

Универзитет у Београду
Машински факултет и Математички
факултет

Књига предмета

Мастер академске студије
Индустрија 4.0

Београд, 2021.



МФБ

Статистика за аутоматску анализу података

Мастер рад - истраживање и израда

Машинско учење

Истраживање података

Мастер рад - одбрана

Рачунарска интелигенција

Алгоритми и структуре података

Увод у биоинформатику



Алгоритми и структуре података

ID: 9004

Врста предмета: теоријско-методолошки

Носилац предмета: Весна Н. Маринковић

Извођачи наставе: Маринковић Н. Весна

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени+усмени

Катедра: МФБ

Циљ предмета

СТИЦАЊЕ основних знања о структурама података, фундаменталним алгоритмима, анализи и стратегијама конструкције алгоритама.

Исход предмета

По завршетку курса, студент има основна знања о структурама података, стратегијама конструкције и анализи алгоритама. У стању је да усвојена знања примени на решавање нових проблема.

Садржај теоријске наставе

Теоријска настава

- Увод у конструкцију и анализу алгоритама.
- Доказивање коректности алгоритама и анализа сложености.
- Индуктивно-рекурзивна конструкција.
- Основне структуре података: листа, стек, ред, ред са два краја, скуп, мапа, коренско стабло, хип, бинарно стабло претраге, хеш табела, граф.
- Алгоритамске стратегије: техника два показивача, алгоритми грубе силе; похлепни (greedy) алгоритми; рекурзивна стратегија заснована на разлагању (divide-and-conquer); претрага (backtracking), гранање са одсецањем (branch-and-bound), динамичко програмирање.
- Основни појмови и алгоритми над графовима.

Садржај практичне наставе

Вежбање кроз писање програма који имплементирају и користе обрађене алгоритме и структуре података.

Услов похађања

Нема.

Ресурси

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90



ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	45
ново градиво	45
развијање и примери (рекапитулација)	0
активна настава (практична)	30
аудиторне вежбе	30
лабораторијске вежбе	0
рачунски задаци	0
семинарски рад	0
пројекат	0
дискусија/радионица	0
студијски истраживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	15
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	0
преглед и оцена семинарских радова	0
преглед и оцена пројекта	0
колоквијум са оцењивањем	0
тест са оцењивањем	10
завршни испит	5

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	0
тест/колоквијум	30
лабораторијска вежбања	0
рачунски задаци	0

семинарски рад	0
пројекат	0
завршни испит	70

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

Литература

М. Живковић, Алгоритми, Математички факултет, Београд, 2000.

Т. Н. Cormen, С. Е. Leiserson, R. L. Rivest, С. Stein, Introduction to Algorithms, The MIT Press, Cambridge, 2009.

Ф. Марић, В. Маринковић, М. Николић, Алгоритми и структуре података, скрипта.



Истраживање података

ID: 9031

Врста предмета: научно-стручни

Носилац предмета: Младен С. Николић

Извођачи наставе: Николић С. Младен

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени+усмени

Катедра: МФБ

Циљ предмета

СТИЦАЊЕ ОПШТИХ ЗНАЊА О МЕТОДАМА ИСТРАЖИВАЊА ПОДАТАКА И МОГУЋНОСТИМА ЊИХОВЕ ПРИМЕНЕ.

Исход предмета

По завршетку курса студент је упознат са основним методама истраживања података и оспособљен за њихову практичну примену.

Садржај теоријске наставе

Увод у истраживање података. Основни појмови и дефиниције. Преглед технике истраживања података. Типови техника, основни циљеви и проблеми. Подаци: типови, препроцесирање, квалитет, мера сличности и различитости. Припрема података: сумаризације, чишћење, интеграција и трансформација, редукција и дискретизација. Правила придруживања, корелација и анализа честих образаца. Технике класификације: основни концепти и метрике. Статистички засновани алгоритми, алгоритми засновани на растојању и дрветима; алгоритми засновани на правилима, неуронским мрежама и подржавајућим векторима; укалупљивање модела. Груписање података (кластероване). Основни концепти и алгоритми. Хијерархијски и партициони алгоритми. Анализа елемената ван граница. Визуализација података и резултата.

Садржај практичне наставе

Увежбавање техника истраживања података кроз практичне примере са различитим колекцијама података.

Услов похађања

Нема.

Ресурси



ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	30
ново градиво	20
развијања и примери (рекапитулација)	10
активна настава (практична)	45
аудиторне вежбе	45
лабораторијске вежбе	0
рачунски задаци	0
семинарски рад	0
пројекат	0
дискусија/радионица	0
студијски истраживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	15
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	0
преглед и оцена семинарских радова	0
преглед и оцена пројекта	0
колоквијум са оцењивањем	0
тест са оцењивањем	10
завршни испит	5

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	0
тест/колоквијум	30
лабораторијска вежбања	0
рачунски задаци	0

семинарски рад	0
пројекат	0
завршни испит	70

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

Литература

Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, Anuj Karpatne, Vipin Kumar: Introduction to Data Mining, 2nd ed, Pearson Education, 2019.

Xindong Wu, Vipin Kumar (eds.): The Top Ten Algorithms in Data Mining, CRC Press, 2009.

Charu C. Aggarwal: Data Mining The Textbook, Springer, 2015.



Мастер рад - истраживање и израда

ID: 9011

Врста предмета: стручно-апликативни

Носилац предмета: - - -

Извођачи наставе: Сви наставници на МАС Индустрија 4.0

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 12

Облик завршног испита: усмени

Катедра: МФБ

Циљ предмета

Примена инжењерских знања, техника и вештина ради идентификовања, формулисања и решавања постављеног инжењерског задатка у оквиру Мастер рада; разумевање принципа пројектовања производа и опреме и окружења неопходног за њихову производњу; пројектовање система, компоненте или процеса у оквиру реалних ограничења као што су економска, еколошка, друштвена, етичка, здравствена и безбедоносна; примена рачунских и статистичких метода, симулација и информационих технологија за анализу и синтезу технолошких система; примена стандардних испитивања и мерења и приказ резултата.

Исход предмета

По успешној изради Мастер рада - истраживање и израда, инжењери би требало да буду оспособљени да: • изводе и примењују решења на основу познавања природних наука, инжењерских наука, технологије, рачунарства и математике • одреде, формулишу, анализирају и решавају основне инжењерске проблеме • пројектују систем, компоненту или процес, дају одговор на назначене потребе и планирају и изводе експеримент и анализирају и тумаче податке • раде ефикасно и као појединци у тиму и у мултидисциплинарном окружењу, уз способност учења током целог живота • комуницирају ефикасно са инжењерском заједницом и друштвом у целини • примене стечена знања у пракси.

Садржај теоријске наставе

Формира се појединачно у складу са потребама и облашћу која је обухваћена задатом темом Мастер рада. Тема и садржај Мастер рада су резултат практичног истраживања, односно пројектне активности која се реализује за потребе и у сарадњи са послодавцем код кога се врши Пракса, део 2. Мастер рад се узима из обавезних или изборних предмета студијског програма. Студент проучава стручну литературу, дипломске и мастер радове који садрже сличну тематику, врши анализу у циљу изналагања решења конкретног задатка који је дефинисан задатом темом.

Садржај практичне наставе

У оквиру задате теме, студент по потреби спроводи испитивања и мерења; спроводи, анализира и интерпретира експерименте и примењује експерименталне резултате за унапређење процеса. Примењује методе и алате за анализу, синтезу и пројектовање, у областима дистрибуирано рачунарство; анализа података; интерактивно рачунарство;



организација и управљање процесима и системима; пројектовање и/или имплементација опреме, система и процеса; одржавање система у контексту Индустрије 4.0. Израда Мастер рада је уско повезана са предметом Пракса, део 2 и практични део Мастер рада се изводи у предузећу у коме се врши Пракса, део 2 под надзором ментора мастер рада и ментора код послодавца. Све резултате практичних истраживања и пројектних активности студент детаљно документује у оквиру одговарајућих техничких извештаја.

Услов похађања

Нема.

Ресурси

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 0

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	0
ново градиво	0
развијање и примери (рекапитулација)	0
активна настава (практична)	0
аудиторне вежбе	0
лабораторијске вежбе	0
рачунски задаци	0
семинарски рад	0
пројекат	0
дискусија/радионица	0
студијски истраживачки рад	225

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	0
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	0
преглед и оцена семинарских радова	0
преглед и оцена пројекта	0
колоквијум са оцењивањем	0
тест са оцењивањем	0
завршни испит	0

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	0
тест/колоквијум	0
лабораторијска вежбања	0
рачунски задаци	0

семинарски рад	0
пројекат	70
завршни испит	30

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

Литература

Biggam, J., (2015), Succeeding with your master's dissertation: a step-by-step handbook, McGraw-Hill Education

Lazaros, E., & Flowers, J., (2014), Keys to succeeding in a master's program: advice from technology education graduate advisors/faculty, Technology and Engineering Teacher, 73 (5), 34



Srihari, K., Sammakia, B.G., (2002), Industry - University partnership in graduate research and education, Proceedings - Electronic Components and Technology Conference, pp. 768-771.



Мастер рад - одбрана

ID: 9029

Врста предмета: завршни предмет/дипломски рад

Носилац предмета: - - -

Извођачи наставе: Сви наставници на МАС Индустрија 4.0

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 3

Облик завршног испита: усмени

Катедра: МФБ

Циљ предмета

У оквиру предмета Мастер рад - одбрана студент стиче искуство за писање радова и способност да резултате самосталног рада јавно презентује, као и да изнесе ставове на питања у вези теме рада.

Исход предмета

По успешной одбрани Мастер рада, студенти би требало да буду оспособљени да писмено и усмено презентују резултате свог рада.

Садржај теоријске наставе

-

Садржај практичне наставе

На основу техничких извештаја креираних у оквиру Мастер рад – истраживање и израда, студент у договору са ментором сачињава Мастер рад у писаној форми у складу са предвиђеним стандардима Факултета. Студент припрема и јавно брани писани Мастер рад у договору са ментором.

Услов похађања

положен предмет Мастер рад – истраживање и израда

Ресурси

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 15

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ		ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
активна настава (теоријска)	0	провера знања	15
ново градиво	0	преглед и оцена рачунских задатака	0
развијање и примери (рекапитулација)	0	преглед и оцена лаб. извештаја	0
активна настава (практична)	0	преглед и оцена семинарских радова	0
аудиторне вежбе	0	преглед и оцена пројекта	0



лабораторијске вежбе	0	колоквијум са оцењивањем	0
рачунски задаци	0	тест са оцењивањем	0
семинарски рад	0	завршни испит	15
пројекат	0		
дискусија/радионица	0		
студијски истраживачки рад	0		

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	0	семинарски рад	0
тест/колоквијум	0	пројекат	70
лабораторијска вежбања	0	завршни испит	30
рачунски задаци	0		

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

Литература

Biggam, J., (2015), Succeeding with your master's dissertation: a step-by-step handbook, McGraw-Hill Education

Lazaros, E., & Flowers, J., (2014), Keys to succeeding in a master's program: advice from technology education graduate advisors/faculty, Technology and Engineering Teacher, 73 (5), 34

Srihari, K., Sammakia, B.G., (2002), Industry - University partnership in graduate research and education, Proceedings - Electronic Components and Technology Conference, pp. 768-771.



Машинско учење

ID: 9015

Врста предмета: научно-стручни

Носилац предмета: Младен С. Николић

Извођачи наставе: Николић С. Младен

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени+усмени

Катедра: МФБ

Циљ предмета

Упознавање са основним моделима и алгоритмима машинског учења, кључним елементима њиховог дизајна и техникама евалуације.

Исход предмета

По завршетку курса, студент је упознат са основним постојећим техникама машинског учења, испробао их је у пракси, зна у каквим околностима коју треба применити, разуме како одлуке донесене у процесу дизајна алгоритма утичу на понашање алгоритма и уме да процени квалитет добијених модела.

Садржај теоријске наставе

- Основе статистичке теорије учења.
- Основни елементи дизајна алгоритама учења - модел, функција грешке, регуларизација, оптимизациони метод.
- Пробабилистички модели (линеарна регресија, логистичка регресија, мултиномијална логистичка регресија, уопштени линеарни модели, наивни Бајесов алгоритам, и друго).
- Модели засновани на широком појасу (метод потпорних вектора за класификацију и регресију, алгоритам к најближих суседа са широким појасом и друго)
- Модели засновани на инстанцама (непараметарска оцена густине расподеле, кернели, метод Надараја-Вотсон, кернелизовани метод потпорних вектора, к најближих суседа и друго)
- Ансамбли (случајне шуме, AdaBoost, градијентно појачавање).
- Неуронске мреже и дубоко учење (потпуно повезане неуронске мреже, конволутивне неуронске мреже, рекурентне неуронске мреже)
- Кластеровање (к средина, максимизација очекивања и друго).
- Учење репрезентације података (аутоенкодери).
- Генеративни модели (генеративне супарничке мреже)
- Учење поткрепљивањем.
- Евалуација и избор модела
- Регуларизација
- Методе оптимизације

Садржај практичне наставе

Увежбавање имплементирања и коришћења техника машинског учења на различитим



колекцијама података и алатима.

Услов похађања

Нема.

Ресурси

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	30
ново градиво	30
развијања и примери (рекапитулација)	0
активна настава (практична)	45
аудиторне вежбе	45
лабораторијске вежбе	0
рачунски задаци	0
семинарски рад	0
пројекат	0
дискусија/радионица	0
студијски истраживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	15
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	0
преглед и оцена семинарских радова	0
преглед и оцена пројекта	0
колоквијум са оцењивањем	0
тест са оцењивањем	10
завршни испит	5

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	0
тест/колоквијум	20
лабораторијска вежбања	0
рачунски задаци	0

семинарски рад	20
пројекат	0
завршни испит	60

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

Литература

Christopher Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
Kevin Murphy, Machine Learning: A Probabilistic Perspective, The MIT Press, 2012.
Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, The Elements of Statistical Learning, Springer, 2008.
Richard Sutton, Andrew Barto, Reinforcement Learning: An Introduction, The MIT Press, 1998.
Младен Николић, Анђелка Зечевић, Машинско учење, скрипта.



Рачунарска интелигенција

ID: 9016

Врста предмета: научно-стручни

Носилац предмета: Александар А. Картељ

Извођачи наставе: Картељ А. Александар

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени+усмени

Катедра: МФБ

Циљ предмета

Оспособљавање студената за развој и примену достигнућа из области Софт рачунарства у циљу решавања разнородних проблема и оспособљавање за даљи рад.

Исход предмета

Студент је оспособљен за даље усавршавање и рад у области Рачунарске интелигенције.

Садржај теоријске наставе

Проблеми вештачке интелигенције и начини решавања. Неуронске мреже и њихова примена у решавању проблема. Примене распинуте-логике за решавање проблема. Алгоритми засновани на методи подржавајућих вектора. Проблеми претраживања и оптимизације и начини решавања. Хеуристички и егзактни методи за решавање проблема претраживања и оптимизације. Метахеуристике (Генетски алгоритми, Симулирано каљене, Хеуристика заснована на електромагнетизму, Табу-претраживање, Променљиве околине, ...) Системи засновани на правилима. Коришћење система заснованих на агентима. Машинско учење. Технике које се користе у машинском учењу.

Садржај практичне наставе

Увежбавање имплементирања и коришћења метода и техника рачунарске интелигенције на различитим колекцијама података и алатима.

Услов похађања

Нема предуслова.

Ресурси

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ		ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
активна настава (теоријска)	30	провера знања	15
ново градиво	30	преглед и оцена рачунских задатака	0



развијање и примери (рекапитулација)	0	преглед и оцена лаб. извештаја	0
активна настава (практична)	45	преглед и оцена семинарских радова	0
аудиторне вежбе	45	преглед и оцена пројекта	0
лабораторијске вежбе	0	колоквијум са оцењивањем	0
рачунски задаци	0	тест са оцењивањем	10
семинарски рад	0	завршни испит	5
пројекат	0		
дискусија/радионица	0		
студијски истраживачки рад	0		

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	0	семинарски рад	30
тест/колоквијум	0	пројекат	0
лабораторијска вежбања	0	завршни испит	70
рачунски задаци	0		

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

Литература

Vojislav Kecman: Learning and Soft Computing, MIT Press, 2001.

Konar Amit: Artificial Intelligence and Soft Computing, CRC Press, 2000

Talibi El-Gazali: Metaheuristics - from design to implementation, John Willey and Sons, 2009.



Статистика за аутоматску анализу података

ID: 9002

Врста предмета: теоријско-методолошки

Носилац предмета: Бојана Б. Милошевић

Извођачи наставе: Милошевић Е. Бојана

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени+усмени

Катедра: МФБ

Циљ предмета

СТИЦАЊЕ ОПШТИХ И СПЕЦИФИЧНИХ ЗНАЊА ИЗ МАТЕМАТИЧКЕ СТАТИСТИКЕ.

Исход предмета

По завршетку курса, студент има основна знања из математичке статистике. Оспособљен је да примењује статистичке тестове и методе симулације за проучавање реалних појава, као и да користи статистички софтвер R.

Садржај теоријске наставе

Основни концепти вероватноће. Случајне величине, њихове расподеле и нумеричке карактеристике. Закон великих бројева. Централна гранична теорема. Статистички модел и задатак математичке статистике. Графичко представљање података. Статистике поретка и варијациони низ. Емпиријска функција расподеле. Узорачка средина и узорачка дисперзија и њихове нумеричке карактеристике. Оцењивање параметара расподела и особине оцена. Интервалне оцене у нормалном и биномном моделу. Тестирање статистичких хипотеза. Тестирање хипотеза о параметрима нормалне расподеле. Пирсонов хи-квадрат тест сагласности са расподелом. Пирсонов хи-квадрат тест независности два обележја.

Садржај практичне наставе

Увежбавање метода и техника статистичке анализе података. Решавање практичних задатака.

Услов похађања

Нема предуслова.

Ресурси

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ		ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
активна настава (теоријска)	30	провера знања	15



ново градиво	30	преглед и оцена рачунских задатака	5
развијања и примери (рекапитулација)	0	преглед и оцена лаб. извештаја	0
активна настава (практична)	45	преглед и оцена семинарских радова	0
аудиторне вежбе	30	преглед и оцена пројекта	0
лабораторијске вежбе	0	колоквијум са оцењивањем	0
рачунски задаци	15	тест са оцењивањем	5
семинарски рад	0	завршни испит	5
пројекат	0		
дискусија/радионица	0		
студијски истраживачки рад	0		

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	10	семинарски рад	10
тест/колоквијум	10	пројекат	0
лабораторијска вежбања	0	завршни испит	70
рачунски задаци	0		

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

Литература

В. Јевремовић, Вероватноћа и статистика, Математички факултет, Београд, 2009.
R.J. Larsen, M.L. Marx, An Introduction to Mathematical Statistics and Its Applications, Pearson Education, N. Jersey, 2006.
М.Меркле, Вероватноћа и статистика, Академска мисао, Београд, 2010.



Увод у биоинформатику

ID: 9017

Врста предмета: научно-стручни

Носилац предмета: Јована Ј. Ковачевић

Извођачи наставе: Ковачевић Ј. Јована

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени+усмени

Катедра: МФБ

Циљ предмета

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА О ТИПОВИМА И ИЗВОРИМА ПОДАТАКА КОЈИ СУ НА РАСПОЛАГАЊУ РАЧУНАРСКОЈ БИОЛОГИЈИ, И МАТЕМАТИЧКИМ МЕТОДАМА И АЛГОРИТМИМА КОЈЕ СЕ ПРИМЕЊУЈУ У РЕШАВАЊУ ЗНАЧАЈНИХ ИНФОРМАТИЧКИХ ПРОБЛЕМА У МОЛЕКУЛАРНОЈ БИОЛОГИЈИ.

Исход предмета

Оспособљавање студената за даље усавршавање и самостални научни рад у биоинформатици.

Садржај теоријске наставе

- Основни појмови молекуларне биологије;
- Алгоритми поравнавања ниски.
- Филогенетска стабла.
- Секвенционисање и спајање (асемблирање) генома.
- Математички апарат као основа за анализу ниски.
- Истраживање података у биоинформатици.

Садржај практичне наставе

РЕШАВАЊЕ ПРАКТИЧНИХ ЗАДАТАКА ИЗ ОБЛАСТИ БИОИНФОРМАТИКЕ. Укључивање у актуелна истраживања.

Услов похађања

Нема.

Ресурси

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ		ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
активна настава (теоријска)	30	провера знања	15
ново градиво	30	преглед и оцена рачунских задатака	0
развијање и примери (рекапитулација)	0	преглед и оцена лаб. извештаја	0



активна настава (практична)	45	преглед и оцена семинарских радова	0
аудиторне вежбе	45	преглед и оцена пројекта	0
лабораторијске вежбе	0	колоквијум са оцењивањем	0
рачунски задаци	0	тест са оцењивањем	10
семинарски рад	0	завршни испит	5
пројекат	0		
дискусија/радионица	0		
студијски истраживачки рад	0		

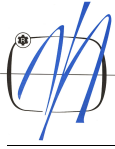
Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	0	семинарски рад	20
тест/колоквијум	40	пројекат	0
лабораторијска вежбања	0	завршни испит	40
рачунски задаци	0		

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

Литература

Biological sequence analysis: Probabilistic models of proteins and nucleic acids, R. Durbin, S. Eddy, A. Krogh, G. Mitchison, Cambridge University Press, 1998
Algorithms on Strings, Trees, and Sequences, Computer Science and Computational Biology, Dan Gusfield, Cambridge University Press, 1997
Algorithmic Aspects of Bioinformatics, Hans-Joachim Böckenhauer, Dirk Bongartz, Springer, 2007



АУТОМАТСКО УПРАВЉАЊЕ

Пословна интелигенција и пословна аналитика



Пословна интелигенција и пословна аналитика

ID: 9025

Врста предмета: научно-стручни

Носилац предмета: Радиша Ж. Јовановић

Извођачи наставе: Јовановић Ж. Радиша

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: усмени

Катедра: аутоматско управљање

Циљ предмета

Упознавање студената са пословном интелигенцијом као рачунарском подршком за доношење управљачких одлука. Акцент је на теоријским и концептуалним основама пословне интелигенције, као и комерцијалним алатима и техникама доступним за ефикасну подршку одлучивању. Такође, курс има за циљ упознавање студената са концептима, основама и алатима пословне аналитике, са посебним нагласком на примене и примере аналитике у реалном окружењу. Циљ је да током курса студенти овладају фундаменталним и најважнијим техникама у пословној интелигенцији, пословној аналитици као и дубинској анализи података и откривању знања, и буду оспособљени за самосталну примену поменутих метода у процесима пословног одлучивања.

Исход предмета

По успешном завршетку овог курса, студенти би требало да буду оспособљени да:

- Покажу познавање кључних принципа и техника пословне интелигенције и пословне аналитике.
- Идентификују одговарајуће алате/технике пословне интелигенције и аналитике за различите пословне проблеме.
- Препознају и разликују ситуације у којима је могуће успешно применити различите технике за анализу података и истраживања знања (асоцијација, корелација, класификација, предикција, кластер анализа).
- Покажу знање и разумевање различитих алгоритама и квантитативних техника погодних за анализу података и истраживање знања у широком спектру подручја примене.
- Пројектују и имплементирају системе за анализу података и откривање знања и изврше евалуацију перформанси различитих алгоритама за анализу података и откривање знања.
- Користе широк спектар јавно доступних алата за анализу података.
- Оцене ефикасност ових алата за анализу података на основу различитих мера перформанси.
- Доносе одлуке засноване на подацима за оптимизацију пословног процеса у складу са резултатима анализе података и интерпретирају добијене резултате.
- Користе практична знања и вештине у развоју и коришћењу савремених апликативних софтверских решења за подршку пословном одлучивању.
- Имају развијену способност за тимски рад.



Садржај теоријске наставе

Концепт система за подршку одлучивању. Пословна аналитика: дескриптивна, предиктивна и прескриптивна аналитика. Пословна интелигенција: подаци, информација и знање, архитектура. Складиштење података: архитектура, ЕТЛ алати, мета подаци, коцке, мултидимензионална анализа, ОЛАП. Анализа података и откривање знања: дефиниција, модели и методе. Препроцесирање података: визуелизација, чишћење, интеграција, редукција, трансформација и дискретизација података. Методе за предикцију и класификацију: линеарна и вишеструка линеарна регресија, стабла класификације и регресије, Бајесове методе, класификација заснована на правилима, неуронске мреже, метода потпорних вектора, метода најближег суседа, учење и закључивање по аналогiji, генетички алгоритми и приступ базиран на фази логици. Кластер анализа: методе базиране на подели, методе базиране на густини, методе базиране на мрежи, методе засноване на моделу (алгоритам к-средина, агломеративне хијерархијске методе, дивизивне хијерархијске методе, фази c-means алгоритам, итд.). Предвиђање временских серија: евалуација модела временских серија, анализа компоненти временских серија, модели са експоненцијалним изравнањем и ауторегресивни модели. Оцена квалитета предикције.

Садржај практичне наставе

Тема курса (методе, технике) се обрађују и теоретски и практично путем лабораторијских вежби, где се одабране методе имплементирају и користе на типичним подацима из реалног окружења. 1. Лабораторијска вежба бр. 1: Синтеза модела за класификацију података применом Бајесове методе, методе засноване на правилима, методе најближег суседа и применом стабла одлучивања; тестирање модела, оцена квалитета и поређење резултата. 2. Лабораторијска вежба бр. 2: Синтеза модела за класификацију података применом неуронских мрежа и методе потпорних вектора; тестирање модела, оцена квалитета и поређење резултата. 3. Лабораторијска вежба бр. 3: Синтеза модела за предикцију применом метода линеарне регресије, неуронских мрежа и методе потпорних вектора; тестирање модела на непознатим узорцима, оцена квалитета и поређење резултата. 4. Лабораторијска вежба бр. 4: Примена различитих метода кластеризације (алгоритам к-средина, агломеративна и дивизивна хијерархијска метода и фази c-means алгоритам) на изабраном скупу података и њихово поређење. 5. Лабораторијска вежба бр. 5 Предвиђање временских серија применом експоненцијалних и ауторегресивних модела.

Услов похађања

Дефинисано курикулумом студијског програма/модула.

Ресурси

- Радиша Јовановић, Пословна интелигенција и пословна аналитика, Скрипта са предавања у електронској форми.
- Радиша Јовановић, Matlab и Simulink у аутоматском управљању, Машински факултет Београд, 2016.
- Модуларни едукациони систем управљања у реалном времену са различитим објектима управљања (DC серво мотор, обрнуто клатно, двоструко обрнуто клатно, струјно термички објект, систем од два проточна резервоара), са аквизиционим хардвером и софтвером.
- PC и PC Embedded рачунари, Siemens Simatic PLC, National Instruments контролери.
- Лабораторија за Аутоматско управљање, Лабораторија за интелигентне системе



управљања, Лабораторија за управљачке системе.

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	30
ново градиво	26
развијања и примери (рекапитулација)	4
активна настава (практична)	45
аудиторне вежбе	30
лабораторијске вежбе	15
рачунски задаци	0
семинарски рад	0
пројекат	0
дискусија/радионица	0
студијски истраживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	15
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	5
преглед и оцена семинарских радова	0
преглед и оцена пројекта	0
колоквијум са оцењивањем	5
тест са оцењивањем	0
завршни испит	5

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	5
тест/колоквијум	30
лабораторијска вежбања	35
рачунски задаци	0

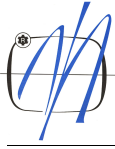
семинарски рад	0
пројекат	0
завршни испит	30

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

Литература

E. Turban, R. Sharda, D. Delen, (2014), Business Intelligence and Analytics: Systems for Decision Support, 10th edition, Pearson Education Limited. ROBOTS, 2nd Edition, The MIT Press.

P. C. Bruce, R. R. Patel, G. Shmueli, M. L. Stephens, (2017), Data mining for business analytics : concepts, techniques, and applications in JMP Pro, John Wiley & Sons.



ВАЗДУХОПЛОВСТВО

Виртуелна реалност

Ексквизиција података

Дистрибуирани системи у машинству



Виртуелна реалност

ID: 9019

Врста предмета: научно-стручни

Носилац предмета: Александар Ч. Бенгин

Извођачи наставе: Бенгин Ч. Александар, Воротовић С. Горан, Митровић Б. Часлав

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени

Катедра: ваздухопловство

Циљ предмета

Упознавање студената са основним принципима рачунарске графике, елементарним и сложеним трансформацијама објеката у рачунарском простору. Разрада основних и напредних модела употребе готових софтверских решења у циљу контроле графичких објеката у 2Д и 3Д моделима конципираним на рачунарским платформама. Интеграција знања у области виртуелне стварности кроз системе 2Д и 3Д елемената који укључују "равне" екране и модерна хардверска решења конципирана на биотехнолошкој синергији са доступним хардверима.

Исход предмета

После успешног одслушаног програма који је предвиђен овим предметом студент може:

- да примењује стечена знања у научним, техничким и инжењерским применама технологије виртуелне стварности,
- да пројектује инжењерски софтвер засновану на рачунарској графици,
- да интегрише знања у области физикалности видео игара.

Садржај теоријске наставе

Дефиниције рачунарске графике. Анализа растерске и векторске рачунарске графике. Запис вектора. Појам пиксела и адресног простора. Елементи геометријских трансформација (скалирање, транслација, ротација 2Д и 3Д објеката у рачунарском простору).

Графички "енџини". Анализа употребе Опен ГЛ система и WEB ГЛ система.

Преглед напредних инжењерских пакета за виртуелизацију модела и појава у реалном времену.

Приказ актуелних хардверских решења за 3Д скенирања објеката, трансформација физичких у електричне и информатичке величине у циљу визуелизације објеката и појава.

Основе теорије алгоритама за анализу слике и звука.

Основе виртуелне стварности са елементима анализа инжењерских проблема.

Основе теорије видео игара. Историјски осврт. Анализа спрајтова и прелаза на модерне енџине.

Садржај практичне наставе

Састоји се из вежби које прате садржај предмета.



Услов похађања

Неопходни: Основна рачуарска култура заснована на коришћењу РС-а, независно од оперативног система.

Ресурси

-

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	45
ново градиво	30
развијања и примери (рекапитулација)	15
активна настава (практична)	30
аудиторне вежбе	0
лабораторијске вежбе	0
рачунски задаци	0
семинарски рад	7
пројекат	20
дискусија/радионица	3
студијски истраживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	15
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	0
преглед и оцена семинарских радова	7
преглед и оцена пројекта	0
колоквијум са оцењивањем	0
тест са оцењивањем	3
завршни испит	5

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	5
тест/колоквијум	35
лабораторијска вежбања	0
рачунски задаци	0

семинарски рад	30
пројекат	0
завршни испит	30

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

Литература

Virtual Reality, Steven M. LaValle, Cambridge University Press, 2019

Virtual Reality Technology, Second Edition with CD-ROM Grigore C. Burdea, Philippe Coiffet
ISBN: 0-471-36089-9 Wiley-IEEE Press; 2 edition (June, 2003)

Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design R. Sherman, Alan Craig
Series: Morgan Kaufmann series in computer graphics and geometric modeling Morgan
Kaufmann; 1st edition



Дистрибуирани системи у машинству

ID: 9012

Врста предмета: стручно-апликативни

Носилац предмета: Горан С. Воротовић

Извођачи наставе: Бенгин Ч. Александар, Воротовић С. Горан, Митровић Б. Часлав

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени

Катедра: ваздухопловство

Циљ предмета

• Упознавање са парадигмом дистрибуирања података. • Познавање основних протокола за пренос и размену дистрибуираних података. • Пројектовање локалне рачунарске мреже на различито заснованим технологијама. • Упознавање са вишепроцесорским дистрибуираним системима у ауто и авио индустрији. • Упознавање са алгоритмима који су карактеристични за вишепроцесорске дистрибуиране системе.

Исход предмета

Стечено знање омогућава студенту: • да препозна услове за формирање локалне рачунарске мреже, • да додели ресурсима у мрежи „називе“, • да додељене ресурсе контролише и њима управља, • да разуме вишепроцесорске и прерасподелу података међу њима.

Садржај теоријске наставе

Локалне и даљинске рачунарске мреже као слабо спрегнути системи. Појам сервера и сервисних услуга. Затворени мрежни системи. Додела права и имена у затвореним мрежним системима. Примена ових система у ауто и авио индустрији. Локалне рачунарске мреже-LAN. Повезивање локалних рачунарских мрежа. Протоколи који су у употреби. Bluetooth протокол за мале локалне мреже. Рутирање и опсеги у рутирању. Препоруке IEEE у формирању локалних рачунарских мрежа и њиховом повезивању. IP протокол. Wireless локалне рачунарске мреже. Употреба радио таласа у малим рачунарским мрежама. Контрола корисника у бежичној мрежи. Вишепроцесорски системи. Алгоритми за контролу ресурса који се користе у оперативним системима за вишепроцесорске хардверске системе. Студије случаја карактеристичне за ауто индустрију. Студије случаја карактеристичне за цивилну и војну авио индустрију.

Садржај практичне наставе

Састоји се из аудиторних, лабораторијских вежби које прате садржај предмета. Посебно се треба осврнути на студије случаја у ауто индустрији и у авио индустрији.

Услов похађања

Неопходни: Основна рачунарска култура заснована на коришћењу РС-а, независно од оперативног система.



Ресурси

- Неопходан софтвер за овај предмет је под GNU лиценцом - бесплатан је.
- За покретање неопходног софтвера довољно је поседовати најједноставнији РС рачунар.

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	30
ново градиво	20
развијање и примери (рекапитулација)	10
активна настава (практична)	45
аудиторне вежбе	0
лабораторијске вежбе	15
рачунски задаци	0
семинарски рад	10
пројекат	20
дискусија/радионица	0
студијски истраживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	15
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	0
преглед и оцена семинарских радова	7
преглед и оцена пројекта	0
колоквијум са оцењивањем	0
тест са оцењивањем	3
завршни испит	5

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	5
тест/колоквијум	15
лабораторијска вежбања	0
рачунски задаци	0

семинарски рад	30
пројекат	20
завршни испит	30

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

Литература

- Birman, Kenneth. Reliable Distributed Systems: Technologies, Web Services and Applications. New York: Springer-Verlag, 2005.
- Gray, J. and Reuter, A. Transaction Processing: Concepts and Techniques. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, 1993.
- Јамес Ф. Куросе, Кејтх В. Росс, Умрежавање рачунара, Цет, Београд, 2005.
- de Andrade, R.; Hodel, K. N.; Justo, J. F.; Laganá, A. M.; Santos, M. M.; Gu, Z. (2018). "Analytical and Experimental Performance Evaluations of CAN-FD Bus". IEEE Access. 6: 21287 - 21295.



Ексквизиција података

ID: 9022

Врста предмета: стручно-апликативни

Носилац предмета: Горан С. Воротовић

Извођачи наставе: Бенгин Ч. Александар, Воротовић С. Горан, Митровић Б. Часлав

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени

Катедра: ваздухопловство

Циљ предмета

- Нумеричка и математичка оспособљеност за анализу сваког мерења.
- Пројектовање и писање програма за анализу мерења.
- Упоредивање анализе нумеричке обраде података и програмске анализе.
- Примена PHP-а и JAVA SCRIPT-а.

Исход предмета

- Да се задато мерење професионално одради и одреде потребне или унапред тражене величине,
- Да се тако измерене величине математички, нумерички и статистички анализирају а затим да се графички и логички припреме за даљу анализу,
- Да се, коришћењем PHP-а или JAVA SCRIPT-а, или оба, направи софтвер који ће обављати прецизну обраду података а која је унапред математички одређена.

Садржај теоријске наставе

ОСНОВИ ТЕОРИЈЕ УЗОРАКА. Популација и прост узорак са враћањем и без враћања. Узорачка – емпиријска расподела као могући закон понашања популације. ОСНОВИ ОБРАДЕ СТАТИСТИЧКИХ ПОДАТАКА. Појам статистичких скупова. Средње вредности статистичких скупова. Дисперзија. Модели расподеле. Тренд у проучавању статистике. Временски низ у проучавању статистике. Показатељи у статистичком проучавању. Хипотезе и тестови. ОСНОВИ РАЧУНА ВЕРОВАТНОЋЕ. Математичка вероватноћа неког догађаја. Теорема сабирања вероватноћа. Теорема множења вероватноћа. Пермутације, комбинације и варијације елемената једног скупа. РЕПЕТИТОРИЈУМ НУМЕРИЧКИХ МЕТОДА. Неки алгебарски проблеми. Интерполациони полиноми. Интерполациони полиноми Лагранжа (Joseph-Louis Lagrange). Њутнови (Isaac Newton) интерполациони полиноми. Нумеричка интеграција. Њутн-Котесове (Isaac Newton – Roger Cotes) формуле. Симпсонова (Thomas Simpson) формула. НЕПОСРЕДНА МЕРЕЊА ЈЕДНАКЕ И НЕЈЕДНАКЕ ТАЧНОСТИ. Одређивање вредности мерених величина. Одређивања грешака мерења. Закон расподеле случајних величина. ПОСРЕДНА МЕРЕЊА ЈЕДНАКЕ ТАЧНОСТИ. Одређивање просечних грешака величина одређених посредним мерењем. Одређивање средње грешке величина одређених посредним мерењем једнаке тачности. Општи случај система једначина посредних мерења једнаке тачности. ПОСРЕДНА МЕРЕЊА НЕЈЕДНАКЕ ТАЧНОСТИ. Нормалне једначине посредних мерења неједнаке тачности. Контрола при решавању нормалних једначина неједнаке тачности. УСЛОВНА МЕРЕЊА



ВЕЛИЧИНА.Поступак увођења корелата условних мерења.Поступак свођења на посредна мерења. ОСНОВИ ТЕОРИЈЕ КОРЕЛАЦИЈЕ. Закони дводимензионе расподеле случајних величина. Вероватноћа корелационих догађаја. Аритметичка средина и варијанса дводимензионалне расподеле. АНАЛИТИЧКО ПРИКАЗИВАЊЕ ЗАВИСНОСТИ ОДРЕЂЕНИХ МЕРЕЊЕМ.Метода интерполације података.Метода средњих одступања.

Садржај практичне наставе

Састоји се из вежби које прате садржај предмета.

Услов похађања

Неопходни:Основна рачунарска култура заснована на коришћењу РС-а, независно од оперативног система.Основно познавање математичке логике.

Ресурси

Слушаоцима је доступан лиценциран software у поседу факултета. Слушаоцима је доступан freeware software.

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ		ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
активна настава (теоријска)	30	провера знања	15
ново градиво	20	преглед и оцена рачунских задатака	0
развијање и примери (рекапитулација)	10	преглед и оцена лаб. извештаја	0
активна настава (практична)	45	преглед и оцена семинарских радова	7
аудиторне вежбе	0	преглед и оцена пројекта	0
лабораторијске вежбе	0	колоквијум са оцењивањем	0
рачунски задаци	0	тест са оцењивањем	3
семинарски рад	15	завршни испит	5
пројекат	25		
дискусија/радионица	5		
студијски истаживачки рад	0		

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	5	семинарски рад	30
тест/колоквијум	35	пројекат	0
лабораторијска вежбања	0	завршни испит	30
рачунски задаци	0		

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

Литература

Математичка обрада података добијених мерењем, Мирослав Ненадовић, Татомир П



Анђелић, Српска академија наука и уметности, 1988 - 679 страница
Goran Vorotović, Magistarska teza, Razvoj i implementacija informacionog sistema za dijagnostiku rada vozila u realnom vremenu, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.



ИНДУСТРИЈСКО ИНЖЕЊЕРСТВО

Управљање квалитетом и ризиком у индустрији 4.0

Савремени менаџмент и мрежна организација предузећа

Пројектовање пословних модела у Индустрији 4.0

Интерфејси за интероперабилност система за Индустрију 4.0



Интерфејси за интероперабилност система за Индустрију 4.0

ID: 9008

Врста предмета: теоријско-методолошки

Носилац предмета: Весна К. Спасојевић-Бркић

Извођачи наставе: Жуњић Г. Александар, Мисита Ж. Мирјана, Спасојевић-Бркић К. Весна

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени

Катедра: индустријско инжењерство

Циљ предмета

Циљ курса је да студентима омогући разумевање значаја и практичну примену принципа и концепата развоја, тестирања и унапређења интерфејса који омогућавају адекватну интероперабилност/интеракцију/колаборацију у контексту индустрије 4.0.

Исход предмета

По завршетку курса, исходи су следећи: 1. Адекватно разумевање и одражавање питања, проблема и изазова у дизајнирању дигиталне технологије по мери корисника у окружењу Индустрије 4.0; 2. Разумевање процеса дизајнирања усмереног на интероперабилност система, интеракцију корисника и система и колаборацију; 3. Развој иновативних идеја за интерактивне технологије; 4. Развој вештина колаборације и концептуалног пројектовања и 5. Адресирање комплексних изазова у стварном свету на иновативан и самоорганизован начин.

Садржај теоријске наставе

Интероперабилност система: интеграција система и интеграционе архитектуре, локација интеграционих модула унутар и изван система који се интегришу. Стандарди и регулатива у области. Интеграциони механизми - технике и димензије интеграционих механизма. Кориснички интерфејси - три парадигме: кориснички графички интерфејс (GUI), кориснички интерфејс на основу искуства (UX), кориснички интерфејс на основу прагматике (UP). "Dashboards" за надзор и контролу сложених система. Напредни амбијенти за надзор, контролу и колаборацију у сложеним системима за: контролне собе, "cybercommons" амбијенти, скалабилни системи интерфејса. Истраживање потреба корисника у контексту И 4.0 (посматрање учесника, интервјуисање, додатни алати за дефинисање и оцену потреба корисника). Карактеристике, ефективност, ефикасност и задовољство корисника интерфејса у колаборативном окружењу. Пројектовање експеримената у контексту И 4.0. Принципи процеса пројектовања интероперабилности/интеракције/колаборације усмерене на кориснике (корисност, физиолошки, ергономски и технолошки фактори). Употребљивост и евалуација интероперабилних/интерактивних/колаборативних система (статистичко тестирање и анализа резултата).

Садржај практичне наставе

Практична настава подразумева анализе и дискусије студија случаја, као и



индивидуалан и тимски рад (у групама од по најмање 3 студента) при изради задатака и пројекта у областима теоријске наставе у лабораторији.

Услов похађања

Нема.

Ресурси

Изводи са предавања и упутства за вежбе.

Spasojevic Brkić, V., Putnik, G., Veljkovic, Z., & Shah, V. (2016). Interface for Distributed Remote User Controlled Manufacturing: Manufacturing and Education Sectors Led View. In Handbook of Research on Human-Computer Interfaces, Developments, and Applications. 363-391. IGI Global.

Spasojevic Brkić, V., Putnik, G., Veljković, Z. A., Shah, V., & Essdai, A. (2017). Interfaces for Distributed Remote User Controlled Manufacturing as Collaborative Environment. In Advances in Human Factors and System Interactions.. 335-347. Springer, Cham.

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ		ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
активна настава (теоријска)	45	провера знања	15
ново градиво	30	преглед и оцена рачунских задатака	0
развијање и примери (рекапитулација)	15	преглед и оцена лаб. извештаја	0
активна настава (практична)	30	преглед и оцена семинарских радова	0
аудиторне вежбе	10	преглед и оцена пројекта	0
лабораторијске вежбе	0	колоквијум са оцењивањем	5
рачунски задаци	0	тест са оцењивањем	0
семинарски рад	0	завршни испит	10
пројекат	20		
дискусија/радионица	0		
студијски истраживачки рад	0		

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	10	семинарски рад	0
тест/колоквијум	20	пројекат	40
лабораторијска вежбања	0	завршни испит	30
рачунски задаци	0		

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

Литература

Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2015). Interaction design: beyond human-computer interaction. John Wiley & Sons.

Benyon, D. (2014). Designing interactive systems: A comprehensive guide to HCI, UX and



interaction design. NJ: Pearson.

Nof, S. Y., Ceroni, J., Jeong, W., & Moghaddam, M. (2015). Definitions, Scope, and Significance. In Revolutionizing Collaboration through e-Work, e-Business, and e-Service (pp. 1-32). Springer, Berlin, Heidelberg.



Пројектовање пословних модела у Индустрији 4.0

ID: 9005

Врста предмета: теоријско-методолошки

Носилац предмета: Весна К. Спасојевић-Бркић

Извођачи наставе: Спасојевић-Бркић К. Весна

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени

Катедра: индустријско инжењерство

Циљ предмета

Курс уводи концепте, алате и принципе пројектовања пословних модела усклађених са концептом индустрије 4.0 и нуди практичан приступ за разумевање, пројектовање и тестирање пословних модела.

Исход предмета

По завршеном курсу студенти ће бити оспособљени да:

- Објасне значај пословних модела за креирање вредности и покретање успешних подухвата у модерној економији.
- Описују, пореде и критички разматрају различите приступе пословним моделима.
- Анализирају и критички оцењују постојеће пословне моделе.
- Пројектују и презентују пословне моделе иновативних и одрживих подухвата у И 4.0
- Разумеју значај дисруптивних иновација у И 4.0 и
- Пројектују и унапређују све елементе шаблона пословних модела на основама тржишне успешности.

Садржај теоријске наставе

Пословни модел као концепт. Креирање вредности и успех нових пословних подухвата у И 4.0. Елементи и типови пословних модела. Иновирање пословних модела за индустрију И 4.0. Питања патентабилности и тржишног потенцијала инвенције. Развој и усавршавање шаблона генерисања пословних модела. Креирање и процена вредности у шаблону генерисања пословних модела. Развој потрошачких сегмената и релација. Lean старт-уп методологија. Дисруптивна иновација. Финансијски показатељи пословних модела. Интелектуална својина, показатељи кључних перформанси и "Pitch" (како импресионирати инвеститора).

Садржај практичне наставе

Презентације и рецензије иновативних пројеката и бизниса предложених од стране студената подељених у групе, који садрже следеће елементе: План Развоја Бизниса; Питања патентабилности и тржишног потенцијала, Процена еколошких и друштвених ефеката пројекта, Процена нивоа технолошке спремности, Права интелектуалне својине, Развој и усавршавање шаблона генерисања пословних модела - Business Model Canvas/Lean Canvas, Презентација - Pitching, и Питања и проблеми финансирања/трошкова.



Услов похађања

Нема.

Ресурси

Изводи са предавања и упутства за вежбе

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	45
ново градиво	25
развијања и примери (рекапитулација)	20
активна настава (практична)	30
аудиторне вежбе	0
лабораторијске вежбе	0
рачунски задаци	0
семинарски рад	0
пројекат	15
дискусија/радионица	15
студијски истраживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	15
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	0
преглед и оцена семинарских радова	0
преглед и оцена пројекта	0
колоквијум са оцењивањем	7
тест са оцењивањем	0
завршни испит	8

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	10
тест/колоквијум	20
лабораторијска вежбања	0
рачунски задаци	0

семинарски рад	0
пројекат	40
завршни испит	30

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

Литература

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers. John Wiley & Sons

Vom Brocke, J., & Rosemann, M. (2010). Handbook on business process management. Heidelberg: Springer.

Rakonjac, I., & Spasojević Brkić, V. Identifying and Categorizing Risks of New Product Development in a Small Technology-Driven Company. Technology Entrepreneurship. Springer, Cham, 2018. 71-98.

Mazzarol, T., Reboud, S., Limnios, E.M., Clark, D. (2014). Research handbook on sustainable co-operative enterprise: Case studies of organisational resilience in the co-operative business model. Edward Elgar Publ.

Pokrajac, S. (2010). Preduzetništvo - izazovi i putevi kreativne destrukcije privrede Srbije. Beograd: Mašinski fakultet.



Савремени менаџмент и мрежна организација предузећа

ID: 9001

Врста предмета: теоријско-методолошки

Носилац предмета: Весна К. Спасојевић-Бркић

Извођачи наставе: Милановић Д. Драган, Мисита Ж. Мирјана, Спасојевић-Бркић К. Весна

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени

Катедра: индустријско инжењерство

Циљ предмета

Циљ предмета је упознавање студената са основама мрежне организационе структуре и овладавање организационим и менаџмент вештинама у пословном окружењу индустрије 4.0. Студенти се осопособљавају да планирају, организују и воде у складу са расположивим ресурсима уз адекватно управљање квалитетом, трошковима, временом и ризицима у условима пословања И4.0.

Исход предмета

Након завршетка курса студенти ће бити у могућности да препознају, разматрају, овладају и критички се односе према савременим, реалним проблемима организовања и управљања у И4.0, као и да идентификују и резимирају главне практичне импликације датих питања и проблема на организацију и друштво.

Садржај теоријске наставе

Трендови и изазови радних места будућности. Мрежна организација - контекст, стратегија развоја, структура (вертикална и хоризонтална интеграција и питања диференцијације). Нове форме организовања (холакратија, агилна, scrum...). Руководство, тимови за управљање, мотивација и доношење одлука. Колаборативно окружење, организациона контрола и промене. Контролисање критичних организационих процеса - управљање организационим конфликтима и преговарањем, развој напредних информационих система и технологија, промовисање иновација, развој производа и предузетништво. Управљање различитим организационим културама. Методе, технике и алати за организациони развој (SWOT, DEA, BSC, Benchmarking...). Lean Six Sigma методологија и алати (QFD, TRIZ, DOE, FMEA, NGT, SIPOC...), KPI (кључни показатељи учинка) и KRI (кључни индикатори ризика). Доношење пословних одлука. Пословни планови и управљање ланцем вредности.

Садржај практичне наставе

Радионице о организационој структури и проблемима менаџмента у мрежним организацијама уз разматрање показатеља перформанси и ризика. Пројекти који захтевају тимски рад за доношење одлука у областима производне ефикасности, квалитета, културе, управљања људским ресурсима, финансијама итд. биће симулирани кроз мрежне организације уз анализу ефикасност и ефективности процеса.



Услов похађања

Нема.

Ресурси

Изводи са предавања и упутства за вежбе.

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ		ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
активна настава (теоријска)	30	провера знања	15
ново градиво	20	преглед и оцена рачунских задатака	0
развијања и примери (рекапитулација)	10	преглед и оцена лаб. извештаја	0
активна настава (практична)	45	преглед и оцена семинарских радова	0
аудиторне вежбе	10	преглед и оцена пројекта	0
лабораторијске вежбе	0	колоквијум са оцењивањем	10
рачунски задаци	10	тест са оцењивањем	0
семинарски рад	0	завршни испит	5
пројекат	15		
дискусија/радионица	10		
студијски истраживачки рад	0		

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	5	семинарски рад	0
тест/колоквијум	40	пројекат	15
лабораторијска вежбања	0	завршни испит	30
рачунски задаци	10		

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

Литература

Ramos P. , Network Models for Organizations, Palgrave Macmillan UK, 2011, 978-0-230-32016-1

Gareth R. Jones, Jennifer M. George, Mary Barrett, Beverly Honig, Contemporary Management, McGraw-Hill Education Australia, 2016

Sroka, Włodzimierz, and Štefan Hittmár, eds. Management of network organizations: Theoretical problems and the dilemmas in practice. Springer, 2015.

Albach, Horst, et al., eds. Management of permanent change. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015.

Spasojević Brkić, V. (2009). Kontingentna teorija i menadžment kvalitetom. Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet.



Управљање квалитетом и ризиком у индустрији 4.0

ID: 9020

Врста предмета: научно-стручни

Носилац предмета: Весна К. Спасојевић-Бркић

Извођачи наставе: Вељковић А. Зорица, Мисита Ж. Мирјана, Спасојевић-Бркић К.
Весна

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени

Катедра: индустријско инжењерство

Циљ предмета

Циљ курса је да студентима омогући разумевање и практичну примену принципа, концепата, стандарда и алата за управљање квалитетом и ризиком у пракси I4.0, са циљем постизања задовољства свих заинтересованих страна.

Исход предмета

По завршеном курсу студенти ће бити способни да:

- Објасне значај управљања квалитетом и ризиком у оквиру И 4.0
- Примене стандарде управљања квалитетом и ризиком
- Примене и критички сагледају резултате примењених метода и техника за управљање квалитетом и ризиком у оквиру И 4.0.
- Унапређују квалитет и спроводе митигацију ризика у оквиру И 4.0.

Садржај теоријске наставе

Управљање квалитетом и управљање пословним процесима. Управљање квалитетом и Организационе перформансе. Стандарди управљања квалитетом (ISO 9000, AS9100, ISO/TS 16949). Принципи управљања квалитетом. TQM методи, технике и алати (Рибља кост дијаграм, Парето анализа, QFD, TRIZ, Тагучијеве методе, DOE, NGT, SIPOC, PDPC, DOE, 8D...) у И 4.0. Изазови при имплементацију TQM-а - 11 Axes of Q4.0 7. Стандарди управљања ризиком (ISO 31000, ISO/IEC 27000). Методе, технике и алати управљања ризиком (FTA, ETA, FMEA, HAZOP, RGM, VBN, Test, HRA etc.). Безбедност и сигурност у И 4.0. Ризик у И 4.0. Осигурање. Одрживост пословања и Управљање ризиком.

Садржај практичне наставе

Практична настава подразумева анализе студија случаја, успостављање документације QMS и ISMS и примену метода, техника и алата за управљање квалитетом и ризиком на подацима прикупљеним у реалним индустријским системима.

Услов похађања

Нема.

Ресурси



Spasojević Brkić, V., Milanović, D., Knežević, S., Lazić, D., & Milanović, T. (2012). Sistem menadžmenta kvalitetom i poslovne performanse. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet.

Изводи са предавања и упутства за вежбе.

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	45
ново градиво	30
развијање и примери (рекапитулација)	15
активна настава (практична)	30
аудиторне вежбе	10
лабораторијске вежбе	0
рачунски задаци	0
семинарски рад	0
пројекат	20
дискусија/радионица	0
студијски истраживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	15
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	0
преглед и оцена семинарских радова	0
преглед и оцена пројекта	0
колоквијум са оцењивањем	5
тест са оцењивањем	0
завршни испит	10

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	10
тест/колоквијум	20
лабораторијска вежбања	0
рачунски задаци	0

семинарски рад	0
пројекат	40
завршни испит	30

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

Литература

Goetsch, D. L., & Davis, S. B. (2016). Quality management for organizational excellence: Introduction to total quality (8th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Jacob D. (2018) Quality 4.0 Impact and Strategy Handbook, LNS Research. SAS Institute.

Voehl, F., Harrington, H. J., Mignosa, C., & Charron, R. (2013). The lean six sigma black belt handbook: tools and methods for process acceleration. Productivity Press.

Schou, C., & Hernandez, S. (2014). Information Assurance handbook: Effective computer security and risk management strategies. McGraw-Hill Education Group.

Popović, B., Klarin, M., & Veljković, Z. (2008). Sistem šest sigma u realizovanju rezultata procesa-Processing for Six Sigma. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet.



ОПШТЕ МАШИНСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Пракса, 2. део

Пракса, 1. део



Пракса, 1. део

ID: 9009

Врста предмета: стручна пракса

Носилац предмета: Марко В. Милош

Извођачи наставе: Милош В. Марко

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: презентација семинарског рада

Катедра: опште машинске конструкције

Циљ предмета

Циљ предмета је стицање вештина неопходних за практичну примену знања стечених на предметима мастер студија у реалном индустријском/пословном окружењу као и упознавање студената са: (1) амбијентом у коме ће развијати професионалну каријеру, (2) основним функцијама пословног система у домену индустрије 4.0, (3) улогом и задацима инжењера у таквом пословном систему.

Исход предмета

Након успешно завршене праксе студент:

- Има практична искуства у примени знања стечених на предметима мастер студија у реалном индустријском/пословном окружењу;
- Повезује знања стечена на различитим курсевима и интегрише их у решавању практичних проблема;
- Препознаје начине организовања и функционисања средина у којима ће примењивати стечена знања у својој будућој професионалној каријери;
- Препознаје и критички разматра моделе организовања и токове пословних информација у реалном пословном систему;
- Препознаје основне процесе у пројектовању, производњи, одржавању, управљању залихама, обезбеђењу квалитета и безбедности и здравља на раду, у контексту његових будућих професионалних компетенција и критички их анализира;
- Успоставља личне контакте и познанства која ће моћи да користи током студирања или заснивања будућег радног односа.

Садржај теоријске наставе

Користе се теоријска знања стечена током студија.

Садржај практичне наставе

Студент праксу врши у предузећу у коме је ангажован на решавању реалних проблема из следећих области:

- дистрибуирано рачунарство,
- анализа података,
- интерактивно рачунарство,
- организација и управљање процесима и системима,
- пројектовање и/или имплементација опреме, система и процеса,



- одржавање система
у контексту Индустрије 4.0.

Студенту је током праксе додељен ментор код послодавца. Детаљан план праксе усаглашавају предметни наставник и ментор код послодавца у складу са изборним предметима које студент похађа током студија и пословном оријентацијом и делатношћу компаније. Практика се обавља једним радним даном током читавог другог семестра. Након обављене праксе студент креира извештај који ће бранити пред предметним наставником.

Услов похађања

Нема.

Ресурси

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 0

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	0
ново градиво	0
развијање и примери (рекапитулација)	0
активна настава (практична)	0
аудиторне вежбе	0
лабораторијске вежбе	0
рачунски задаци	0
семинарски рад	0
пројекат	0
дискусија/радионица	0
студијски истраживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	0
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	0
преглед и оцена семинарских радова	0
преглед и оцена пројекта	0
колоквијум са оцењивањем	0
тест са оцењивањем	0
завршни испит	0

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	0
тест/колоквијум	0
лабораторијска вежбања	0
рачунски задаци	0

семинарски рад	50
пројекат	0
завршни испит	50

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

Литература



Пракса, 2. део

ID: 9010

Врста предмета: стручна пракса

Носилац предмета: Марко В. Милош

Извођачи наставе: Милош В. Марко

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 9

Облик завршног испита: презентација семинарског рада

Катедра: опште машинске конструкције

Циљ предмета

Циљ предмета је стварање основе за израду мастер рада кроз решавање практичних проблема и прикупљање информација и података из реалног система у домену индустрије 4.0.

Исход предмета

Након успешно завршене праксе студент:

- Стиче додатна практична искуства у примени знања стечених на предметима мастер студија у реалном индустријском/пословном окружењу;
- Продубљује знања стечена на различитим курсевима и врши њихову синтезу у решавању практичних проблема;
- Се оспособљава да самостално или у тиму решава проблеме у реалном пословном окружењу;
- Успоставља личне контакте и познанства која ће моћи да користи током студирања или заснивања будућег радног односа.

Садржај теоријске наставе

Користе се теоријска знања стечена током студија.

Садржај практичне наставе

Студент праксу врши у предузећу у коме је ангажован на решавању реалних, практичних проблема из следећих области:

- дистрибуирано рачунарство,
- анализа података,
- интерактивно рачунарство,
- организација и управљање процесима и системима,
- пројектовање и/или имплементација опреме, система и процеса,
- одржавање система

у контексту Индустрије 4.0.

Студенту је током праксе додељен ментор код послодавца. Детаљан план праксе усаглашавају ментор мастер рада и ментор код послодавца у складу са одабраном темом мастер рада и пословном оријентацијом и делатношћу компаније.

Начелно, осим у организацијама са којима факултет има сарадњу, уз сагласност факултета и договор факултета и организације, студент може обављати праксу и у



другим производним организацијама, пројектним и консултантским организацијама, организацијама које се баве одржавањем машинске опреме, јавним и комуналним предузећима и сл, које обављају послове у области мастер програма. Током праксе студенти морају водити дневник у коме ће уносити опис послова које обављају, закључке и запажања. Пракса се обавља у току трећег семестра у трајању од 8 радних недеља. Након обављене праксе морају направити извештај који ће бранити пред ментором мастер рада. Извештај се предаје у форми семинарског рада.

Услов похађања

-

Ресурси

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 0

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	0
ново градиво	0
развијање и примери (рекапитулација)	0
активна настава (практична)	0
аудиторне вежбе	0
лабораторијске вежбе	0
рачунски задаци	0
семинарски рад	0
пројекат	0
дискусија/радионица	0
студијски истраживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	0
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	0
преглед и оцена семинарских радова	0
преглед и оцена пројекта	0
колоквијум са оцењивањем	0
тест са оцењивањем	0
завршни испит	0

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	0
тест/колоквијум	0
лабораторијска вежбања	0
рачунски задаци	0

семинарски рад	50
пројекат	0
завршни испит	50

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

Литература



ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО

Увод у производне системе

Дигитални мерни системи

Машинско учење интелигентних роботских система

Роботика и вештачка интелигенција

Кибернетско физички системи

Теминирање технолошких система и процеса

Флексибилни и реконфигурабилни технолошки системи

Индустријски интернет ствари и сајбер безбедност



Дигитални мерни системи

ID: 9014

Врста предмета: стручно-апликативни

Носилац предмета: Славенко М. Стојадиновић

Извођачи наставе: Стојадиновић М. Славенко

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: усмени

Катедра: производно машинство

Циљ предмета

СТИЦАЊЕ ТЕОРИЈСКИХ И ПРАКТИЧНИХ ЗНАЊА У ОБЛАСТИ НОВЕ ГЕНЕРАЦИЈЕ МЕТРОЛОШКИХ СИСТЕМА - ДИГИТАЛНИХ МЕРНИХ СИСТЕМА ПОТРЕБНИХ ЗА КОНЦЕПТ ДИГИТАЛНОГ КВАЛИТЕТА И ПЛАНИРАЊА ИНСПЕКЦИЈЕ У КОНТЕКСТУ ИНДУСТРИЈЕ 4.0. Студенти треба да стекну и овладају новим знањима и вештинама о: метролошкој интероперабилности, унификацији и безбедности протокола у контексту Internet of Things и Cyber-security; инжењерској онтологији, методама њеног развоја и имплементације за домен мерења у производњи; онтолошким базама знања и њеним развојем за интеграцију геометрије и толеранција машинских делова; методама интелигентног планирања инспекције на бази техника вештачке интелигенције (GA, AC), визуелизацији, симулацији и верификацији мерења на виртуелним мерним машинама; методама оптималног конфигурисања мерних сензора и анализи постављања делова на бази генетских алгоритама; оптимизацији мерне путање на бази теорије ројева - колоније мравца; дефинисању протокола мерења за задату (реалну) мерну машину, као излаза, независно од типа машине и њене локације кроз дељење информација на бази cloud концепта.

Исход предмета

По успешном завршетку овог курса, студенти треба да буду оспособљени да: препознају, унапређују постојеће и развијају нове протоколе у комуникацији између виртуелне и реалне мерне машине; аутоматски генеришу протокол мерења и тако смање време припреме мерења; развију нову инжењерску онтологију за потребе класификације поновне употребе и дељење знања одређеног домена уз коришћење оптималног скупа информација на бази Big data and Analytics; развију онтолошку базу знања за интеграцију геометрије и толеранција машинских делова; примене методе интелигентног планирања инспекције на бази техника вештачке интелигенције (GA и AC) и симулирају процес мерења у виртуелном окружењу; оптимално поставе мерни део на мерну машину, узимајући у обзир геометријску и метролошку комплексност дела; конфигуришу оптималан број мерних сензора за свако постављање мерног дела; генеришу оптималну мерну путању и тако смање главно време мерења.

Садржај теоријске наставе

Теоријска настава се изводи у десет целина: 1) Дигитални мерни системи. Дефиниција, структура и карактеристике. Мерна машина као универзални мерни систем за мерење у производној метрологији. Увод у GD&T; 2) Метролошка



интероперабилност. Инжењерска онтологија за домен планирања инспекције у координатној метрологији. Методологије развоја инжењерске онтологије и предложени модел; 3) Онтолошка база знања за интеграцију геометрије и толеранција. Модел онтолошке базе знања; 4) Математички модел планирања инспекције призматичких делова на мерној машини. Моделирање примитива и њихових параметара. Генерисања мерних тачака; 5) Генерисање чворних тачака за избегавање колизије и иницијална мерна путања; 6) Модел анализе постављања мерних делова и конфигурисања мерних сензора за случај коришћења сензора у облику звезда и мерна глава; 7) GA - модел оптималног конфигурисања мерних сензора и постављања мерних делова за задате толеранције. Дефинисање иницијалне популације, функције фитнеса и осталих елемената модела; 8) Модел података и зоне колизије за примену АСО - мерне путање; 9) АСО - модел. Проблем трговачког путника; 10) Верификација дигиталног модела планирања инспекције на мерним машинама у дигиталном окружењу.

Садржај практичне наставе

Практична настава се изводи кроз пет лабораторијских и пет аудиторних вежби. Лабораторијске вежбе: 1) Мерење микро-геометрије и регресиона анализа резултата мерења; 2) Имплементација класа, индивидуа и особина инжењерске онтологије у Protege софтверу; 2) Дигитални модел дела и мерне машине у MatLab окружењу; 3) Симулација мерења у MatLab окружењу; 4) Конфигурисање виртуелне мерне машине у PTC Creo софтверу; 5) Симулација мерне путање на виртуелној мерној машини и генерисање PC-DMIS датотеке у CMM модулу PTC Creo софтвера. Аудиторне вежбе: 1) Припрема за прву лабораторијску вежбу: параметри мерења микро-геометрије; 2) Модификовани Хемерслејев принцип дистрибуције мерних тачака за основне метролошке примитиве; 3) Принцип избегавања колизије и генерисање иницијалне мерне путање; 4) Анализа постављања мерних делова и конфигурисање мерних сензора; 5) Генерисање оптималне мерне путање применом колоније мрва.

Услов похађања

Дефинисан курикулумом студијског програма.

Ресурси

1. Предавања за сваку лекцију у електронској форми (handouts). 2. Упутство за израду задатака и семинарког рада. 3. Монографија из области квалитета и производне метрологије. 4. Сајт предмета са адресама водећих организација и важних институција у овој области (у припреми). 5. Техничка база предмета - Лабораторија за производну метрологију и TQM .

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ		ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
активна настава (теоријска)	30	провера знања	15
ново градиво	25	преглед и оцена рачунских задатака	1
развијање и примери (рекапитулација)	5	преглед и оцена лаб. извештаја	0
активна настава (практична)	45	преглед и оцена семинарских радова	1
аудиторне вежбе	17	преглед и оцена пројекта	0



лабораторијске вежбе	15	колоквијум са оцењивањем	4
рачунски задаци	8	тест са оцењивањем	4
семинарски рад	5	завршни испит	5
пројекат	0		
дискусија/радионица	0		
студијски истраживачки рад	0		

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	10	семинарски рад	10
тест/колоквијум	30	пројекат	0
лабораторијска вежбања	5	завршни испит	30
рачунски задаци	15		

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

Литература

S. M. Stojadinovic, V. D. Majstorovic (2019), An Intelligent Inspection Planning System for Prismatic Parts on CMMs, Springer International Publishing, 978-3-030-12806-7.

A. J. Sladek (2016), Coordinate Metrology - Accuracy of Systems and Measurements, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 978-3-662-48463-0

G. T. Smith (2013), Industrial metrology: surfaces and roundness. Springer Science & Business Media, 978-1-85233-507-6

В. Мајсторовић, Ј. Ходолич (1998), Нумерички управљане мерне машине, ФТН Нови Сад, 86-499-0091-7

M. N. Durakbasa (2003), Geometrical Product Specifications and Verification for the Analytical Description of Technical and Non-technical structures, 3-901888-26-8



Индустријски интернет ствари и сајбер безбедност

ID: 9021

Врста предмета: научно-стручни

Носилац предмета: Живана Б. Јаковљевић

Извођачи наставе: Јаковљевић Б. Живана

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: писмени

Катедра: производно машинство

Циљ предмета

Циљ овог курса је да студенти стекну знања и вештине неопходне за: 1) развој поузданог и безбедног индустријског интернета ствари, 2) пројектовање система управљања дистрибуираног на паметне уређаје (кибернетско физичке системе) и 3) безбедну, поуздану и сигурну имплементацију индустријског интернета.

Исход предмета

Након успешног завршетка овог курса, студенти су способни да:

- Користе различите рачунарске мреже у индустријском окружењу;
- Пројектују и имплементирају индустријске системе управљања који су дистрибуирани на паметне уређаје;
- Моделирају дистрибуиране системе управљања у складу са IEC 61499;
- Верификују перформансе мреже паметних уређаја;
- Разумеју проблеме који се односе на поузданост и безбедност у индустријском интернету ствари.

Садржај теоријске наставе

1. Увод у индустријски интернет ствари; Програмабилни логички контролери: функције, хардвер, софтвер, узлазно-излазни модули; програмски језици и програмирање у складу са IEC 61131-3.
2. Дистрибуција задатка управљања на паметне уређаје; спецификација задатака управљања системима са дискретним догађајима коришћењем Петри мрежа, дистрибуција задатака управљања системима са дискретним догађајима на умрежене паметне уређаје;
3. Формалне методе за верификацију и анализу перформанси дистрибуираних система управљања заснованих на интернету ствари: вештачки језици, регуларни језици и изрази, коначни аутомати, теорија надзорног управљања;
4. Моделирање и спецификација дистрибуираних система управљања у складу са IEC 61499;
5. Референтна архитектура индустријског интернета; Индустријске мреже: преглед ожичених мрежа, IEEE 802.11 (Wi-Fi) и IEEE 802.15.4 засноване бежичне мреже; OPC Unified Architecture;
6. Безбедност: напади у системима са континуалним управљањем и системима са дискретним догађајима; преглед метода за детекцију напада; заштита од напада.



Садржај практичне наставе

1. Лабораторијске вежбе:

PL1: Електро-пнеуматска реализација комбинационог коначног аутомата са управљањем помоћу програмабилног логичког контролера – реализација на лабораторијском столу

PL2: Моделирање система управљања коришћењем Петријевих мрежа и њихова анализа

PL3: Електро-пнеуматска реализација секвенцијалног коначног аутомата директне реакције са управљањем помоћу програмабилног логичког контролера – реализација на лабораторијском столу

PL4: IEEE 802.15.4: Креирање дистрибуираног система управљања електропнеуматског система коришћењем мреже бежичних чворова заснованих на микроконтролерима;

PL5: IEC 61499: Моделирање дистрибуираних система управљања – увод у 4diac.

PL6: Ethernet: Успостављање комуникације у реалном времену између програмабилног контролера и паметних актуатора коришћењем Ethernet-а, као и између програмабилног контролера и паметних уређаја и MES-а путем OPC UA;

PL7: Креирање и имплементација система за детекцију напада у системима са дискретним догађајима;

PL8: Креирање и имплементација система за детекцију напада у континуално управљаним системима;

2. Пројектни задатак: Пројектовање, верификација и имплементација дистрибуираног система управљања одабраним производним ресурском кроз мрежу паметних уређаја.

Услов похађања

нема

Ресурси

1. Јаковљевић Ж., Индустријски интернет ствари, изводи са предавања

2. Бежични чворови засновани на ARM Cortex-M3-based NXP LPC1768 микроконтролерима и MRF24J40MA 2.4 GHz IEEE Std. 802.15.4 RF трансиверима

3. Паметни пнеуматски цилиндри и хватачи са интегрисаним разводницима, крајњим прекидачима и бежичним чворовима

4. Развојне (протоборд) плоче и електронске компоненте

5. Модуларни 2DoF и 3DoF електро-пнеуматски манипулатор

6. Чланкасти транспортер

7. Флексибилни електро-пнеуматски систем за монтажу

8. Модуларни 3DoF електро-пнеуматски манипулатор

9. Систем вештачког гледања Cognex IS2000M-120-40-125

10. Програмабилни контролер Omron CP1L-EM40DT-D

11. Програмабилни контролер Omron CP1L-EM30DT1-D

12. Програмабилни контролер Omron SYSMAC CPM1-10CDR-A

13. HMI са екраном осетљивим на додир Omron NB5Q-TW01B;

14. Keil \mu Vision open source софтвер

15. DESUMA open source софтвер

16. 4diac open source софтвер

17. Opera MES



18. Omron CX Programmer
19. Персонални рачунари

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	45
ново градиво	30
развијање и примери (рекапитулација)	15
активна настава (практична)	30
аудиторне вежбе	0
лабораторијске вежбе	20
рачунски задаци	0
семинарски рад	0
пројекат	10
дискусија/радионица	0
студијски истаживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	15
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	1
преглед и оцена семинарских радова	0
преглед и оцена пројекта	3
колоквијум са оцењивањем	0
тест са оцењивањем	6
завршни испит	5

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	5
тест/колоквијум	20
лабораторијска вежбања	10
рачунски задаци	0

семинарски рад	0
пројекат	35
завршни испит	30

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

Литература

Pilipović M, Jakovljević Ž, Automatizacija proizvodnje, Mašinski fakuletet Beograd, 2017
Edward A. Lee and Sanjit A. Seshia, Introduction to Embedded Systems - A Cyber---Physical Systems Approach, Second Edition, 2015. Available online at <http://LeeSeshia.org>
Rob Toulson and Tim Wilmshurst, Fast and effective embedded systems design: applying the ARM mbed, Newnes, 2016.
Rajeev Alur, Principles of Cyber---Physical Systems, MIT Press, 2015
Kok Kiong Tan, Andi Sudjana Putra, Drives and Control for Industrial Automation, Springer-Verlag London, 2011



Кибернетско физички системи

ID: 9007

Врста предмета: стручно-апликативни

Носилац предмета: Живана Б. Јаковљевић

Извођачи наставе: Јаковљевић Б. Живана

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: усмени

Катедра: производно машинство

Циљ предмета

Циљ овог курса је да студенти стекну знања и вештине у пројектовању и имплементацији кибернетско физичких система кроз искуство у ко-дизајну механичког и управљачког подсистема.

Исход предмета

Након успешног завршетка овог курса, студенти су способни да:

- Пројектују кибернетско физичке системе кроз додавање комуникационих и прорачунских способности механичким уређајима;
- Имплементирају паметне и конвенционалне сензоре и актуаторе у различитим системима;
- Пројектују наменске управљачке системе засноване на микроконтролерима;
- Разумеју основне принципе управљања кретањем и имплементирају управљање кретањем у различитим задацима.

Садржај теоријске наставе

1. Увод у кибернетско физичке системе;
2. Микроконтролери: архитектура (заснована на 8-bit PIC и 32-bit ARM (Cortex-M3)); компоненте: дигитални улази/излази, тајмери, ADC, DAC, PWM, серијски интерфејси (USART, SPI, I2C, CAN); програмирање: од C -а до асемблера, интерапти, интерапт сервис рутине;
3. Сензори: апсолутни и инкрементални енкодери (обртни и линијски), мерне траке, сензори силе, мерење дистанце (LVDT, ласерски интерфереометри), акцелерометри, жироскопи, јединице за мерење инерције, термо парови, RFID, системи вештачког гледања;
4. Основе дигиталне обраде сигнала: теорема одабирања, Фуријеова трансформација, дискретна Фуријеова трансформација, краткотрајна Фуријеова трансформација, филтрирање сигнала, креирање FIR филтера, конволуција;
5. Актуатори: Корачни мотори, серво мотори, пнеуматски и хидраулични актуатори;
6. Управљање кретањем: архитектура CNC система са нагласком на NC језгро (интерпретер, управљање убрзањем/успорењем, инерполатор), основе интерполације;
7. Пројектовање паметних сензора и актуатора;
8. Производни ресурси као кибернетско физички системи; кибернетско физички



системи као основа за системе за извршавање производње и планирање ресурса.

Садржај практичне наставе

1. Лабораторијске вежбе:

PL1: Основе програмирања микроконтролера: дигитални улази/излази, ADC;

PL2: Програмирање микроконтролера: DAC;

PL3: Програмирање микроконтролера: серијски интерфејси;

PL4: Програмирање микроконтролера: PWM и интерапти;

PL5: Основе дигиталне обраде сигнала: креирање дигиталних филтера; Програмирање микроконтролера: имплементација FIR филтера.

PL6: Програмирање НУМА у складу са ИСО 6983; Креирање програма и израда дела на одабраном обрадном систему.

2. Пројектни задатак: Пројектовање и физичка реализација паметног сензора и актуатора.

Услов похађања

нема услова

Ресурси

1. Јаковљевић Ж., Кибернетско физички системи, изводи са предавања;

2. ARM Cortex-M3 NXP LPC1768 микроконтролери;

3. Развојне (протоборд) плоче и електронске компоненте;

4. MRF24J40MA 2.4 GHz IEEE Std. 802.15.4 RF трансивери;

5. Keil \mu Vision софтвер;

6. акцелерометри, енкодери, LVDT сензори, сензор силе заснован на мерним тракама, двоосни пиезоелектрични динамометар, бинарни сензори;

7. Корачни мотори, електро-пнеуматски регулатор, пнеуматски цилиндар, разводници;

8. Sinumerik 802d CNC управљачка јединица инсталирана на стругу ECHO ENG TCN-410-1250;

9. Персонални рачунари.

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ		ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
активна настава (теоријска)	45	провера знања	15
ново градиво	30	преглед и оцена рачунских задатака	0
развијање и примери (рекапитулација)	15	преглед и оцена лаб. извештаја	1
активна настава (практична)	30	преглед и оцена семинарских радова	0
аудиторне вежбе	0	преглед и оцена пројекта	3
лабораторијске вежбе	15	колоквијум са оцењивањем	0
рачунски задаци	0	тест са оцењивањем	6
семинарски рад	0	завршни испит	5
пројекат	15		
дискусија/радионица	0		



студијски истраживачки рад	0
----------------------------	---

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	5	семинарски рад	0
тест/колоквијум	24	пројекат	25
лабораторијска вежбања	16	завршни испит	30
рачунски задаци	0		

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

Литература

Pilipović M, Jakovljević Ž, Automatizacija proizvodnje, Mašinski fakuletet Beograd, 2017

Pilipović M, Automatizacija proizvodnih procesa - laboratorija, Mašinski fakuletet Beograd, 2006

Edward A. Lee and Sanjit A. Seshia, Introduction to Embedded Systems - A Cyber---Physical Systems Approach, Second Edition, 2015. Available online at <http://LeeSeshia.org>

Rob Toulson and Tim Wilmshurst, Fast and effective embedded systems design: applying the ARM mbed, Newnes, 2016.

Rajeev Alur, Principles of Cyber---Physical Systems, MIT Press, 2015



Машинско учење интелигентних роботских система

ID: 9006

Врста предмета: научно-стручни

Носилац предмета: Зоран Ђ. Миљковић

Извођачи наставе: Јовановић Ж. Радиша, Миљковић Ђ. Зоран, Петровић М. Милица

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: презентација пројекта

Катедра: производно машинство

Циљ предмета

Циљ је да студенти остваре способност за развој и имплементацију интелигентних мобилних робота способних да реализују радне задатке у напредном технолошком окружењу, кроз хардверско-софтверску интеграцију, без експлицитног управљања од стране човека-оператера, а у складу са примењеним парадигмама вештачке интелигенције. С обзиром да производне технологије 21. века обухватају ту хардверско-софтверску интеграцију интелигентних система, посебно мобилних робота, као и аутоматизованих агената, овај предмет има за циљ да студенте мастер академских студија, кроз теоријске, а посебно преко практичних аспеката, оспособи за самосталан развој савремених роботизованих система и процеса, њихово моделирање, увођење, све до имплементације у оквиру четврте индустријске револуције, и то кроз примену нових алгоритама и метода у домену вештачке интелигенције.

Исход предмета

По успешном завршетку овог курса, студенти би требало да буду оспособљени да:

- Комплексно користе информационо-комуникационе технологије у оквиру интелигентних роботских система.
- Самостално врше избор метода базираних на примени различитих техника вештачке интелигенције (вештачких неуронских мрежа, фази логике и хибридног управљања, итд.), као и биолошки инспирисаних алгоритама при тражењу оптималног решења у процесу развоја и примене машинског учења интелигентних роботских система (коришћењем софтвера Matlab и BPnet).
- Разумеју интеракције софтверских и хардверских подсистема мобилног робота при одлучивању, током истраживања технолошког окружења, кроз реконфигурисање његове физичке структуре и програмирање интелигентног понашања у Matlab окружењу.
- Имају развијену способност за тимски рад.

Садржај теоријске наставе

Теоријска настава обухвата следеће садржаје:

1. Увод у интелигентне системе базирание на знању и машинском учењу. Модели машинског учења; дедукција, индукција и аналогија. Машинско учење као основа интелигентних система и процеса.
2. Еволутивност и интелигентни системи базирани на мултиагентској методологији.
3. Интелигентни мобилни роботи; кључне когнитивне способности мобилних робота



укључујући перцепцију, избегавање препрека, антиципацију, планирање путање, комплексну координацију мотора, разумевање понашања других агената, итд.

4. Оцењивање положаја мобилног робота и карактеристичних објеката у технолошком окружењу. Калманов филтер.

5. Вештачке неуронске мреже: вишеслојне неуронске мреже без повратних спрега, неуронске мреже са радијалним базисним функцијама.

6. Фази логика и фази управљање.

7. Неуро-фази контролери.

8. Интелигентно управљање мобилног роботског система.

9. Биолошки инспирисани алгоритми у процесу оптимизације интелигентних роботских система.

Садржај практичне наставе

Практична настава обухвата следеће садржаје:

1. Аудиторна вежба: Архитектуре софтвера за машинско учење интелигентних система.

2. Лабораторијска вежба бр. 1: Интелигентно понашање агената технолошког система базирано на алгоритму емпиријског управљања.

3. Лабораторијска вежба бр. 2: Архитектура укључивања нивоа компетенције интелигентног роботског система (пројектовање интелигентног понашања мобилног робота у интеракцији са детектованим објектима - програмирање у Matlab окружењу).

4. Лабораторијска вежба бр. 3: Навигација мобилног робота и изградња мапе технолошког окружења - Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) - програмирање у Matlab окружењу.

5. Лабораторијска вежба бр. 4: Комуникативност и интерактивност робота у радном окружењу.

6. Лабораторијска вежба бр. 5: Интелигентно управљање мобилног робота.

7. Израда пројекта: унутрашњи транспорт делова и/или материјала; интелигентно управљање мобилног робота у функцији локализације и симултане изградње мапе технолошког окружења, итд.

Услов похађања

Ресурси

/1./ З.Миљковић, Н.Славковић, М.М.Петровић, (2021) Роботски и сензорски ресурси Лабораторије ROBOTICS & AI:

- Микроиндустријски и едукациони петоосни робот вертикалне зглобне конфигурације Mitsubishi MOVEMASTER EX RV-M1;
- Шестоосни индустријски робот вертикалне зглобне конфигурације ILR LOLA50, са сопственим развојем система за управљање и програмирање у G коду за потребе вишеосне обраде рељефних површина;
- Петоосни индустријски робот вертикалне зглобне конфигурације „ГОШКО“ са транслаторним модулом;
- DELTA робот са паралелном кинематиком, са 3+1 степеном слободe;
- Khepera II–KheIIBase мобилни робот са хватачем Khepera Gripper Turret, интегрисаном камером CMUCam VISION TURRET–KheCMUCam и инфрацрвеним сензорима;
- Lego® Mindstorms NXT и EV3 ре конфигурабилни комплети роботских система са сензорима (оптички сензор, ултразвучни сензор, сензори звука, сензори



додира/тактилни сензори);

• Систем препознавања (стерео камере) за интелигентно управљање мобилног робота.
 /2./ З.Миљковић, М.М.Петровић, (2021) ИНТЕЛИГЕНТНИ ТЕХНОЛОШКИ СИСТЕМИ - са изводима из роботике и вештачке интелигенције, Универзитет у Београду–Машински факултет, XXVIII+409 стр., I издање, ISBN 978-86-6060-071-6.

/3./ З.Миљковић, М.М.Петровић, (2021) Изводи са предавања за сваку лекцију (handouts).

/4./ З.Миљковић, Р.Јовановић, М.М.Петровић, (2021) Упутства за израду пројекта и рад на лабораторијским вежбама.

/5./ Р.Јовановић, (2021) Интелигентни системи управљања, Изводи са предавања, Универзитет у Београду, Машински факултет.

/6./ Р.Јовановић, (2021) Фази управљачки системи, Изводи са предавања, Универзитет у Београду, Машински факултет.

/7./ V.Kecman, (2001) Learning and Soft Computing: support vector machines, neural networks, and fuzzy logic models, The MIT Press,Cambridge, MA, USA.

/8./ G.Dudek, M.Jenkin, (2010) Computational Principles of Mobile Robotics, 2nd ed., Cambridge University Press.

/9./ Y.Hatamura, (2006) DECISION-MAKING IN ENGINEERING DESIGN, Springer-Verlag London Ltd., Germany.

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	30
ново градиво	25
развијања и примери (рекапитулација)	5
активна настава (практична)	45
аудиторне вежбе	5
лабораторијске вежбе	30
рачунски задаци	0
семинарски рад	0
пројекат	10
дискусија/радионица	0
студијски истаживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	15
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	0
преглед и оцена семинарских радова	0
преглед и оцена пројекта	6
колоквијум са оцењивањем	2
тест са оцењивањем	2
завршни испит	5

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	5
тест/колоквијум	20
лабораторијска вежбања	10
рачунски задаци	0

семинарски рад	0
пројекат	35
завршни испит	30

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

Литература



R.Siegwart,I.R.Nourbakhsh,D.Scaramuzza, (2011) INTRODUCTION TO AUTONOMOUS MOBILE ROBOTS, 2nd Edition, The MIT Press.

E. Alpaydin, (2010) INTRODUCTION TO MACHINE LEARNING, 2nd Edition, The MIT Press, Cambridge, England.

R.R. Murphy, (2000) INTRODUCTION TO AI ROBOTICS, The MIT Press, Cambridge, England.

З.Миљковић, Д.Александрић, (2018) ВЕШТАЧКЕ НЕУРОНСКЕ МРЕЖЕ – збирка решених задатака са изводима из теорије (II издање), Уџбеник, Универзитет у Београду - Машински факултет.

Р. Јовановић, (2016) MatLab и Simulink у аутоматском управљању - уџбеник, Универзитет у Београду, Машински факултет.



Роботика и вештачка интелигенција

ID: 9003

Врста предмета: стручно-апликативни

Носилац предмета: Зоран Ђ. Миљковић

Извођачи наставе: Миљковић Ђ. Зоран, Петровић М. Милица, Славковић Р. Никола

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: усмени

Катедра: производно машинство

Циљ предмета

Циљ је да студенти остваре способност за развој и имплементацију интелигентних роботских система, коришћењем концепцијског пројектовања и еволутивности, а у складу са основним парадигмама вештачке интелигенције. Упознавањем структуре роботског система, заснованог на методолошком приступу који обухвата механику робота, сензорске и актуаторске подсистеме, управљање и оптимизацију кретања, као и хардверско-софтверску интеграцију, уз коришћење лабораторијске опреме попут реконфигурабилних мобилних робота са сензорима и лабораторијског модела пројектованог технолошког система, као и 3D симулације применом специјализованих софтверских алата, овладаће знањима и вештинама неопходним за даљи развој нових производних технологија у оквиру четврте индустријске револуције.

Исход предмета

По успешном завршетку овог курса, студенти би требало да буду оспособљени да:

- Примењују развијене софтверске алате за моделирање и анализу интелигентних роботских система.
- Самостално врше избор метода базираних на примени вештачких неуронских мрежа (коришћењем софтвера Matlab и BPnet) и осталих computational intelligence техника у функцији остваривања интелигентног понашања мобилног робота у интеракцији са технолошким окружењем.
- Разумеју интеракције софтверских и хардверских подсистема интелигентног мобилног робота кроз реконфигурисање и програмирање у Matlab окружењу.
- Имају развијену способност за тимски рад.

Садржај теоријске наставе

Теоријска настава обухвата следеће садржаје:

1. Индустријски робот, мобилни робот: Дефиниције. Функционална структура. Техничке карактеристике. Класификација. Опис механичке структуре. Типови структура. Завршни механизам. Могућности кретања. Сингуларитети.
2. Просторни описи и трансформације. Опис оријентације енд-ефектора. Хомогене трансформације - координатни системи.
3. Увод у кинематику робота. Кинематика робота (Алгоритам придруживања координатних система сегментима робота, директни кинематички проблем). Кинематика робота (Инверзни кинематички проблем).
4. Управљање робота. Интелигентно управљање мобилног робота.



5. Сензори код робота. Системи препознавања.
6. Програмирање робота.
7. Вештачка интелигенција у оквиру напредних роботских система.
8. Вештачке неуронске мреже.
9. Генетички алгоритми.
10. Оптимизација путање кретања мобилног робота. Алгоритам A*.

Садржај практичне наставе

Практична настава обухвата следеће садржаје:

1. Први рачунски задатак (Трансформационе једначине).
2. Други рачунски задатак (Директни/Инверзни кинематички проблем).
3. Лабораторијска вежба бр. 1: Моделирање и симулација рада роботског система.
4. Лабораторијска вежба бр. 2: Моделирање система вештачких неуронских мрежа. Програмирање у Matlab-у.
5. Лабораторијска вежба бр. 3: Интелигентно управљање мобилног робота. Програмирање у Matlab-у.
6. Лабораторијска вежба бр. 4: Оптимално кретање мобилног робота применом оптимизационих алгоритама. Програмирање у Matlab-у.
7. Семинарски рад: кинематика робота, конфигурисање и програмирање кретања мобилног робота - интелигентно понашање.

Услов похађања

Ресурси

/1./ З.Миљковић, Н.Славковић, М.М.Петровић, (2020) Роботски и сензорски ресурси Лабораторије за индустријску роботiku и вештачку интелигенцију:

- Микроиндустријски и едукациони петоосни робот вертикалне зглобне конфигурације Mitsubishi MOVEMASTER EX RV-M1;
- Шестоосни индустријски робот вертикалне зглобне конфигурације ILR LOLA50, са сопственим развојем система за управљање и програмирање у G коду за потребе вишеосне обраде рељефних површина;
- Петоосни индустријски робот вертикалне зглобне конфигурације „ГОШКО“ са транслаторним модулом;
- DELTA робот са паралелном кинематиком, са 3+1 степеном слободе;
- Khepera II-KheIIBase мобилни робот са хватачем Khepera Gripper Turret, интегрисаном камером CMUCam VISION TURRET-KheCMUCam и инфрацрвеним сензорима;
- Lego® Mindstorms NXT и EV3 ре конфигурабилни комплети роботских система са сензорима (оптички сензор, ултразвучни сензор, сензори звука, сензори додира/тактилни сензори);
- Систем препознавања (стерео камере) за интелигентно управљање мобилног робота („visual servoing“).

/2./ З. Миљковић, М.М. Петровић, (2021) ИНТЕЛИГЕНТНИ ТЕХНОЛОШКИ СИСТЕМИ-са изводима из роботике и вештачке интелигенције, Универзитет у Београду – Машински факултет, XXVIII+409 стр., (1 издање: ISBN 978-86-6060-071-6).

/3./ З. Миљковић, Н. Славковић, М.М. Петровић, (2020) Предавања за сваку лекцију (handouts).

/4./ З. Миљковић, Н. Славковић, М.М. Петровић, (2020) Упутства за израду рачунских



задатака, лабораторијских вежбања и семинарског рада.

/5./ З. Миљковић, Н. Славковић, (2020) Сајт предмета који садржи неопходне информације за студенте, списак референтних књига и часописа, као и адресе произвођача робота и релевантних институција (IFR, RIA, JARA, CIRP).

/6./ Craig J.J., (1989) Introduction to Robotics: Mechanics and Control, Addison Wesley.

/7./ Sciacivico L., Siciliano B., (2005) Modelling and Control of Robot Manipulators, Springer.

/8./ Dudek G., Jenkin M., (2010) Computational Principles of Mobile Robotics, 2nd ed., Cambridge University Press.

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 90

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	45
ново градиво	25
развијање и примери (рекапитулација)	20
активна настава (практична)	30
аудиторне вежбе	0
лабораторијске вежбе	15
рачунски задаци	10
семинарски рад	5
пројекат	0
дискусија/радионица	0
студијски истаживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	15
преглед и оцена рачунских задатака	1
преглед и оцена лаб. извештаја	2
преглед и оцена семинарских радова	1
преглед и оцена пројекта	0
колоквијум са оцењивањем	2
тест са оцењивањем	4
завршни испит	5

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	5
тест/колоквијум	40
лабораторијска вежбања	15
рачунски задаци	5

семинарски рад	5
пројекат	0
завршни испит	30

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

Литература

R.Siegwart,I.R.Nourbakhsh,D.Scaramuzza, (2011) INTRODUCTION TO AUTONOMOUS MOBILE ROBOTS, 2nd Edition, The MIT Press.

R.R. Murphy, (2000) INTRODUCTION TO AI ROBOTICS, The MIT Press, Cambridge, England.

З.Миљковић, Д.Александрић, (2018) ВЕШТАЧКЕ НЕУРОНСКЕ МРЕЖЕ – збирка решених задатака са изводима из теорије (II издање), Уџбеник, Универзитет у Београду - Машински факултет, 2018.

З.Миљковић, (2003) Системи вештачких неуронских мрежа у производним технологијама, Серија монографских дела Интелигентни технолошки системи, Књига 8, Универзитет у Београду - Машински факултет, 2003.

З.Миљковић, Н.Славковић, М.М.Петровић, (2020) Упутства за коришћење и програмирање роботских и сензорских ресурса Лабораторије за индустријску



роботику и вештачку интелигенцију.



Теминирање технолошких система и процеса

ID: 9023

Врста предмета: научно-стручни

Носилац предмета: Милица М. Петровић

Извођачи наставе: Петровић М. Милица

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: усмени

Катедра: производно машинство

Циљ предмета

Циљ предмета је да се студенти Мастер академских студија упознају са напредним биолошки инспирисаним техникама вештачке интелигенције и развију способност да те технике самостално примењују за ефективно и ефикасно оптимално терминирање система и процеса. Овај предмет пружа могућност стицања теоријских и практичних знања, као и вештина програмирања, неопходних за решавање проблема оптималног терминирања система и процеса у оквиру интелигентних технолошких система Индустрије 4.0. Предмет се фокусира на планирање и терминирање производње, планирање и терминирање производних ресурса, као и терминирање производно-технолошких ентитета попут машина алатки, алата, транспортних средстава - интелигентних мобилних робота. У оквиру овог предмета, студенти ће самостално развијати софтверска решења оптималних планова терминирања система и процеса базирана на напредним биолошки инспирисаним алгоритмима оптимизације.

Исход предмета

Очекивани исходи учења подразумевају да након успешног полагања завршног испита студенти буду оспособљени да: - Користе информационо-комуникационе технологије у терминирању система и процеса; - Изврше формулисање, представљање и математичко моделирање оптимизационог проблема терминирања, уз усвајање одговарајућих критеријума оптимизације и формирање функција циља; - Самостално изабери и имплементирају напредне биолошки инспирисане стратегије и методе оптимизације, са циљем проналажења оптималног решења плана терминирања минимизирањем/максимизирањем одговарајуће функције циља у зависности од постављених ограничења; - Самостално развијају оригинална софтверска решења за терминирање система и процеса у MATLAB програмском окружењу, уз компаративну анализу, дискусију и презентацију остварених резултата; - Сарађују у тиму.

Садржај теоријске наставе

Увод у терминирање система и процеса. Дефиниције, анализе и класификације типова терминирања. Job-shop тип терминирања. Flow shop тип терминирања. Just-in-Time и Lean концепти производње. Пројектовање флексибилних технолошких процеса. Флексибилни технолошки процеси: основни појмови и значај. Типови флексибилности технолошких процеса. Методе представљања технолошких процеса. Математички модели и критеријуми оптимизације технолошких процеса (production time, production cost). Терминирање производно-технолошких ентитета. Терминирање



флексибилних технолошких процеса – планирање и терминирање производних ресурса. Терминирање унутрашњег транспорта материјала – терминирање мобилних робота. Математички модели и критеријуми оптимизације планова терминирања (makespan, resource utilization, flow time, cost, tardiness, lateness). Терминирање система и процеса у динамичким условима. Стратегије поновног терминирања (енгл. rescheduling). Интегрисано пројектовање и терминирање флексибилних технолошких процеса. Интегрисани модели терминирања - формулисање, представљање и математичко моделирање интегрисаног проблема терминирања. Оптимизациони алгоритми. NP-hard проблеми. Комбинаторно оптимизациони проблеми. Једнокритеријумска и вишекритеријумска оптимизација. Метаксеуристичке методе оптимизације. Биолошки инспирисани алгоритми оптимизације у терминирању система и процеса. Алгоритми инспирисани колективном интелигенцијом (енгл. Swarm Intelligence Algorithms) – PSO, ALO, GWO, WOA, итд. Еволуциони метаксеуристички алгоритми (генетички алгоритми - GA, генетичко програмирање - GP). Хибридни алгоритми у терминирању система и процеса. Примери развијених система.

Садржај практичне наставе

Примери примене развијених система за терминирање (лабораторијски рад).
Моделирање и анализа планова терминирања система и процеса (лабораторијски рад).
Методе кодирања/декодирања решења планова терминирања (лабораторијски рад).
Оптимизација планова терминирања коришћењем напредних метаксеуристичких алгоритама (програмирање у MATLAB окружењу). Софтверска решења за оптимизацију планова терминирања (лабораторијски рад, програмирање у MATLAB окружењу). Израда пројекта (оптимално терминирање технолошких процеса; терминирање производних ресурса; оптимално терминирање интелигентних мобилних робота).

Услов похађања

Завршене основне академске студије машинства или сродних техничких факултета.

Ресурси

Лабораторија за индустријску роботiku и вештачку интелигенцију (ROBOTICS&AI)
Катедре за производно машинство, Универзитет у Београду - Машински факултет.
Софтверски пакет MATLAB.

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 85

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ		ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
активна настава (теоријска)	30	провера знања	15
ново градиво	20	преглед и оцена рачунских задатака	0
разрада и примери (рекапитулација)	10	преглед и оцена лаб. извештаја	0
активна настава (практична)	40	преглед и оцена семинарских радова	0
аудиторне вежбе	10	преглед и оцена пројекта	5
лабораторијске вежбе	15	колоквијум са оцењивањем	0
рачунски задаци	0	тест са оцењивањем	5



семинарски рад	0	завршни испит	5
пројекат	15		
дискусија/радионица	0		
студијски истраживачки рад	0		

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	0	семинарски рад	0
тест/колоквијум	40	пројекат	30
лабораторијска вежбања	0	завршни испит	30
рачунски задаци	0		

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

Литература

- Pinedo, M., & Chao, X. (1999). Operations scheduling. McGraw Hill.
- Conway, R. W., Maxwell, W. L., & Miller, L. W. (2003). Theory of scheduling. Courier Corporation.
- Leung, J. Y. (Ed.). (2004). Handbook of scheduling: algorithms, models, and performance analysis. CRC press.
- Pinedo, M. (2012). Scheduling. New York: Springer.
- Kerzner, H., & Kerzner, H. R. (2017). Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. John Wiley & Sons.



Увод у производне системе

ID: 9030

Врста предмета: теоријско-методолошки

Носилац предмета: Горан М. Младеновић

Извођачи наставе: Младеновић М. Горан

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: презентација пројекта

Катедра: производно машинство

Циљ предмета

1. Усвајање основних концепата производних система, њихове структуре и међусобних односа система у производном машинству као и начинима за аутоматизацију процеса унутар система.
2. Сазнања о улози и значају рачунарских информационих система у процесу планирања и управљања производњом.
3. Примена рачунарски интегрисаних технологија у процесу пројектовања производних система.

Исход предмета

По успешном завршетку овог курса, студенти би требало да буду оспособљени да:

1. Идентификују и решавају проблеме у раду производних система.
2. Примене знања из домена моделирања, симулације и визуализације у различитим индустријским апликацијама.
3. Користе савремене софтверске алате у пројектовању, развоју и коришћењу производних информационих система.
4. Побољшају перформансе технолошких система применом различитих алата.

Садржај теоријске наставе

Теоријска настава из овог предмета обухвата градиво груписано у следеће целине:

1. Увод у производне системе у оквиру чега се изучава аутоматизација технолошких система, технолошка опрема производних погона и моделирање производње.
2. Системи за транспорт и складиштење, а у оквиру тога системи за транспорт материјала, анализа тока материјала и анализа система за складиштење.
3. Технолошки системи - компоненте технолошког система, класификациона шема за технолошке системе, технолошке ћелије, типови технолошких ћелија, примена и анализа технолошких ћелија, анализа тока производње.
4. Флексибилни технолошки системи.
5. Информациони системи за планирање и управљање производњом.

Садржај практичне наставе

Вежбе из овог предмета се одвијају у рачунарским салама користећи расположиве софтвере за пројектовање, планирање и управљање производним системима. Сваки студент у оквиру појединачних пројектних задатака решава практичне проблеме у софтверском окружењу.



Услов похађања

Дефинисано курикулумом студијског програма/модула.

Ресурси

1. AnyLogic софтвер за дискретну симулацију
2. OPERA MES софтвер за управљање производњом
3. Microsoft Office софтверски пакет

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 85

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ	
активна настава (теоријска)	45
ново градиво	30
развијања и примери (рекапитулација)	15
активна настава (практична)	25
аудиторне вежбе	0
лабораторијске вежбе	0
рачунски задаци	5
семинарски рад	0
пројекат	20
дискусија/радионица	0
студијски истраживачки рад	0

ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
провера знања	15
преглед и оцена рачунских задатака	0
преглед и оцена лаб. извештаја	0
преглед и оцена семинарских радова	0
преглед и оцена пројекта	4
колоквијум са оцењивањем	2
тест са оцењивањем	4
завршни испит	5

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	15
тест/колоквијум	20
лабораторијска вежбања	0
рачунски задаци	0

семинарски рад	0
пројекат	35
завршни испит	30

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

Литература

Б.Бабић, Рачунарски интегрисани системи и технологије, Машински факултет, 2017.
Groover, M. P., Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing, 3rd Ed. Pearson Education, 2008
Предавања у електронском облику



Флексибилни и реконфигурабилни технолошки системи

ID: 9026

Врста предмета: стручно-апликативни

Носилац предмета: Бојан Р. Бабић

Извођачи наставе: Бабић Р. Бојан, Младеновић М. Горан

Ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

Облик завршног испита: презентација пројекта

Катедра: производно машинство

Циљ предмета

Циљ предмета је стицање знања за развој променљиве и реконфигурабилне производње, како би се омогућила ефикасна производња производа прилагођених купцу уз високу варијабилност производње, брзо увођење нових производа, као и варијације у количини производа.

Исход предмета

После успешно завршеног курса студенти ће моћи да:

- покажу знање и разумевање о променљивим, реконфигурабилним и флексибилним производним концептима
- демонстрирају знање о паралелном развоју производа и производних система
- покажу знање о методама и алатима за подршку пројектовању за реконфигурабилност
- демонстрирају способност вођења развоја за промјењива производна рјешења
- покажу способност процене тренутног стања имплементације и реконфигурабилних производних система
- покажу способност да се идентификује потреба за променљивошћу и реконфигурабилношћу

Садржај теоријске наставе

Курс обухвата следеће елементе:

- Увод у променљиве, реконфигурабилне и флексибилне производне концепте
- Основе променљивости и реконфигурабилности
- Производне и производне платформе и ко-развој
- Променљиви дизајн и развој производног система
- Економске процене концепата променљивости
- Виртуална подршка за пројектовање променљивих и реконфигурабилних концепата
- Процена спремности и тренутног нивоа имплементације променљивости
- Заједничко конфигурисање производа и производње

Садржај практичне наставе

Вежбе су организоване у облику појединачних пројеката у софтверском окружењу.

Услов похађања



Дефинисано курикулумом студијског програма/модула.

Ресурси

"Moodle" софтвер у оквиру електронске учионице Машинског факултета за учење на даљину (<http://147.91.26.24/moodle/login/>)
AnyLogic софтвер за дискретну симулацију
OPERA MES софтвер за управљање производњом

ФОНД ЧАСОВА

Укупан фонд часова: 85

ЧАСОВИ АКТИВНЕ НАСТАВЕ		ОСТАЛИ ЧАСОВИ	
активна настава (теоријска)	30	провера знања	15
ново градиво	25	преглед и оцена рачунских задатака	0
развијање и примери (рекапитулација)	5	преглед и оцена лаб. извештаја	0
активна настава (практична)	40	преглед и оцена семинарских радова	0
аудиторне вежбе	5	преглед и оцена пројекта	4
лабораторијске вежбе	10	колоквијум са оцењивањем	2
рачунски задаци	5	тест са оцењивањем	4
семинарски рад	0	завршни испит	5
пројекат	20		
дискусија/радионица	0		
студијски истраживачки рад	0		

Провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања	15	семинарски рад	0
тест/колоквијум	20	пројекат	35
лабораторијска вежбања	0	завршни испит	30
рачунски задаци	0		

Услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

Литература

Б.Бабић, Рачунарски интегрисани системи и технологије, Машински факултет, 2017.
Groover, M. P., Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing, 3rd Ed. Pearson Education, 2008