скалирање у NoSQL базама података као што су MongoDB, Cassandra и Neo4j. Оптимизације и хеуристике над великом количином података. Кластер рачунарство помоћу алата Apache Hadoop, Apache Spark и Hive. Напредна примена Apache Spark-а помоћу библиотека MLlib и SparkSQL. Стриминг апликације коришћењем редова за поруке, као и Apache Kafka. Концепти виртуелизације и контејнеризације. <i>Практична настава</i> Креирање илустративних апликација применом актуелних <i>Big Data</i> технологија. Самостални развој и креирање кластер апликација како употребом базног RDD приступа у <i>Spark</i> -у, тако и позивањем рутина из библиотека. Скриптовање помоћу програмских језика Python и R. Мерење и оптимизација перформанси <i>MapReduce</i> апликација. Стриминг апликације помоћу редова за поруке и Apache Kafka оквира. Израда плана скалирања. Администрација кластера, контејнеризација, Docker и Kubernetes.			
Литература <ol style="list-style-type: none">Chodorow, Kristina, MongoDB: The Definitive Guide: Powerful and Scalable Data Storage, O'Reilly Media, Inc., 2013.White, Tom, Hadoop: The definitive guide, O'Reilly Media, Inc., 2012.Spark, Apache, Apache Spark: Lightning-fast cluster computing. URL http://spark.apache.org (2016).			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 1+1
Методe извођења наставе У настави/учењу предмета примењују се методе активног учења/наставе. Поред еx-catedra предавања лекција и лабораторијских вежби, примењују се интерактивне методе учења у учионици, као и појединачне и тимске самосталне активности студената ван учионице (у рачунарском центру, библиотеци, кући). Интерактивно учење се примењује у виду самосталног рада појединца, кооперативног и колаборативног учења, учења базираног на проблему, тимског рада и изради групних или тимских пројеката (семинара).			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
практична настава	4	писмени испит	
колоквијуми	18+18	усмени испит	30
семинар	30		
Напомена: Како је документовано у Табели 10.2, за извођење наставе на предмету доступан је Hadoop/HPC кластер од 6 чворова и то: 1 x Fujitsu PRIMERGY RX2540 M1 , 2 Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2620 v3 @ 2.40GHz, 32 GB, 8 TB 5 x HP ProLiant DL165 G7, 2 X AMD Opteron(TM) Processor 6272, 16 GB, 300GB			



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Одабрана поглавља нумеричке математике			
Наставник: Станић П. Марија			
Статус предмета: Изборан на модулу Рачунарске науке			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Темељно познавање и разумевање проблема најбољих апроксимација, теорије ортогоналних полинома и метода за нумеричку интеграцију. Темељно познавање и разумевање теорије нумеричких метода линеарне алгебре. Нумеричко решавање обичних диференцијалних и парцијалних једначина.			
Исход предмета Студент је стекао неопходна теоријска знања за разумевање проблематике која се односи на теорију ортогоналних полинома, проблем најбољих апроксимација, нумеричку интеграцију, нумеричке методе за одређивање сопствених вредности и нумеричко решавање обичних диференцијалних и парцијалних једначина. Студент је стекао знања неопходна за програмирање нумеричких метода.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Ортогонални полиноми. Опште особине ортогоналних полинома. Конструкција ортогоналних полинома. Класични ортогонални полиноми. Општи проблем апроксимације функција. Типови апроксимационих функција. Критеријуми за апроксимацију. Проблем најбољих апроксимација. Квадратурне формуле. Интерполационе квадратурне формуле. Квадратурне формуле Gauss-овог типа. Методи за оцену остатака у квадратурним формулама. Конвергенција квадратурних процеса. Нумерички методи линеарне алгебре. Проблеми сопствених вредности. Приближно решавање обичних диференцијалних једначина. Линеарни вишекорачни методи. Методи Рунге-Кута. Гранични проблеми. Нумеричко решавање парцијалних једначина. Практична настава: Вежбе Примена стечених теоријских знања на решавање задатака. Програмирање нумеричких метода у програмском пакету Mathematica.			
Литература 1. Г.В. Миловановић, <i>Нумеричка анализа, I и II део</i> , Научна књига, Београд, 1991. 2. П.С. Станимировић, Г.В. Миловановић, <i>Програмски пакет Mathematica и примене</i> , Електронски факултет, Универзитет у Нишу, 2002. 3. Г.В. Миловановић, М.А. Ковачевић, М.М. Спалевић, <i>Нумеричка математика – збирка решених проблема</i> , Универзитет у Нишу, 2003. 4. Б. Јовановић, Д. Радуновић, <i>Нумеричка анализа</i> , Математички факултет, Београд, 2003. 5. Д. Радуновић, А. Самарџић, Ф. Марић, <i>Нумеричке методе – збирка задатака</i> , Академска мисао, Београд, 2005. 6. Г.В. Миловановић, <i>Нумеричка анализа и теорија апроксимација</i> , Завод за уџбенике, Београд, 2014.			
Број часова	активне наставе	Теоријска настава:	2
		Практична настава:	1 + 2
Методe извођења наставе Реализација предавања по моделу интерактивне наставе (наставне методе: дискусија, методе практичног рада); активирани облици учења: вербално смисаоно рецептивно, кооперативно учење, практично учење, примена стечених теоријских знања на решавање задатака.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	50 поена	Завршни испит	50 поена
колоквијум-и	25 + 25	писмени испит	30
		усмени испит	20



Студијски програм: Мастер академске студије информатике					
Назив предмета: Одабрана поглавља статистике					
Наставник: Силвана Т. Маринковић , Слађана Б. Димитријевић					
Статус предмета: Обавезни на свим модулима мастер академских студија информатике					
Број ЕСПБ: 6					
Услов: Уписан одговарајући семестар					
Циљ предмета Циљ предмета је дубље разумевање статистичких метода. Упознавање, разумевање и адекватна примена регресионе анализе и анализе варијансе (једно и двофакторске). Упознавање елемената теорије узорака и планирања експеримената. Адекватно коришћење непараметарских тестова. Овладавање неким од софтверских пакета (R, SPSS) за статистичке анализе.					
Исход предмета Студент је овладао регресионом анализом, елементима теорије узорака и планирања експеримената, анализом варијансе, као и непараметарским тестовима. Стекао је неопходно теоријско знање и оспособљен је да примењује методе математичке статистике у различитим истраживањима, као и да самостално користећи одговарајући софтверски пакет обради статистичке податке.					
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Регресиона анализа. Линеарна регресија. Вишеструка линеарна регресија. Бинарна логистичка регресија. Узорацка анкета, технике узорковања. План узорка. Случајни узорак са и без враћања. Узорак са различитим вероватноћама. Стратификовани, групни и систематски узорак. Планирање експеримената. Потпуно случајни план. Анализа варијанси. Случајни блокови, случајни блокови са комплетном и некомплетном информацијом. Непараметарски тестови. <i>Практична настава</i> Практична примена знања стечених на теоријској настави кроз израду задатака и рад у програмском пакету за статистичку обраду података (R, SPSS). Рад на конкретном истраживању, односно обрада реалних статистичких података и извођење одговарајућих статистичких закључака.					
Литература 1. Љ. Петровић, <i>Теоријска статистика</i> , Економски факултет, Београд, 2006. 2. Љ. Петровић, <i>Теорија узорака и планирање експеримената</i> , Економски факултет, Београд, 2018. 3. Julie Pallanat, <i>SPSS - prirucnik za prezivljavanje</i> (превод на српски језик), Микро књига, Београд, 2011. 4. Peter Dalggaard, <i>Introductory Statistics with R</i> , Springer - Verlag, New York, 2002. 5. John M. Chambers, <i>Software for Data Analysis: Programming with R</i> , Springer - Verlag, New York, 2008					
Број часова	активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава:	2
Методе извођења наставе Реализација предавања по моделу интерактивне наставе (наставне методе: дискусија, методе практичног рада); активирани облици учења: вербално смисаоно рецептивно, кооперативно учење, практично учење, примена стечених теоријских знања на решавање задатака. Вежбе са решавањем задатака (писмене уз коришћење калкулатора и компјутерске уз коришћење статистичког софтвера).					
Оцена знања (максимални број поена 100)					
Предиспитне обавезе	50	Завршни испит	50		
колоквијум-и	30	презентација и одбрана семинарског рада	20		
семинар-и	20	усмени испит	30		



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Представљање и тумачење података			
Наставник: Ана М. Капларевић-Малишић , Вишња М. Симић			
Статус предмета: Обавезан на модулу Наука о подацима, изборан на модулу Рачунарске науке			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Оспособљавање студената за: <ul style="list-style-type: none"> ○ разумевање значаја визуелизације података ○ стицање знања и овладавање теоријском подлогом граматике, интерактивне и динамичке, web оријентисане графике ○ програмирање ефектне визуелизације података на модерним софтверским платформама за Data Science ○ квалитетно комуницирање резултатима. 			
Исход предмета Савладано градиво оспособиће студента: за решавање комплексних изазова везаних за претакање података у ефективну визуелизацију високог нивоа и смислена тумачења података, за програмирање статичких и интерактивних дијаграма као и динамичких, web оријентисаних решења, графичке визуелизације података.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Увод. Визуелизација података. Примери. Значај. Трендови. Интерактивна графика. Web оријентисана графика. Граматика графике. Графички пакети софтверских платформи из Data Science домена. R графика. ggplot2. Кључне компоненте. Дијаграми. Боје, Величине. Облици. Естетски атрибути (aesthetic attributes). Фасети (Facetting, facet wrap, facet grid). Координатни системи. Скалирање. Нелинеарни координатни системи. Врсте дијаграма: line and path plots, Хистограми и дијаграми фреквенција, Bar charts, Scatter plots, Boxplots, Violin plot. Визуелизација категоријских података. Mosaic plot. Визуелизација временских серија. Дистрибуције. Модификовање оса. Легенде. Колективна геометрија. Слојевита граматика дијаграма. Естетика и графички објекти. Теме. Истраживачка анализа података. Неуредни подаци, чишћење, спајање, дељење података ... Елементи трансформација података. Филтери. Креирање нових варијабли. Груписање података. Трансформисање помоћу цеви (pipelines). Елементи фитовања /моделовања података. Регресиони модели. Ефекти глачања. Локализоване регресије (Loess). Предикциони интервали. Уклањање трендова. Површински дијаграми. Цртачке мапе. Рад са overplotting-ом. Мониторинг података. Програмирање са ggplot2. Plot функције. Функционално програмирање. Интерактивна графика. Lattice пакет. Rattle пакет. 3D графика. Ggvis, plotly – интерактивна web графика. Пакет Shiny – креирање интерактивних web апликација директно из R-а. R markdown и knitr – израда HTML докумената и извештаја. Презентација података. Комуникација резултатима. <i>Практична настава:</i> Примена софтверских алата за визуелизацију података у R окружењу (base packet, ggplot2, tidyр, dplyr, ggvis, rattle, shiny...). Рад на вежбама подразумева примену стеченог знања на решавање конкретних задатака у домену визуелизације и тумачења података.			
Литература 1. Wickham, Hadley, and Garrett Grolemund, R za statističku obradu podataka, Mikro knjiga, 2017. 2. Wickham, Hadley, Elegant Graphics for Data Analysis, Springer, 2015. 3. Williams, G. J. (2011). Data Mining with Rattle and R: The Art of Excavating Data for Knowledge Discovery. Use R! series. Springer. http://www.amazon.com/gp/product/1441998896 . 4. Ford, N., McCullough, M., & Schutta, N., Presentation patterns: techniques for crafting better presentations. Addison-Wesley, 2012.			
Број часова	активне наставе	Теоријска настава:	2 Практична настава: 1 + 2
Методe извођења наставе Проблемски-оријентисана настава, реализација предавања по моделу интерактивне наставе (наставне методе: популарно предавање, дискусија, методе практичног рада,); практична настава и вежбе уз софтверску подршку, самостални рад студената, студије случаја и консултације.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
практична настава	20	писмени испит	20
колоквијум-и	20	усмени испит	10
семинар-и	30		



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Представљање знања и процесирање природних језика			
Наставник: Татјана П. Стојановић			
Статус предмета: Изборан на модулу Рачунарске науке			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Упознавање студената са основним концептима моделирања знања и закључивања, као и принципима обраде природних језика.			
Исход предмета Студент је у стању да самостално врши формализовање знања и закључивања средствима математичке логике и овладао је основним методама у обради природних језика.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Моделирање знања, формални оквири. Синтакса и семантика. Класична логика, поливалентне логике. Herbrandt-ова теорема. Примери одлучивих и неодлучивих теорија. Стандардна резолуција. Доказивање теорема резолуцијом. Доказивање базирано на табло методи. Сколемова нормална форма, КНФ, ДНФ, нормалне форме у неklasичним логикама. Модална логика. Релевантна логика. Вероватносне логике. Дескриптивна логика. Крипкеови модели. Увод у обраду природних језика. Организације и врсте речника и корпуса. Модели и класификације језика. Сегментација текста, препознавање речи и препознавање реченица. Бајесови приступи у решавању вишезначности и исправљању грешака. Имплементација скривених Марковљевих ланаца и примена у POS таговању. Неуронске мреже и неуронски језички модели. Примена рекурентних неуронских мрежа. Синтаксно и вероватносно парсирање, парсирање контекстно слободним граматикама. Плитко парсирање и коначни аутомати. Класификација текстова на основу семантике и сентимента. Методе и алати у препознавању говора. Изазови у машинском превођењу. <i>Практична настава</i> Заједничко конципирање и разрада теме и садржаја пројеката. Упућивање у концепте, средства и литературу. Праћење и дискусија решења и резултата током рада на пројекту и његово документовање.			
Литература 1. З. Огњановић, Н. Крџавац, Увод у теоријско рачунарство, Факултет организационих наука, Београд, 2005. 2. Stuart Russell, Peter Norvig, Вештачка интелигенција – Савремени приступ, СЕТ, Београд, 2011 3. R. J. Brachman, H. J. Levesque, Knowledge Representation and Reasoning, Morgan Kaufman Publisher, 2004 4. D. Jurafsky, J. H. Martin, Speech and Language Processing, Prentice Hall, 2008. 5. C. D. Manning, P. Raghavan, H. Schütze, An Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press, 2008.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава:
			1 + 1
Методе извођења наставе На предавањима се користе класичне методе наставе. На вежбама се увежбавају изложени принципи, разматрају се области примене. Самостално или тимски решавају конкретни проблеми.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
практична настава	10	усмени испит	30
колоквијум-и	30		
семинар-и	30		



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Припрема података			
Наставник: Слађана Б. Димитријевић			
Статус предмета: Изборан на модулу Наука о подацима			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Оспособљавање студената за обраду изворних, сирових података и припрему поузданих, конзистентних података на бази експлоративне анализе и модерних софтверских окружења за обраду и анализу података.			
Исход предмета Савладано градиво оспособиће студента: <ul style="list-style-type: none"> ○ за ефикасан увоз и манипулацију подацима из различитих извора ○ за квалитетну експлоративну анализу података ○ да овлада вештинама трансформације података од технички чистих до конзистентних података ○ да влада модерним софтверским алатима за припрему података. 			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Увод. Типови података. Формати. Увоз података у R. Софтверски алати за трансформацију података у R окружењу (dplyr, tidyr, tibble, stringr, magrittr, purr, modelr, lubridate, RODBС и други). Wrangling – припрема података за анализу. Увоз локалних података. Увоз CSV, XLSX, XML датотека. Увоз из база података. SQL упити из R-а. Увоз података из статистичких софтверских пакета. Увоз података са Интернета. Рад са знаковним низовима. Алати за рад са категоријским варијаблама. Рад са датумским подацима и временом. Експлоративна анализа података. Структуре података. Неуредни и неконзистентни подаци. Чишћење података. Дупликате. Трансформација података. Трансформациона правила. Манипулација редовима и колонама. Провера типова. Додавање нових варијабли. Скалирање. Нормализација. Кодирање категоријских података. Пондерисање варијабли. Корекције и импутација. Агрегирање података. Израчунавање збирних статистичких показатеља. Формирање тиблова. Тиблови и структура data.frame. Рад са групама података. Радни токови. Скрипте. Корелациона матрица. Варијансе. Шаблони. Модели. Недостајући подаци. Нетипичне вредности. Проклетство димензионалности. Редукција података. Редукција димензија. Анализа главних компоненти (РСА). <i>Практична настава</i> Примена софтверских алата за припрему података у R окружењу (base пакет, ggplot2, tidyr, dplyr, ggvis, rattle, dplyr пакет, tidyr, tibble, stringr, magrittr, purr, modelr, lubridate, shiny и други). Рад на вежбама подразумева примену стеченог знања на решавање конкретних задатака у домену припреме података.			
Литература <ol style="list-style-type: none"> 1. Wickham, Hadley, and Garrett Golemund, R за статистичку обраду података, Микро књига, 2017. 2. Boehmke, Bradley C. Data Wrangling with R. Springer, 2016. 3. Buttrey, Samuel E., and Lyn R. Whitaker. A Data Scientist's Guide to Acquiring, Cleaning, and Managing Data in R. John Wiley & Sons, 2017. 			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 1 + 1
Методе извођења наставе Предавања се изводе методом "ex cathedra" презентацијом наставних садржаја. Проблемски-оријентисана и практична настава. Методом "ex cathedra" се реализује део аудиторних вежби. Остали део вежби се реализује методом "case" са интерактивним учешћем студената и обухвата анализу случајева из праксе.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
практична настава	4	писмени испит	20
колоквијуми	18 +18	усмени испит	10
семинар	30		



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Рачунарска биомедицина			
Наставник: <u>Бобан С. Стојановић</u>			
Статус предмета: Изборни на свим модулима мастер академских студија информатике			
Број ЕСПБ: 5			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Циљ предмета је да студенти овладају знањима и вештинама који би им омогућили да самостално и у тимовима развијају софтверске компоненте и алате за примену у биомедицинским истраживањима и клиници. У оквиру предмета студенти ће се упознати са методама прикупљања података у биомедицинским истраживањима, као и са начинима њихове обраде и анализе. Студентима ће бити предочене основне физичке законитости функционисања живих организама и методе њиховог моделовања. На основу стеченог теоријског знања студенти ће развијати одговарајуће софтверске алате и рачунарске моделе, вршити прорачуне и анализирати добијене резултате и њихову примењивост у пракси.			
Исход предмета Студент познаје основне математичке и статистичке методе за примену у биомедицини и способан је да одабере одговарајући рачунарски модел за решавање конкретнoг биомедицинског проблема. Студент располаже вештинама да развијени модел преточи у одговарајуће софтверске компоненте и алате, да покреће симулације под стварним и хипотетичким условима и да исправно визуелизује и тумачи добијене резултате. Студент је стекао увид у постојеће софтверске алате за примену у биомедицини и оспособљен је да користи неке од њих.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Основе биомедицинских наука. Математичке и статистичке технике моделовања у биомедицинским и клиничким апликацијама. Принципи и алати за нумеричко моделовање, анализу података и научно рачунарство у медицинским апликацијама. Обрада медицинских података. Обрада медицинских слика. Концепти великих количина података, аналитике података и машинског учења. <i>Практична настава</i> Упознавање са постојећим алатима за примену у биомедицини. Моделовање типичних проблема из области медицине коришћењем доступних извора података и одговарајућих софтверских библиотека. Визуелизација и анализа резултата прорачуна.			
Литература 1. P. Coveney, V. Díaz-Zuccarini, P. Hunter, M. Viceconti. Computational biomedicine. Oxford university press, 2014. 2. M. Kojic, N. Filipović, B. Stojanović, N. Kojić. Computer Modeling in Bioengineering. John Wiley and Sons, 2008.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 0 + 2
Методе извођења наставе Теоријска настава се изводи у виду интерактивних предавања, током којих наставник помоћу електронских презентација и традиционалних метода студентима излаже садржај предмета. Студенти активно учествују у настави кроз дискусије о различитим варијантама решавања проблема и њиховим последицама на валидност решења, као и на квалитет рачунарског програма у погледу брзине извршавања, меморијских захтева и ергономије коришћења. Практична настава се обавља у виду лабораторијских вежби у рачунарским учионицама, на којима студенти самостално или уз помоћ асистената решавају реалне проблеме из области биомедицине. Решавање проблема подразумева разматрање теоријских поставки решења и његову практичну имплементацију на рачунару. Поред класичне наставе у виду предавања и вежби, студенти у посебним терминима имају могућност консултација са наставницима и асистентима у вези са проблемима у савладавању градива.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
практична настава	20	усмени испит	30
колоквијуми	25 + 25		



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Рачунарско моделовање и симулације			
Наставник: <u>Бобан С. Стојановић</u>			
Статус предмета: Изборан на модулу Рачунарске науке			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Упознавање студената са напредним методама развоја рачунарских модела за примену у науци и инжењерству. Студенти ће се кроз овај предмет детаљно упознати са рачунарским моделима заснованим на парцијалним диференцијалним једначинама и принципима симулација понашања оваквих модела. Студентима ће бити предочени ефекти избора различитих симулационих алгоритама на тачност и стабилност прорачуна, као и утицај почетних и граничних услова на решења. Посебна пажња биће посвећена визуелизацији, и анализи и интерпретацији резултата прорачуна. Поред тога студенти ће имати прилику да чују и основне поставке неких алтернативних метода за симулације природних и друштвених појава, као што су ћелијски аутомати, честичне методе, итд.			
Исход предмета Студенти су оспособљени да самостално развију сложене математичке моделе и да критички интерпретирају сопствене резултате и резултате других. Студенти су способни да одаберу врсту модела која је адекватна за одређени проблем, да успоставе одговарајући математички модел, да изврше симулација понашања модела, и да визуелизују резултате прорачуна. Студенти умеју да изврше валидацију модела поређењем са теоријским или експерименталним резултатима. Студенти су оспособљени да изврше естимацију параметара модела тако да он даје најбоље могуће поклапање са експерименталним мерењима.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Модели засновани на парцијалним диференцијалним једначинама. Топлотна/дифузиона једначина. ПДЈ првог и другог реда. Почетни и гранични услови. Дирихлеови и Нојманови услови. Симетрија и димензионалност. Решења у затвореној форми. Нумеричка решења. Метода коначних разлика. Метода коначних елемената. Остале методе (ћелијски аутомати, честичне методе,...). <i>Практична настава: Вежбе, Други облици наставе</i> Рад на вежбама и другим облицима наставе ће подразумевати примену стеченог знања на решавање реалних проблема у различитим областима. Механички модели. Простирање топлоте (конвекција, кондукција, радијација). Простирање загађења. Простирање таласа. Отпорност конструкција. Биолошки модели. Финансијски модели. Динамички системи.			
Литература 3. Kai Velten. Mathematical Modeling and Simulation, Introduction for Scientists and Engineers, WILEY-VCH Verlag, 2009. 4. Svein Linge, Hans Petter Langtangen. Programming for Computations – Python, Springer, 2016.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 1 + 1
Методе извођења наставе Теоријска настава се изводи у виду интерактивних, проблемски-оријентисаних предавања, током којих наставник помоћу електронских презентација и традиционалних метода студентима градацијски представља различите проблеме и начине њиховог моделовања и решавања. Студенти активно учествују у настави кроз дискусије о различитим варијантама решавања проблема и њиховим последицама на јединственост и тачност решења, као и на ефикасност симулације у погледу брзине извршавања и меморијских захтева. Практична настава се обавља у виду лабораторијских вежби у рачунарским учионицама, на којима студенти самостално или уз помоћ асистената решавају реалне проблеме. Решавање проблема подразумева разматрање теоријских поставки решења и његову практичну имплементацију на рачунару. Поред класичне наставе у виду предавања и вежби, студенти у посебним терминима имају могућност консултација са наставницима и асистентима у вези са проблемима у савладавању градива.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	30 поена	Завршни испит	70 поена
активност у току предавања	4	израда задатка на рачунару	50
практична настава	26	усмени испит	20



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Стручна пракса			
Наставник:			
Статус предмета: Обавезан на свим модулима мастер академских студија информатике			
Број ЕСПБ: 3			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Упознавање студената са условима и начином рада у привредним организацијама, институцијама и установама у којима се обављају послови из области рачунарства и информационих технологија. Студенти треба да сагледају: глобалну организацију и начин функционисања организација, место и улогу рачунских центара, задатке и њихово решавање, као и да узму учешће у њиховом решавању.			
Исход предмета Студент је оспособљен за ефикасно и успешно укључивање на пословима из области којим се баве организације у којима су обављали праксу, да унапреде ниво практичних знања, да изграде способност сналажења у новим условима и да побољшају ниво комуницирања.			
Садржај предмета У оквиру 90 радних сати студент: - се упознаје са: <ul style="list-style-type: none">▪ организацијом, задацима и начином функционисања организације▪ организацијом и начином функционисања рачунских центара▪ токовима информација, њиховим креирањем и руковањем▪ хардверском и софтверском платформом која се користи▪ изграђеним информационим системом, текућим задацима и пословима; - добија конкретне задатке које треба самостално да испуни.			
Литература			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	Практична настава:	0
	0		
Методe извођења наставе Пракса се реализује у привреди или научно образованим институцијама, кроз самостални рад. Сваком студенту се додељује један ментор из редова запослених у организацији у којој се пракса обавља. Проучавање процеса и активности путем увида у документацију и практични рад на одређеним пословима. На крају праксе, ментор из организације даје оцену о успешности обављања праксе, која је један од елемената у оцењивању успешности обављене праксе. Након обављене праксе студент у виду семинарског рада подноси извештај о сопственом раду и активностима, а затим га презентује.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	60 поена	Завршни испит	40 поена
редовно испуњавање обавеза на пракси	10	презентација и одбрана семинарског рада	40
семинар	50		



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Студијски истраживачки рад			
Наставник: Сви наставници на студијском програму			
Статус предмета: Обавезан на свим модулима мастер академских студија информатике			
Број ЕСПБ: 12			
Услов: Уписан завршни семестар дипломских академских студија			
Циљ предмета Да упозна студента са правилима, поступцима и процесима самосталног и целовитог истраживачког рада, као и писања стручних/научних текстова.			
Исход предмета Студент је оспособљен за примену принципа и теоријских основа, као и практичних знања стечених током студија, за коришћење како писане литературе, тако и садржаја који се могу наћи на Интернету, чиме је оспособљен да самостално унапређује своје знање.			
Садржај предмета <i>Студијски истраживачки рад</i> Студијски истраживачки рад је директно везан за тему Завршног рада студента. Садржај предмета одређује ментор за сваког кандидата посебно, а чини га самосталан рад кандидата на теми коју је одабрао са листе расположивих тема за Завршни рад за модул на који је уписан. Активности на обради одабране теме подразумевају: а. самостални истраживачки рад, б. развој софтверског/хардверског решења које је резултат примене резултата истраживања у решавању конкретне проблема, с. представљање добијених резултата у писаној и усменој форми. Развој софтверског решења се реализује у оквиру предмета Мастер пројектни задатак , док су приказ резултата истраживања и развијеног софтверског решења у писаној и усменој форми обухваћени предметима Студијски истраживачки рад и Завршни рад . Тај рад се континуирано прати од стране ментора. Студент треба да у истраживању за израду Завршног рада проучи и основне резултате из уже области из које је Завршни рад. Студент треба да савлада стил писања, да буде способан да самостално користи литературу, која мора садржати и рецензиране текстове (радове и књиге).			
Литература Литературу одређује ментор у зависности од теме Завршног рада.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	0	СИР: 12
Методe извођења наставе Ментор упознаје студента са темом Завршног рада и препоручује литературу. Студент ради самостално уз консултације са ментором. По потреби, студент се може консултовати и са другим наставницима, који се баве проблематиком из теме самог рада.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
истраживачки задатак	20 + 20	излагање и одбрана истраживачког рада	30
извештај о обављеном истраживању	30		



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Теорија израчунљивости и рачунске комплексности			
Наставник: Татјана П. Стојановић			
Статус предмета: Обавезан на модулу Рачунарске науке			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Упознавање студената са основама теорије израчунљивости и рачунске комплексности			
Исход предмета Студент је овладао појмовима израчунљивости функција, одлучивости и неодлучивости проблема. Студент познаје карактеризацију сложености проблема и може самостално да решава једноставније проблеме користећи функционално и логичко програмирање.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Историјски развој, Хилбертов програм, Геделова теорема. Черч-Тјурингова теза. Тјурингова машина и њене верзије, универзална Тјурингова машина, рекурзивне функције и други системи израчунљивости. Контекстно осетљиви језици, линеарни аутомати. Одлучивост, питања одлучивости у контекстно слободним, контекстно везаним, детерминистичким, регуларним и граматикама типа 0. Хијерархија Чомског. Алгоритамска сложеност. Хијерархије алгоритамске сложености. P, NP, EXP и друге класе сложености. NP-комплетност и методе доказивања. Примери и примена. Основни појмови и развој логичког програмирања. Основне конструкције језика, унификација, листе, рекурзије, уланчавање уназад. Ламбда рачун. Основни појмови функцијског програмирања. Функције вишег реда, рад са модулима, функције са променљивим бројем аргумената. са хибридном програмским језицима и начинима на које више парадигми функционишу у јединственом програмском језику. <i>Практична настава</i> Увежбавање принципа усвојених на часовима предавања. Рекурзивно дефинисање функција. Релацијски језик и логичко програмирање у Prolog-у. Упознавање Функционално програмирање у Haskell-у и Scala-и. Упознавање са хибридном програмским. Предности употребе оваквих језика у великим и практичним пројектима.			
Литература 1. З. Огњановић, Н. Крџавац, Увод у теоријско рачунарство, Факултет организационих наука, Београд, 2005. 2. M. Sipser, Introduction to the theory of computation, Thompson, Course Technology, 2006. 3. N. Cutland, Computability: An Introduction to Recursive Function Theory, Cambridge University Press, 1980. 4. S. Thompson, Haskell The Craft of Functional Programming, Addison-Wesley, 2000. 5. M. Odersky, L. Spoon, B. Venners, Programming in Scala, Addison-Wesley, 2016. 6. W. F. Clocksin, C. S. Mellish S., Programming in Prolog, Springer-Verlag, 2003.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 1 + 2
Методе извођења наставе На предавањима се користе класичне методе наставе. На вежбама се увежбавају изложени принципи, анализирају се типични проблеми и њихова решења, те моделирају сопствене апликације. Активирани облици учења: вербално смисаоно рецептивно, кооперативно учење, практично учење, примена стечених теоријских знања на решавање задатака.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	50 поена	Завршни испит	50 поена
колоквијум-и	20	писмени испит	35
тестови	15 + 15	усмени испит	15



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Вештачка интелигенција			
Наставник: Вишња М. Симић			
Статус предмета: Обавезан на модулу Рачунарске науке			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета Продубљивање знања о методама и техникама вештачке интелигенције. Оспособљавање студената за решавање захтевних реалних и истраживачких проблема употребом метода вештачке интелигенције.			
Исход предмета Студенти су оспособљени да методе вештачке интелигенције примене у решавању конкретних реалних проблема из различитих области. Студенти су компетентни да методе и технике вештачке интелигенције употребе у истраживањима, како оним која спроводе на пројектима у оквиру осталих предмета мастер академских студија, тако и при истраживањима везаним за израду мастер рада. Студенти су способни да са научног аспекта критички расуђују о могућностима и ограничењима вештачке интелигенције.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Решавање проблема и претраживање. Напредне хеуристичке методе претраживања. Претраживање у реалном времену. Проблеми задовољавања ограничења. Закључивање у проблемима задовољавања ограничења. Планирање. Класичне технике планирања. Планирање претраживањем унапред и уназад. Хеуристике у планирању. Планирање и деловање агента у реалном окружењу. Вероватносно расуђивање. Представљање неизвесног знања. Бајесове мреже. Марковљеви модели. Обучавање. Обучавање на основу примера. Вероватносни модели. Методе засноване на кернелима. Методе кластеризације. Обучавање појачавањем. Скупно обучавање. Одабир и валидација модела. <i>Практична настава</i> Имплементација метода вештачке интелигенције обрађених кроз теоријску наставу у програмском језику Python.			
Литература 1. Stuart Russell, Peter Norvig, <i>Veštačka inteligencija, savremeni pristup</i> , CET, Београд 2011. 2. George Luger, <i>Artificial intelligence – Structures and Strategies for Complex Problem Solving</i> , Fifth Edition, Addison-Wesely, 2005. 3. Tom Mitchell, <i>Machine Learning</i> . New York: Mc Graw-Hill, 1997. 4. Patrick Henry Winston, <i>Artificial Intelligence (3rd Edition)</i> , Pearson, 1992.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава:
			1+2
Методе извођења наставе Проблемски-оријентисана настава, практична настава, самостални рад студената, консултације. Комбинација класичне наставе са е-учењем и уз одговарајућу литературу. Практична настава се обавља у виду лабораторијских вежби у рачунарским учионицама, на којима студенти самостално или уз помоћ асистената решавају реалне проблеме из области вештачке интелигенције.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
активност у току предавања	4	писмени испит	30
колоквијуми	20 + 26		
семинар-и	20		



Студијски програм: Мастер академске студије информатике		
Назив предмета: Завршни рад		
Наставник: Сви наставници на студијском програму		
Статус предмета: Обавезан		
Број ЕСПБ: 6		
Услов: Положени сви испити са дипломских академских студија		
Циљ предмета Циљ завршног рада је да студент покаже способност да самостално обради неку тему из области информатике. Студент, такође, треба да покаже да уме да користи расположиви софтвер и расположиву литературу (укључујући литературу са Интернета), да правилно и прецизно напише рад, да зна да наводи коришћену литературу и да на јасан начин усмено изложи свој рад.		
Исход предмета Студент је показао самосталност у обради задате теме и прецизност у писању текста. Студент је такође показао да уме да направи електронску презентацију свог рада, да на добар начин усмено изложи најзначајније делове свог рада и да поштује расположиво време.		
Садржај предмета Последњи испит у току мастер академских студија је Завршни рад. За израду Завршног рада предвиђени су Студијски истраживачки рад и Мастер пројектни задатак који се реализују у току завршног семестра. Завршни рад представља самосталан рад студента израђен у писаној форми, уз упутства и консултације са предметним наставником. Студент бира тему за израду Завршног рада из области научно-стручних и стручно-апликативних предмета. Садржај Завршног рада превазилази садржај редовне наставе на основним и мастер студијама информатике. Завршни рад треба да представља допринос школском или научном знању, а његови резултати од интереса за науку и/или привреду. Активности на обради одабране теме подразумевају: а. самостални истраживачки рад, б. развој софтверског/хардверског решења које је резултат примене резултата истраживања у решавању конкретне проблеме, с. представљање добијених резултата у писаној и усменој форми. Развој софтверског решења се реализује у оквиру предмета Мастер пројектни задатак , док су приказ резултата истраживања и развијеног софтверског решења у писаној и усменој форми обухваћени предметима Студијски истраживачки рад и Завршни рад .		
Литература У зависности од одабране теме.		
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	Практична настава:
Методе извођења наставе На почетку сваке школске године Веће катедре Института за математику и информатику одређује теме за Завршни рад и објављује: 1. Листу тема Завршних радова на модулу Наука о подацима Теме завршних радова на модулу Наука о подацима се примарно тичу развоја и/или употребе савремених научних метода машинског учења у припреми, истраживању и анализи података, обради великих количина података, развоју модела заснованих на подацима, а са циљем решавања практичних проблема на модулу Наука о подацима 2. Листу тема Завршних радова на модулу Рачунарске науке Теме завршних радова на модулу Рачунарске науке су везане за развој и/или примену савремених метода рачунарских наука, пре свега из области Вештачке интелигенције, Рачунарства високих перформанси, Рачунарских симулација, Аутоматског резоновања и Примењене математике, а са циљем решавања практичних проблема. Сваки наставник је обавезан да до почетка летњег семестра текуће школске године предложи до 5 тема за Завршни рад. Списак тема са именима ментора мора бити јавно истакнут на огласној табли Института за математику и информатику. Неопходан услов да студент бира тему је да је положио два испита на мастер студијама. Уколико се два		



студента одреде за исту тему, предност има студент који се раније пријавио. Уколико се више студената истог дана одреде за исту тему, предност има студент са највећом просечном оценом. Завршни рад се брани пред трочланом комисијом, коју одређује Веће катедре Института за математику и информатику. Чланови комисије морају бити из реда наставника. Ментор Завршног рада је обавезно један од чланова комисије.

Студент доставља најмање три укоричена примерка завршеног рада предметном наставнику и један примерак библиотеци Факултета. Студент такође доставља свој рад библиотеци Факултета у електронском облику. Комисију за одбрану рада формира Веће Катедре Института за математику и информатику, на предлог предметног наставника. Датум и време јавне одбране рада објављују се на огласној табли Факултета најмање пет радна дана пре заказаног термина одбране, а оцена о успеху кандидата на овом испиту саопштава се кандидату одмах по завршеној одбрани, уз одговарајуће образложење.

Оцена знања (максимални број поена 100)

Предиспитне обавезе	50	Завршни испит	50
израда документа завршног рада	40	излагање и одбрана завршног рада	50
израда презентације	10		



Студијски програм: Мастер академске студије информатике			
Назив предмета: Хеуристичке методе оптимизације			
Наставник: Вишња М. Симић			
Статус предмета: Изборни на свим модулима мастер академских студија информатике			
Број ЕСПБ: 6			
Услов: Уписан одговарајући семестар			
Циљ предмета СТИЦАЊЕ ЗНАЊА О МЕТАХЕУРИСТИЧКИМ МЕТОДАМА КОЈЕ СЕ МОГУ ПРИМЕНИТИ У РЕШАВАЊУ ПРОБЛЕМА ЈЕДНОКРИТЕРИЈУМСКЕ И ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ. ОСПОСОБЉАВАЊЕ СТУДЕНАТА ЗА РЕШАВАЊЕ РЕАЛНИХ ОПТИМИЗАЦИОНИХ ПРОБЛЕМА УПОТРЕБОМ МЕТАХЕУРИСТИЧКИХ МЕТОДА.			
Исход предмета Студенти ће разумети предности и недостатке различитих хеуристичких метода оптимизације и моћи ће да процене ефикасност, ограничења и квалитет различитих метода. Студенти ће моћи да примене стечена знања за развој и примену одговарајућих ефикасних хеуристичких приступа у решавању реалних сложених проблема оптимизације.			
Садржај предмета <i>Теоријска настава</i> Оптимизациони проблем; математички модел оптимизационог проблема; врсте оптимизационих проблема. Преглед метахеуристичких метода за решавање проблема оптимизације. Метахеуристике: основни појмови, историјски развој. Ограничења у проблемима оптимизације. Подешавање параметара метахеуристичких алгоритама. Локална претрага. Симулирано хлађење. Табу претрага. Генетски алгоритам. Вишекритеријумска оптимизација. Стратегије евалуације јединки. Технике за одржавање разноликости решења. Употреба елитизма. Теорема „Нема бесплатног ручка“. Генетски алгоритми за вишекритеријумску оптимизацију. Оптимизација ројем честица. Оптимизација колонијом пчела. Оптимизација колонијом мрава. Паралелизација метахеуристичких алгоритама оптимизације. Имплементација паралелизованих метахеуристичких алгоритама. <i>Практична настава</i> Имплементација различитих метахеуристичких метода обрађених кроз теоријску наставу и њихова примена у решавању конкретних оптимизационих проблема.			
Литература 1. Michalewicz Z., Fogel D.B., <i>How to Solve it: Modern Heuristics</i> , 2nd Edition, Springer-Verlag, 2004. 2. El-Ghazali Talbi, <i>Metaheuristics: From Design to Implementation</i> , Wiley, 2009. 3. Kalyanmoy Deb, <i>Multi-Objective Optimization using Evolutionary Algorithms</i> , Wiley, 2001.			
Број часова активне наставе	Теоријска настава:	2	Практична настава: 1 + 1
Методe извођења наставе Проблемски-оријентисана настава, практична настава, самостални рад студената, консултације. Комбинација класичне наставе са е-учењем и уз одговарајућу литературу. Практична настава се обавља у виду лабораторијских вежби у рачунарским учионицама, на којима студенти самостално или уз помоћ асистената решавају реалне проблеме из области оптимизације.			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	70 поена	Завршни испит	30 поена
колоквијуми	25 + 25	усмени испит	30
семинар-и	20		