

Универзитет у Београду
Машински факултет

Књига предмета

мастер академске студије - индустрија 4.0

Београд
2019. године

Садржај

Садржај	2
Алгоритми и структуре података	3
Виртуелна реалност	5
Дигитална фабрика и интелигентно одржавање	7
Дигитални мерни системи	10
Дистрибуирани системи у машинству	13
Ексквизиција података	15
Индустријски интернет ствари и сајбер безбедност	18
Интерфејси за интероперабилност система за Индустрију 4.0	21
Истраживање података	24
Кибернетско физички системи	26
Мастер рад - истраживање и израда	29
Мастер рад - одбрана	32
Машинско учење	34
Машинско учење интелигентних роботских система	36
Пословна интелигенција и пословна аналитика	40
Пракса, 1. део	43
Пракса, 2.део	45
Предузетништво и организационе културе	47
Примене теорије игара у инжењерству и менаџменту за Индустрију 4.0	50
Пројектовање пословних модела у Индустрији 4.0	53
Рачунарска интелигенција	56
Роботика и вештачка интелигенција	58
Савремени менаџмент и мрежна организација предузећа	62
Статистика за аутоматску анализу података	64
Теминирање технолошких система и процеса	66
Увод у биоинформатику	69
Увод у производне системе	71
Управљање квалитетом и ризиком у индустрији 4.0	73
Управљање ланцима снабдевања	75
Флексибилни и реконфигурабилни технолошки системи	78

Алгоритми и структуре података

ID: 9004

носилац предмета: Маринковић Н. Весна

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

циљ

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

исход

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

ресурси

фонд часова

укупан фонд часова: 90

активна настава (теоријска)

ново градиво: 45

разрада и примери (рекапитулација): 0

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 0
рачунски задаци: 0
семинарски рад: 0
пројекат: 0
консултације: 0
дискусија/радионица: 0
студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0
преглед и оцена лабораторијских 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, C. Stein, Introduction to Algorithms, The MIT Press, Cambridge, 2009.
Ф. Марић, В. Маринковић, М. Николић, Алгоритми и структуре података, скрипта.

Виртуелна реалност

ID: 9019

носилац предмета: Бенгин Ч. Александар

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

циљ

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

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

ресурси

фонд часова

укупан фонд часова: 90

активна настава (теоријска)

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 15

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 7

пројекат: 20

консултације: 0

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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

Дигитална фабрика и интелигентно одржавање

ID: 9024

носилац предмета: Бугарић С. Угљеша

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

циљ

Циљ курса је да студенти схвате трансформацију начина на који се производи дизајнирају и производе путем дигиталне производње и дизајна (ДМ&Д) - прелазак са "папирних" процеса на дигиталне процесе индустрије.

Такође, циљ курса је да студенте упозна са:

- разликама које су проузроковане технолошким иновацијама у оквиру Индустрије 4.0, у планирању производње, одржавању, дизајну објекта (layout-a), унутрашњем транспорту и кретању материјала, управљању залихама,
- шта је дигитално повезано предузеће, у смислу оптимизације пословних процеса и концепта управљања животним циклусом производа.

Студенти ће стећи знања и вештине потребне за прикупљање, припрему и анализу података, као и знања о рачунарским платформама које се могу користити за прикупљање и обраду података током дужих временских периода, такође студенти ће научити и основе интелигентне обраде, односно како интеграција (паметних) сензора и управљање помажу побољшању продуктивности.

исход

Након завршеног курса студенти ће бити у стању да разумеју шта је ДМ&Д и како утиче на каријере, праксу и процесе у компанијама, како великим тако и малим, као и улогу коју технологија има у Индустрији 4.0.

Студенти ће добити основна знања о дигитално повезаном предузећу и упознати се са доступним алатима, технологијама и техникама које се могу применити у планирању производње, одржавању, дизајну објекта (layout-a), унутрашњем транспорту и кретању материјала и управљању залихама.

Студенти ће бити боље припремљени за учешће, као чланови напредног тима за анализу, у имплементацији интелигентне обраде у животни циклус производа и дигитално повезаног предузећа.

садржај теоријске наставе

1. Увод у дигиталну производњу и дизајн, предности дигиталне производње и дизајна, интегрисани информациони системи у животном циклусу производа;
2. Увод у напредну анализу производних процеса, прикупљање података у различитим производним системима (дискретни и континуални), анализа осетљивости;
3. Увод у интелигентну машинску обраду (основе обраде, компоненте интелигентне обраде), сензоре и сензорске технике, програмабилне логичке контроле (ПЛЦ);
4. Управљање поузданошћу и имовином, Предиктивно одржавање, On-line и off-line праћење стања, Управљање радним налогом, Дигитални радни налог, Безбедност и здравље на раду, Резервни делови, Виртуална реалност у одржавању;
5. Основни концепти layout-a и технике пројектовања, Захтеви при оптимизацији layout-a, Виртуални layout у концепту дигиталне фабрике;
6. Токови материјала у производном процесу, Транспортни уређаји у унутрашњем транспорту, On-line

управљање кретањем транспортних уређаја, Off-line управљање кретањем транспортних уређаја, Оптимизација система унутрашњег транспорта, Управљање системом унутрашњег транспорта; 7. Систем управљања залихама за сировине, готове производе, резервне делове, иновације; 8. Дигитално повезано предузеће (управљање животним циклусом производа, индустријски интернет ствари, планирање материјалних потреба, систем управљања складиштем, управљање производним процесима, системи извршења производње, ЕРП).

садржај практичне наставе

1. Примери дигиталне производње и дизајна; 2. Big data, прикупљање података, складиштење података, обрада података, рачунарске платформе; 3. Обрада сигнала, Трансформација података у информације, Практична употреба машинског учења, Примери употребе ПЛЦ-ова, Closed Loop системи за контролу процеса, Увод у адаптивно управљање, Преглед комерцијално доступног софтвера; 4. Методе за одређивање поузданости, Методе предвиђања, Примери имплементације мониторинга стања, Креирање дигиталног радног налога, Примери решења одржавања подржани виртуелном реалношћу; 5. Примери техника пројектовања layout-a, оптимизација layout-a, Примери како се layout постројења може прилагодити захтевима индустрије 4.0. 6. Прорачун радног циклуса, Оптимална путања транспортних уређаја; 7. Модели залиха за производњу, готове производе, резервне делове; 8. Практични рад на доступним ЕРП платформама.

услов похађања

Завршене основне академске студије машинства, електротехнике или сродних техничких факултета (180 ЕСПБ).

ресурси

1. Бугарић, У.: Писани изводи са предавања, Машински факултет Београд, Београд, 2019.
2. Бугарић, У., Петровић, Д.: Моделирање система опслуживања, Машински факултет Београд, 2011.
3. Кларин, М., Ивановић, Г., Станојевић, П., Раичевић, Р.: Принципи теротехнолошких поступака, Машински факултет Београд, Београд, 1994.
4. SAP University alliance program.
5. Програмски пакет: QtsPlus 3.0 (Queuing theory software Plus).
6. Практична настава у индустријском окружењу (SKF, SAP).
7. Преносни уређаји за мерење температуре, буке и вибрација.
8. Персонални рачунари.

фонд часова

укупан фонд часова: 90

активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 15
лабораторијске вежбе: 0
рачунски задаци: 0
семинарски рад: 25
пројекат: 0
консултације: 0
дискусија/радионица: 5
студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0
преглед и оцена семинарских радова: 5
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: 10
тест/колоквијум: 40
лабораторијска вежбања: 0
рачунски задаци: 0
семинарски рад: 20
пројекат: 0
завршни испит: 30
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

литература Muther, R.: Systematic Layout Planning, Cahnern Books, Boston, 1973.
Morse, P.M.: Queues, Inventories and Maintenance – The Analysis of Operational Systems with Variable Demand and Supply, Dover Publications, Inc., New York, 2004.
Johnson, L.A., Montgomery D.C.: Operations research in Production Planning, Scheduling, and Inventory Control, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1974.
Davidović, B.: Intralogistika - unutrašnji transport, Intelekt, Beograd, 2012.
Regtien, P.P.L.: Sensors for Mechatronics, Elsevier Inc., 2012.

Дигитални мерни системи

ID: 9014

носилац предмета: Стојадиновић М. Славенко

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

циљ

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 мрава; 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

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 конфигурирања мерних сензора за случај коришћења сензора у облику звезда и мерна глава; 7) GA - модел оптималног конфигурирања 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) Конфигурирање 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 конфигурирање мерних сензора; 5) Генерисање оптималне мерне путање применом колоније мравца.

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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 25

разрада и примери (рекапитулација): 5

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 17

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 8

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 1

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

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

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

Дистрибуирани системи у машинству

ID: 9012

носилац предмета: Воротовић С. Горан

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

циљ

• 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

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 опсези 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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 20

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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, Кеитх 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

носилац предмета: Воротовић С. Горан

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

циљ

- 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

- 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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 15

пројекат: 25

консултације: 0

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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): 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.

Индустријски интернет ствари и сајбер безбедност

ID: 9021

носилац предмета: Јаковљевић Б. Живана

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

циљ

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

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; референтна архитектура индустријског интернета;
2. Индустријске мреже: преглед ожичених мрежа, IEEE 802.11 (Wi-Fi) и IEEE 802.15.4 (ZigBee, WirelessHART, ISA100.11a, WIA-PA) засноване бежичне мреже; OPC Unified Architecture;
3. Дистрибуција задатка управљања на паметне уређаје: паметни сензори и актуатори у континуално управљаним системима, спецификација задатака управљања системима са дискретним догађајима коришћењем Петри мрежа, дистрибуција задатака управљања системима са дискретним догађајима на умрежене паметне уређаје;
4. Формалне методе за верификацију и анализу перформанси мреже: вештачки језици, регуларни језици и изрази, недетерминистички и детерминистички коначни аутомати, временски аутомати; линеарна темпорална логика;
5. Моделирање и спецификација дистрибуираних система управљања у складу са IEC 61499;
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. Аудиторне вежбе:

РА1 Примери дистрибуције задатака управљања система са дискретним догађајима на умрежене паметне уређаје

РА2 вештачки језици, регуларни језици и изрази, недетерминистички и детерминистички коначни аутомати - примери

2. Лабораторијске вежбе:

PL1 Ethernet: Успостављање комуникације у реалном времену између PLC-ова, као и између PLC-а и MES путем OPC UA;

PL2: IEEE 802.15.4: Креирање мреже бежичних чворова заснованих на микроконтролерима;

PL3: Анализа и верификација перформанси мреже – увод у UPPAAL;

PL4: IEC 61499: Моделирање дистрибуираних система управљања – увод у 4diac.

3. 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. Програмабилни контролер SIEMENS PLC S7-315F-2PN/DP
14. HMI са екраном осетљивим на додир Omron NB5Q-TW01B;
15. Keil \mu Vision open source софтвер
16. UPPAAL open source софтвер
17. 4diac open source софтвер
18. Opera MES
19. Omron CX Programmer
20. Персонални рачунари

фонд часова

укупан фонд часова: 90

активна настава (теоријска)

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 15

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 4

лабораторијске вежбе: 15
рачунски задаци: 0
семинарски рад: 0
пројекат: 11
консултације: 0
дискусија/радионица: 0
студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0
преглед и оцена лабораторијских 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 fakultet 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

Интерфејси за интероперабилност система за Индустрију 4.0

ID: 9008

носилац предмета: Спасојевић-Бркић К. Весна

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

циљ

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

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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 15

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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 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.

Истраживање података

ID: 9018

носилац предмета: Митић С. Ненад

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

циљ

Стицање општих знања о методама истраживања података и могућностима њихове примене.

исход

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 (кластеровање). 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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 45

лабораторијске вежбе: 0
рачунски задаци: 0
семинарски рад: 0
пројекат: 0
консултације: 0
дискусија/радионица: 0
студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0
преглед и оцена лабораторијских 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.

Кибернетско физички системи

ID: 9007

носилац предмета: Јаковљевић Б. Живана

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

циљ

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

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, жирографи, 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: серијски интерфејси;

PL3: Програмирање микроконтролера: DAC;
PL4: Програмирање микроконтролера: PWM и интерапти;
PL5: Основе дигиталне обраде сигнала: креирање дигиталних филтера;
PL6: Програмирање микроконтролера: имплементација FIR филтера.

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 μ 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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 15

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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: 24

лабораторијска вежбања: 16

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 25

завршни испит: 30

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

литература Pilipović M, Jakovljević Ž, Automatizacija proizvodnje, Mašinski fakultet Beograd, 2017

Pilipović M, Automatizacija proizvodnih procesa - laboratorija, Mašinski fakultet 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

Мастер рад - истраживање и израда

ID: 9011

носилац предмета: -

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 12

облик завршног испита: усмени

циљ

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

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 изналажења 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: 225

активна настава (теоријска)

ново градиво: 0

разрада и примери (рекапитулација): 0

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 225

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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

носилац предмета: -

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 3

облик завршног испита: усмени

циљ

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

По успешној 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: 0

активна настава (теоријска)

ново градиво: 0

развијање и примери (рекапитулација): 0

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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.

Машинско учење

ID: 9015

носилац предмета: Николић С. Младен

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

циљ

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

исход

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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 0

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 45

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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.

Машинско учење интелигентних роботских система

ID: 9006

носилац предмета: Миљковић Ђ. Зоран

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

циљ

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

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 реконфигурирање 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 базиране 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

Завршене основне академске студије машинства, електротехнике или сродних техничких факултета (180 ЕСПБ).

ресурси

/1./ З.Миљковић, Н.Славковић, М.М.Петровић, (2019) 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 Lego® Mindstorms EV3 ре конфигурабилни комплети роботских система са сензорима (оптички сензор, ултразвучни сензор, сензори звука, сензори додира/тактилни сензори);
- „Buggy” мобилни робот са четири погонска точка, три инфрацрвена сензора и управљачким модулом „Clicker2” који је базиран на микроконтролеру ARM STM32F407VGT6;

- Систем препознавања (стерео камере) за интелигентно управљање мобилног робота.
- /2./ З. Миљковић, М.М.Петровић, (2019) Изводи са предавања за сваку лекцију (handouts).
- /3./ З. Миљковић, Р. Јовановић, М.М.Петровић, (2019) Упутства за израду пројекта и рад на лабораторијским вежбама.
- /4./ Р. Јовановић, (2019) Интелигентни системи управљања, Изводи са предавања, Универзитет у Београду, Машински факултет.
- /5./ Р. Јовановић, (2019) Фази управљачки системи, Изводи са предавања, Универзитет у Београду, Машински факултет.
- /6./ V. Kecman, (2001) Learning and Soft Computing: support vector machines, neural networks, and fuzzy logic models, The MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- /7./ Dudek G., Jenkin M., (2010) Computational Principles of Mobile Robotics, 2nd ed., Cambridge University Press.
- /8./ Y. Hatamura, (2006) DECISION-MAKING IN ENGINEERING DESIGN, Springer-Verlag London Ltd., Germany.

фонд часова

укупан фонд часова: 90

активна настава (теоријска)

ново градиво: 25

разрада и примери (рекапитулација): 5

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 30

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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.

Пословна интелигенција и пословна аналитика

ID: 9025

носилац предмета: Јовановић Ж. Радиша

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

циљ

Упознавање студената са пословном интелигенцијом као рачунарском подршком за доношење управљачких одлука. Акценат 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

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 с-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 с-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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 26

разрада и примери (рекапитулација): 4

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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.

Пракса, 1. део

ID: 9009

носилац предмета: Милош В. Марко

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација семинарског рада

циљ

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

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. Пракса 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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 0

разрада и примери (рекапитулација): 0

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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

носилац предмета: Милош В. Марко

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 9

облик завршног испита: презентација семинарског рада

циљ

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

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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 0

разрада и примери (рекапитулација): 0

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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

Предузетништво и организационе културе

ID: 9027

носилац предмета: Дондур Ј. Никола

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

циљ

У овом курсу студент ће научити како креативна идеја може постати изводљива пословна прилика, јер курс води студенте кроз цео процес креирања новог предузетничког подухвата. Током курса, студенти ће стећи знања и вештине о структури и комплексности бизнис планова и практичних проблема. Циљ курса је да омогући студентима да разумеју процес израде ефективних бизнис планова. Такође, циљ курса је да укаже на значај концепта Организационе културе предузетништва и да истакне факторе који креирају и одржавају културу организације. На крају курса студенти ће савладати етичке принципе у оквиру Организационе културе.

исход

Након успешног завршетка курса студенти ће разумети, савладати и самостално примењивати следеће концепте: (1) Улога иновација, креативности и информационих технологија у предузетништву; (2) Процес трансформисања бизнис идеје у успешан стартап; (3) Кључне кораке и компоненте бизнис планова; (4) Улога дигиталног маркетинга (блогови, сајтови, мобилни маркетинг, маркетинг у оквиру социјалних медија, интернет банери, итд.); (5) Како креирати организациону културу која подржава тимски рад, едукацију, креативност и иновације.

садржај теоријске наставе

Иновације, креативност и предузетништво. Информационе технологије и предузетништво. Улога предузетништва и њена вредност у Индустрији 4.0. Економска природа нових предузетничких могућности. Кључне компетенције за успешан стартап. Бизнис план за нове предузетнике. Финансјки показатељи и извори финансирања стартапа. Дигитални маркетинг за предузетнике. Нова технологија и интелектуална својина. Улога културе у предузетништву. Аспекти културе тимова. Креирање културе тимова континуираног учења. Решавање конфликта и максимизација тимских перформанси. Креирање и одржавање културе. Креирање етичких аспеката организационе културе.

садржај практичне наставе

Примери у пословању на теме: 1. Иновације и предузетништва; 2. Дигитално управљање; 3. Пословни канваси; 4. Интелектуална својина и њена улога у иновацијама вођеним стартаповима.

Тимске дискусије на теме: 1. Бизнис план као алат за развој предузетништва; 2. Шта покреће инвеститоре? За чиме трагају инвеститори? 3. Који су предности и недостаци финансирања бизниса ризичног капитала? 4. Који фактори одређују успешност тимова? 5. Тимови и етика; 6. Јаке и слабе културе; 7. Карактеристике организације са позитивном културом.

Бизнис план радионице: у циљу примене алата научених током курса, студенти подељени у тимове креираће бизнис план за покретање старт-упа (нови производ или услуга).

Презентације бизнис планова од стране формианих тимова.

услов похађања

Уписан семестар.

ресурси

1. Handout-и;
2. Рачунарска сала.

фонд часова

укупан фонд часова: 90

активна настава (теоријска)

ново градиво: 20
развијање и примери (рекапитулација): 10

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 15
лабораторијске вежбе: 0
рачунски задаци: 0
семинарски рад: 0
пројекат: 15
консултације: 0
дискусија/радионица: 15
студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0
преглед и оцена семинарских радова: 0
преглед и оцена пројекта: 5
колоквијум са оцењивањем: 0
тест са оцењивањем: 5
завршни испит: 5

провера знања (укупно 100 поена)

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

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

литература Barringer, B.R. (2014). Preparing effective business plans: An entrepreneurial approach (2nd edition). Pearson, Prentice Hall.
Brown, T.E., & Ulijn, .M. (2004). Innovation, entrepreneurship and culture: The interaction between, progress and economic growth. Cheltenham, UK; Northampton, Mass.
Dondur, N. (2002). Ekonomska analiza projekata. Beograd: Mašinski fakultet.
Pokrajac, S. (2016). Menadžment. Beograd: Mašinski fakultet.
Robbins, S. P., & Judge, T. (2013). Organizational behavior. Upper Saddle River, N.J., Pearson/Prentice Hall.

Примене теорије игара у инжењерству и менаџменту за Индустрију 4.0

ID: 9028

носилац предмета: Спасојевић-Бркић К. Весна

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

циљ

Циљ предмета је усвајање теоријских и практичних знања у области примене теорије игара и техника моделирања стратешких одлука за проблеме конфликта и кооперације међусобно независних агената у интеракцији у инжењерским и организационим системима Индустрије 4.0.

исход

По успешном завршетку курса студенти ће бити оспособљени да:

- идентификују проблеме у системима Индустрије 4.0 чија решења се моделирају применом теорије игара,
- моделирају стратешке одлуке за решавања проблема конфликта и кооперације применом теорије игара за проблеме у Индустрији 4.0,
- квантификовање добити применом пројектованих решења на бази примене теорије игара и
- пројектују компјутерске програмске апликације за ефикасно и аутоматско генерисање решења на бази примене теорије игара.

садржај теоријске наставе

- Елементи игара: играчи, информација (перфектна према неперфектној, комплетна према некомплетној, симетрична према несиметричној), акције или стратегије (доминантне, доминирани, равнотежа стратегија, Нешова равнотежа), добит
- Формалне презентације модела игара
- Категорије игара: нула-сума и не-нула-сума игре, секвенцијалне и симултане игре, статичке и динамичке игре, кооперативне и некооперативне игре,
- Бихејвиорална теорија игара: ограничена рационалност, аверзија неједнакости, мешане стратегије
- Преговарање, аукције, формирање цена
- Теорија игара за мрежне структуре: велики број играча и велики број интеракција; консензус и координација у мрежним структурама
- Визуализација тока и решења добијених пројектованим стратегијама игре
- Примене теорије игара у конкурентном и колаборативном пројектовању производа, колаборативном планирању и програмирању производње, пројектовању мрежних технолошких и организационих структура, за Индустрију 4.0 и
- Студије случајева.

садржај практичне наставе

Практичан рад је организован у облику појединачних или групних пројеката, и искуственој провери формирања и примени стратегија у амбијенту игре. Извођење практичне наставе подразумева примену модела “Social Network based Education”

базирану на примени теорије игара, где студенти учествују у игри (развој и имплементација стратегије избора и процене добити).

услов похађања

Нема.

ресурси

фонд часова

укупан фонд часова: 90

активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 35

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

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 Osborne M., Rubinstein A. "Course in Game Theory", MIT Press

Han, Z., Niyato, D., Saad, W., Başar, T., & Hjørungnes, A. (2012). Game theory in wireless and communication networks: theory, models, and applications. Cambridge university press.

Cruz-Cunha, M.M. (Ed.). (2011). Handbook of Research on Business Social

Networking:Organizational,Managerial,and Technological

Dimensions:Organizational,Managerial,and Technological Dimensions.IGI Global.

Изводи са предавања и упутства за вежбе

Milanović, D. D., & Misita, M. (2008). Informacioni sistemi podrške upravljanju i odlučivanju.

Beograd: Mašinski fakultet.

Пројектовање пословних модела у Индустрији 4.0

ID: 9005

носилац предмета: Спасојевић-Бркић К. Весна

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

циљ

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

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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 25

разрада и примери (рекапитулација): 20

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 15

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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.

Рачунарска интелигенција

ID: 9016

носилац предмета: Картељ А. Александар

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

циљ

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

исход

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 расплинуте-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. Метакхеуристике (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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 0

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 45

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0
семинарски рад: 0
пројекат: 0
консултације: 0
дискусија/радионица: 0
студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0
преглед и оцена лабораторијских 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: 0
лабораторијска вежбања: 0
рачунски задаци: 0
семинарски рад: 30
пројекат: 0
завршни испит: 70
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.

Роботика и вештачка интелигенција

ID: 9003

носилац предмета: Миљковић Ђ. Зоран

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

циљ

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

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

Завршене основне академске студије машинства, електротехнике или сродних техничких факултета (180 ЕСПБ).

ресурси

/1./ З.Миљковић, Н.Славковић, М.М.Петровић, (2019) 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 трансляторним 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 Lego® Mindstorms EV3 ре конфигурабилни комплети роботских система са сензорима (оптички сензор, ултразвучни сензор, сензори звука, сензори додира/тактилни сензори);
- „Buggy” мобилни робот са четири погонска точка, три инфрацрвена сензора и управљачким модулом „Clicker2” који је базиран на микроконтролеру ARM STM32F407VGT6;
- Систем препознавања (стерео камере) за интелигентно управљање мобилног робота („visual servoing”).

/2./ З. Миљковић, Н. Славковић, М.М.Петровић, (2019) Предавања за сваку лекцију (handouts).

/3./ З. Миљковић, Н. Славковић, М.М.Петровић, (2019) Упутства за израду рачунских задатака, лабораторијских вежбања и семинарског рада.

/4./ З. Миљковић, Н. Славковић, (2019) 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).

/5./ Craig J.J., (1989) Introduction to Robotics: Mechanics and Control, Addison Wesley.

/6./ Sciavicco L., Siciliano B., (2005) Modelling and Control of Robot Manipulators, Springer.

/7./ Dudek G., Jenkin M., (2010) Computational Principles of Mobile Robotics, 2nd ed., Cambridge University Press.

фонд часова

укупан фонд часова: 90

активна настава (теоријска)

ново градиво: 25

разрада и примери (рекапитулација): 20

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских 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, (2019) Упутства за коришћење и програмирање роботских и сензорских ресурса Лабораторије за индустријску роботiku и вештачку интелигенцију.

Савремени менаџмент и мрежна организација предузећа

ID: 9001

носилац предмета: Спасојевић-Бркић К. Весна

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

циљ

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

исход

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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 10

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 10

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 15

завршни испит: 30

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.

Статистика за аутоматску анализу података

ID: 9002

носилац предмета: Милошевић Б. Бојана

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

циљ

Стицање општих и специфичних знања из математичке статистике.

исход

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 хиквадрат 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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 0

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 15
семинарски рад: 0
пројекат: 0
консултације: 0
дискусија/радионица: 0
студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 5
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0
преглед и оцена семинарских радова: 0
преглед и оцена пројекта: 0
колоквијум са оцењивањем: 0
тест са оцењивањем: 5
завршни испит: 5

провера знања (укупно 100 поена)

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

Теминирање технолошких система и процеса

ID: 9023

носилац предмета: Петровић М. Милица

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

циљ

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

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 (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. Метакеуристичке методе оптимизације. Биолошки инспирисани алгоритми оптимизације у терминирању система и процеса. Алгоритми инспирисани колективном интелигенцијом (Swarm Intelligence Algorithms) – PSO, ALO, GWO, WOA, итд. Еволуциони метакеуристички 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 метакеуристичких 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) Катедре за производно машинство, Универзитет у Београду - Машински факултет. Софтверски пакет MATLAB.

фонд часова

укупан фонд часова: 90

активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0
преглед и оцена семинарских радова: 0
преглед и оцена пројекта: 5
колоквијум са оцењивањем: 0
тест са оцењивањем: 5
завршни испит: 5

провера знања (укупно 100 поена)

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

ID: 9017

носилац предмета: Ковачевић Ј. Јована

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

циљ

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

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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 0

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 45

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0
консултације: 0
дискусија/радионица: 0
студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0
преглед и оцена лабораторијских 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: 40
лабораторијска вежбања: 0
рачунски задаци: 0
семинарски рад: 20
пројекат: 0
завршни испит: 40
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

Увод у производне системе

ID: 9000

носилац предмета: Бабић Р. Бојан

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

циљ

Циљ предмета је усвајање основних концепата производних система и њихове аутоматизације, примена компјутерски интегрисаних технологија и флексибилних технолошких система.

исход

По успешном завршетку курса студенти ће бити оспособљени да:

- примене знање из моделирања, симулације и визелизације у индустријским апликацијама,,
- идентификују и решавају проблеме у раду производних система,
- побољшају перформансе технолошких система применом различитих алата,
- рукују производним подацима и различитим софтверима који се користе у производњи.

садржај теоријске наставе

- Увод у производне системе - аутоматизација технолошких система, технолошка опрема производних погона, моделирање производње
- Аутоматизација - основни елементи аутоматизованог система, напредна аутоматизација, нивои аутоматизације, системи индустријске контроле
- Системи за транспорт и складиштење - системи за транспорт материјала, анализа тока материјала, анализа система за складиштење
- Технолошки системи део - компоненте технолошког система, класификациона шема за технолошке системе, технолошке ћелије, типови технолошких ћелија, примена и анализа технолошких ћелија, анализа тока производње.
- Флексибилни технолошки системи - дефинисање флексибилног технолошког система, ФТС компоненте, примена и предности ФТС-а, ФТС планирање, ФТС имплементација, анализа ФТС-а
- Планирање - пројектовање технолошких процеса, напредно планирање производње, планирање потреба за материјалима, планирање капацитета.

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: 90

активна настава (теоријска)

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 15

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 20

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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

Управљање квалитетом и ризиком у индустрији 4.0

ID: 9020

носилац предмета: Спасојевић-Бркић К. Весна

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

циљ

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

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, BBN, 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

активна настава (теоријска)

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 15

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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.

Управљање ланцима снабдевања

ID: 9013

носилац предмета: Бугарић С. Угљеша

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

циљ

Циљ предмета је истраживање кључних питања везаних за дизајнирање и управљање индустријским ланцима набавке.

исход

По завршетку програма предмета студенти ће бити у стању да:

- Опишу и објасне основе ланца набавке
- Опишу блокове мреже ланца набавке
- Објасне главне функције ланца набавке
- Објасне главне пословне процесе у ланцу набавке
- Опишу мере перформанси ланца набавке
- Опишу стратешке, тактичке и оперативне одлуке у мрежама ланцима снабдевања
- Објасне функционалност, начин рада и коришћења и модуле софтвера за праћење ланца набавке (ERP, WMS, TMS) и окружењу Индустрије 4.0
- Наведу улогу интернет технологије и електронске трговине у пословању ланцима снабдевања
- Опишу принципе, алгоритме и примену машинског учења области управљања ланцима набавке
- Објасне улогу и начин примене Barcode и RFID технологије у прикупљању података и праћењу роба (залиха) у ланцу набавке
- Израчунају мере перформанси, као што су трошкови/добит
- Анализирају техничке аспекте кључних компоненти у управљању ланцима набавке
- Користе Марковљев ланац при моделирању ланца набавке
- Објасне оптимизацију модела ланца набавке (LP, ILP, MILP, GA, Constraint програмирање)
- Демонстрирају симулацију у планирању ланца снабдевања и доношења одлука

садржај теоријске наставе

Дефиниција ланца набавке. Ланци набавке и Индустрија 4.0. Главне функције ланца набавке. Три

тока ланца набавке. Комплексност ланаца набавке. Архитектура ланаца набавке.

Изградња блокова

мреже ланца набавке. Врсте ланаца набавке и примери. Пословни процеси у ланцима набавке и

њихова интеграција. Концептуални модели процеса у ланцима набавке. Увод у управљање ланцима

набавке. Стратешке, тактичке и оперативне одлуке у ланцима набавке. Управљање квалитетом у

ланцима набавке. Перформансе ланца набавке. Мерење перформанси. Избор добављача и извори снабдевања. Управљање односима са купцима. Развој и имплементација партнерства у ланцима набавке. Модели математичког програмирања за планирање ланца набавке, пројектовање и оптимизацију. Моделирање перформанси ланца набавке (Марковљев ланац). Примена техника машинског учења у моделирању и предикцији, формулацији и презентацији проблема. Регресиона анализа. Вештачке неуронске мреже. Примена у логистици, транспорту и ланцима набавке. Опис Barcode, RFID и NFC технологије и примена за праћење робе (залиха) у оквиру ланца набавке. Могућности имплементације NFC технологије на Андроид платформу. Е-ланац набавке. Е-трговина. Е-логистика. Информациони системи за подршку и унапређење пословних процеса у е-ланцима набавке.

садржај практичне наставе

Унапређење перформанси ланца набавке. Неке од техника побољшања ланца набавке (QR -Quick Response; VMI - Vendor Managed Inventory). Софтвери (ERP, WMS, TMS) за управљање ланцима набавке. Опис начина рада, функционалности, архитектуре, протока података и начина коришћења. Примери примене софтвера на реалним системима у окружењу Индустрије 4.0. Примена софтвера за математичко програмирање. Примери примене вештачких неуронских мрежа у Матлаб-у. Симулација у планирању ланца набавке и доношења одлука. Најбоља практична решења ланца набавке.

услов похађања

Нема

ресурси

1. Бугарић, У.: Писани изводи са предавања, Машински факултет Београд, Београд, 2019.
2. Бугарић, У., Петровић, Д.: Моделирање система опслуживања, Машински факултет Београд, 2011.
3. SAP University alliance program.
4. Програмски пакет: QtsPlus 3.0 (Queuing theory software Plus).
5. Практична настава у индустријском окружењу (SAP).
6. Персонални рачунари.

фонд часова

укупан фонд часова: 90

активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 25

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

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: 10

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 30

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

литература Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. and Simchi-Levi, E., „Designing and Managing the Supply Chain“. 2nd ed. New York, NY: McGraw-Hill, 2003

Chopra, S. and Meindl, P., „Supply Chain Management“, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2004

Monczka, Robert M., et al. Purchasing and supply chain management. Cengage Learning, 2015.

Hugos, Michael H. Essentials of supply chain management. John Wiley & Sons, 2018.

Флексибилни и реконфигурабилни технолошки системи

ID: 9026

носилац предмета: Бабић Р. Бојан

ниво студија: мастер академске студије - индустрија 4.0

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

циљ

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

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: 90

активна настава (теоријска)

ново градиво: 25

разрада и примери (рекапитулација): 5

активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 20

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских 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

