

РЕЦЕНЗИЈА
НА РАКОПИСОТ СО НАСЛОВ „ИНДУСТРИСКИ РОБОТИ”
ОД АВТОРИТЕ ПРОФ. Д-Р ТОДОР ЧЕКЕРОВСКИ И ПРОФ.
Д-Р САШО ГЕЛЕВ, ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ,
УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” ВО ШТИП

Врз основа на одредбите од Статутот и Правилникот за единствените основи за остварување на издавачката дејност на Универзитет „Гоце Делчев” во Штип, како и Одлуката бр.1802-55/3 од 219. редовна седница на Наставно-научниот совет на Електротехнички факултет, одржана на 8.4.2025 година, избрана е Рецензентска комисија во состав:

- проф. д-р Гоце Стефанов, редовен професор, Електротехнички факултет при Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип;

- проф. д-р Сашо Коцески, редовен професор, Факултет за информатика при Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип

за изготвување на извештај, рецензија на приложениот ракопис **„ИНДУСТРИСКИ РОБОТИ”** од **проф. д-р Тодор Чекеровски и проф. д-р Сашо Гелев**, наменет за студентите на прв циклус студии на Електротехнички факултет на Универзитет „Гоце Делчев” во Штип.

Ракописот со наслов „Индустриски работи” припаѓа во научната област „Системско инженерство, автоматика и роботика“ (2.02.00.21) според меѓународната Фраскатијева класификација.

По прегледот на ракописот, Комисијата до Наставно-научниот совет на Електротехнички факултет го поднесува следниов

ИЗВЕШТАЈ

Општи податоци за ракописот: Учебникот со наслов „Индустриски работи“ е наменет за предметот Индустриски работи, кој е дел од студиските програми на Електротехничкиот факултет при Универзитетот „Гоце Делчев“ – Штип. Предметот се изучува во четврта година од насоките Мехатроника и роботика и Автоматика и системско инженерство. Според Наставната програма, овој предмет се изучува во текот на еден семестар, а неделниот фонд изнесува четири часа предавања и вежби. Овој фонд овозможува студентите да научат како се применуваат роботите во индустријата, како ги добиваат информациите за управување, нивно управување, воведување и економската исплатливост на воведување на роботите.

Приложениот ракопис е целосно во согласност со наставната програма и ги опфаќа сите релевантни теми кои се предвидени за предметот.

Оценката на приложениот ракопис е позитивна, бидејќи учебникот ги следи насоките на наставната програма и прецизно ги покрива сите клучни области кои се дел од наставната програма. Текстот е добро структуриран, јасен и лесен за следење, а покрај теоретските објаснувања, вклучува и голем број практични примери и студии на случај, кои помагаат во дополнително разбирање на материјата.

Податоци за обемот на ракописот: Ракописот „Индустриски работи“ се состои од вкупно 249 страници, организирани во еднаесет поглавја кои ги покриваат основните и напредните теми во областа на примената на роботите

во индустријата. Форматот на ракописот е А4, што овозможува лесно читање и прегледност на материјалот.

Обемот на ракописот е соодветен на неделниот фонд на часови и содржински ги задоволува критериумите според бројот на предавања и вежби предвидени за еден семестар. Наставната програма предвидува четири часа неделно, а учебникот нуди доволно материјал и за предавачите и за студентите за темелно покривање на целата предвидена материја. Покрај тоа, обемот е усогласен со одредбите од Правилникот за единствените основи за остварување на издавачката дејност на Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип, обезбедувајќи доволно информации и ресурси за остварување на образовните цели на предметот.

Податоци за постоење на сличен или ист наслов: До овој момент, не е објавен учебник со ист или сличен наслов кој ја покрива оваа област на македонски јазик и е наменет за студентите на Електротехнички факултет. Иако постојат меѓународни учебници кои обработуваат слична тематика, тие не се целосно усогласени со наставната програма на Универзитетот „Гоце Делчев“ – Штип и не ги адресираат специфичните потреби на студентите од насоките Мехатроника и роботика и Автоматика и системско инженерство. Поради тоа, постои реална потреба од објавување на поднесениот ракопис, кој е создаден во согласност со барањата на наставната програма и ги покрива сите клучни, како и практични примери релевантни за студентите.

Краток опис на содржината:

Учебникот е поделен во вкупно единаесет поглавја. Во првата глава на овој учебник се објаснети сензорите во роботиката. Авторите нагласуваат дека мерењето има посебно место во системот на современите науки бидејќи дава квантитативни информации за објектот што го истражуваме. За да може роботот со едноставни движења да изведува сложени операции во променлива околина, неопходно е да има одреден степен на интелигенција. Под интелигенција подразбираме роботот да е во состојба да ги интерпретира информациите за промените во положбата на работните предмети и за промените во околината и да го приспособи своето делување без интервенција на операторот. На тој начин роботот ја проширува автономијата и ја зголемува прецизноста на манипулативните операции.

Втората глава е под наслов **Системите за препознавање**. Во листата на најчести задачи кои се поставуваат на роботите е поместување на предмети. Во реалноста, всушност, роботот само се поместува во позиција на која очекува да има предмет. Роботот нема да биде успешен во истата задача ако предметот не е поставен на очекуваната позиција или ако настане некаков проблем и роботот не ја достигне потребната позиција. За да се обезбеди сигурност во работењето, при вакви задачи потребно е да се решат проблемите поврзани со одредување на позицијата на предметот и сигурноста дека роботот навистина ја достигнал точната положба. Кога роботот би можел да го гледа предметот, положбата на предметот не мора да биде однапред позната. Едноставно, роботот се движи кон предметот што го гледа на кое било место во работниот простор. Овој пристап нуди предности во поглед на толеранцијата на позицијата на деловите. Исто така, преку визуелната перцепција роботот добива чувство за избегнување на препреки, манипулација, препознавање и навигација. Сетилото

за вид обезбедува најразлични податоци за опкружувањето и овозможува интелегентна интеракција со околината. Овие достапни информации на човекот му овозможуваат да се снаоѓа во опкружувањето без да користи физички контакти за да открива препреки. Имено, преку сетилото за вид човекот учи за положбата и идентитетот на предметите како и врските помеѓу истите предмети од околината.

Во третата глава авторите даваат опис на **завршните уреди**. Краен завршен уред е делот што се приклучува на последниот зглоб од роботската рака и служи за фаќање предмети, поврзување со другите машини и изведување на одредени задачи. Бидејќи производителите на индустриски роботи по правило не ги произведуваат и продаваат овие елементи заедно со роботот, задача на инженерите и консултантите на компаниите купувачи е да ги проектираат и инсталираат завршните елементи на роботските манипулатори во зависност од нивната конкретна примена и условите на работа. Завршните елементи ги прават роботите флексибилни, способни за извршување на различни задачи. Со едноставна промена на завршниот елемент роботот може да изврши друга задача. Индустрискиот робот е онолку добар колку што е добар неговиот завршен елемент, алатката на крајот на раката.

Во глава четири се дава опис на **вакуумските, магнетните и адхезиските држачи**. Вакуумските пумпи остваруваат силен контакт со објектот на таков начин што пумпата повлекува воздух, создавајќи вакуум. За да се постигне задоволителна заптивка, пумпата или работното парче мора да бидат од мек материјал. Држачот се состои од една или повеќе пумпи. Услов за користење на вакуумски стеги е површината на предметот што треба да се зафати да биде рамна и чиста. Магнетните држачи се поврзуваат со предмети од железо и челик со привлечна сила на постојан или електромагнет. Предноста на овие држачи е тоа што не бараат рамна и чиста површина. Адхезиски држачи се „залепени“ на објектот со помош на површина на која се нанесува супстанција, која со материјалот на предметот постигнува доволна сила на адхезија.

Глава пет е со наслов **Програмирање на роботите**. Програмирањето на роботите значи подредување на роботски движења и активности по редослед кој ќе овозможи извршување на посакуваниот сет задачи. Според секвенцата, роботот ги учи истите движења или активности. Активностите може да се однесуваат на интерпретација на податоци од сензори, испраќање и примање сигнали и податоци од други уреди, или пак, активирање на зглобовите и крајниот ефектор.

Во глава шест се опишува **класификацијата на јазиците за роботите**. Јазикот за програмирање на роботите служи како интерфејс помеѓу човекот корисник и индустрискиот робот. Софистикацијата на корисничкиот интерфејс е од исклучително значење како што манипулаторите и другата програмабилна автоматизација се применува во се посложени индустриски апликации. Роботските манипулатори се разликуваат од фиксната автоматизација по тоа што се „флексибилни“, што значи програмабилни. Не само што се програмабилни движењата на манипулаторите, туку како што се одвива задачата манипулаторите можат да се приспособат на промени преку употреба на сензори и комуникација со друга фабричка автоматизација.

Во глава седум е даден еден краток преглед на **Примената на роботите во индустријата**. Роботите имаат многу примени во различни сфери на

индустријата, од автомобилската до прехранбената индустрија. Авторите наведуваат некои примери од примената на роботите во различните индустрии:

- Автомобилска индустрија;
- Прехранбена индустрија;
- Медицинска индустрија;
- Производство на електронски уреди;
- Хемиска индустрија;
- Металопреработувачката индустрија;
- Авио и вселенската индустрија;
- Транспортната индустрија.

Глава осум е со наслов **Манипулација и обработка на материјали**.

Индустриските работи можат да извршуваат различни видови на манипулација на материјали, вклучувајќи додавање, преместување, подигање, сместување, палетизирање и слично. Оваа способност на роботите да ги преместуваат и манипулираат предметите е многу корисна за производствениот процес во различни индустрии. Со помош на манипулација на материјали со роботите, производствениот процес може да биде значително подобруван, со зголемување на ефикасноста, прецизноста и безбедноста на работата. Опслужувањето на машини со индустриски работи значително го подобрува перформансот на производствената линија и го зголемува капацитетот на производство. Роботите можат да извршуваат задачи повеќе часови без прекин и не бараат паузи за одмор како што би ги имале човечките оператори. Ова значи дека индустриските работи можат да работат постојано и да го зголемат производствениот капацитет, што резултира во поголема ефикасност и профит на компанијата.

Деветтата глава е со наслов **Роботизираната монтажа**. Под роботизирана монтажа се подразбира примената на работи во индустријата за автоматско монтирање на делови и компоненти. Ова е еден од најкомплексните примени на роботите во индустријата. Овој процес вклучува програмирање и контролирање на роботите за да извршат задачи како подигнување на делови, поставување на делови на точни позиции, спојување на делови, пренос на делови и др. Главната цел на роботската монтажа е да се зголеми ефикасноста, прецизноста и квалитетот на производство.

Во глава десет е објаснето значењето и **проектирањето на роботите**. Роботите и автоматиката ни ги менуваат животите на различни начини, од самоуправувачки автомобили до паметни кафемати во кафулињата. Инженерите за роботика се авангарда на оваа промена, пионерски во секој можен сектор. Роботичкото инженерство е концепт кој ги интегрира науката, инженерството и технологијата. Инженерството во оваа област се фокусира на развојот на работи и како да се користат во современата индустрија. Најважниот аспект на роботичкото инженерство е неговиот придонес во развојот на супериорни замени на трудот на луѓето.

Во глава единаесет се опишува начинот на **воведување на роботите во индустријата**. Автоматизацијата моментално поминува низ силен процес на еволуција, одржувајќи го чекорот со економскиот контекст кој се карактеризира со динамични производствени системи: побарувачката станува сè понестабилна, со серии на производство намалени и високоприспособени, барајќи од компаниите да бидат неверојатно флексибилни во менување од едно во друго производство брзо и евтино. За да се задоволат овие потреби, научниците ширум

светот се обидуваат да имплементираат современи решенија за традиционалните контролори на работи насочени кон дефинирање контролни процедури за да овозможат безбедна интеракција помеѓу човекот и роботот и напредните методи на програмирање базирани на физичката интеракција помеѓу човекот и роботот (на пример, учење со демонстрација, тест и гласовна комуникација).

ЗАКЛУЧОК

Ракописот „Индустриски работи“ претставува квалитетен учебник кој ги опфаќа сите клучни аспекти на употребата и разбирањето на индустриските работи. Квалитетот на учебникот е на високо ниво, но авторите успеале на едноставен и разбирлив начин да ги претстават и најсложените технички поими. Учебникот е добро структуриран и логично организиран и овозможува постепено надградување на знаењата кај студентите.

Педагошката вредност на ракописот е соодветна, бидејќи го покрива наставниот материјал предвиден со програмата и обезбедува соодветна поддршка за стекнување на практични вештини кои се неопходни за студентите од насоките Мехатроника и роботика и Автоматика и системско инженерство. Со оглед на тоа што учебникот е целосно во согласност со наставната програма и ги задоволува сите критериуми за објавување, предлагаме ракописот да биде категоризиран како универзитетски учебник. Оваа категоризација е оправдана со оглед на неговата намена, обемот на опфатената материја и неговата примена во образовниот процес на техничките факултети. Врз основа на кажаното погоре, како и врз основа на стандардите, критериумите предвидени со Правилникот за објавување на учебници, Рецензентската комисија има особена чест да му предложи на Наставно-научниот совет на Електротехнички факултет при Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип, ракописот „**Индустриски работи**“ од **проф. д-р Тодор Чекеровски и проф. д-р Сашо Гелев** да го прифати за објавување во е-библиотеката на Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип.

РЕЦЕНЗЕНТИ

Д-р Гоце Стефанов, редовен професор, с.р.

Д-р Сашо Коцески, редовен професор, с.р.