

**Mašinski fakultet / MEHATRONIKA / ROBOTIKA**

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Uslovljenost drugim predmetima       | Nema uslovljenosti                                                                                                                                                                                                                                |
| Ciljevi izučavanja predmeta          | Osnovni cilj ovog predmeta je izučavanje principa robotike i koncepata napredne robotike, uključujući kinematiku, upravljanje i planiranje robota.                                                                                                |
| Ime i prezime nastavnika i saradnika | Prof. dr Radoš Bulatović, mr Aleksandar Tomović                                                                                                                                                                                                   |
| Metod nastave i savladanja gradiva   | Predavanja, vježbe, laboratorijske vježbe, projektno orijentisano učenje.                                                                                                                                                                         |
| I nedjelja, pred.                    | Uvod u robotiku. Definicija, generacije, tipovi i karakteristike robota. Modeliranje robota: kinematski lanci, industrijski roboti. Konfiguracija robota. Radni prostor.                                                                          |
| I nedjelja, vježbe                   | Uvod u robotiku. Definicija, generacije, tipovi i karakteristike robota. Modeliranje robota: kinematski lanci, industrijski roboti. Konfiguracija robota. Radni prostor.                                                                          |
| II nedjelja, pred.                   | Aktuatori i pogonski sistemi kod robota: zahtjevi, pravouglo koordinata, električni aktuatori (DC, AC, 3-fazni AC, servo motori, koračni motori); pneumatski aktuatori, hidraulički aktuatori; zupčasti sistemi (harmonični pogon itd.).          |
| II nedjelja, vježbe                  | Aktuatori i pogonski sistemi kod robota: zahtjevi, pravouglo koordinata, električni aktuatori (DC, AC, 3-fazni AC, servo motori, koračni motori); pneumatski aktuatori, hidraulički aktuatori; zupčasti sistemi (harmonični pogon itd.).          |
| III nedjelja, pred.                  | Senzori, interni: petlja za upravljanje kretanjem, mjerenje pozicije i brzine; senzori i principi: enkoder (incrementalni, apsolutni, multi-turn uređaji,SSI interfejsi), rizolver, tachogenerator                                                |
| III nedjelja, vježbe                 | Senzori, interni: petlja za upravljanje kretanjem, mjerenje pozicije i brzine; senzori i principi: enkoder (incrementalni, apsolutni, multi-turn uređaji,SSI interfejsi), rizolver, tachogenerator                                                |
| IV nedjelja, pred.                   | Kinematska analiza robota: direktna kinematika. Interne i eksterne koordinate. Rešavanje direktnih kinematskih problema. Algoritam rešavanja direktnih kinematskih problema. Denavit-Hartenberg. Primjeri.                                        |
| IV nedjelja, vježbe                  | Kinematska analiza robota: direktna kinematika. Interne i eksterne koordinate. Rešavanje direktnih kinematskih problema. Algoritam rešavanja direktnih kinematskih problema. Denavit-Hartenberg. Primjeri.                                        |
| V nedjelja, pred.                    | Kinematska analiza robota: inverzna kinematika. Jakobieva matrica. Primjeri. Fenomen singularnosti.                                                                                                                                               |
| V nedjelja, vježbe                   | Kinematska analiza robota: inverzna kinematika. Jakobieva matrica. Primjeri. Fenomen singularnosti.                                                                                                                                               |
| VI nedjelja, pred.                   | I kolokvijum.                                                                                                                                                                                                                                     |
| VI nedjelja, vježbe                  | I kolokvijum.                                                                                                                                                                                                                                     |
| VII nedjelja, pred.                  | Upravljanje robotima: osnovni koncepti; režimi upravljanja: kretanje po osama, kartezijanovo kretanje, kretanje u različitim koordinatnim sistemima.                                                                                              |
| VII nedjelja, vježbe                 | Upravljanje robotima: osnovni koncepti; režimi upravljanja: kretanje po osama, kartezijanovo kretanje, kretanje u različitim koordinatnim sistemima.                                                                                              |
| VIII nedjelja, pred.                 | Upravljanje robotima: PTP (point-to-point) – tačka-po-tačka (sinhrono/asinhrono), CP (Continuous Path) – po kontinualnoj liniji (linearno, kružno, po krivoj liniji); profili kretanja: profil brzine, ubrzanja.                                  |
| VIII nedjelja, vježbe                | Upravljanje robotima: PTP (point-to-point) – tačka-po-tačka (sinhrono/asinhrono), CP (Continuous Path) – po kontinualnoj liniji (linearno, kružno, po krivoj liniji); profili kretanja: profil brzine, ubrzanja.                                  |
| IX nedjelja, pred.                   | Upravljanje robotima: interpolacija, interpolacijski vremenski ciklus TIPO, radni režimi, interfejsi (digitalni, analogni, serijski, field bus), teach box.                                                                                       |
| IX nedjelja, vježbe                  | Upravljanje robotima: interpolacija, interpolacijski vremenski ciklus TIPO, radni režimi, interfejsi (digitalni, analogni, serijski, field bus), teach box.                                                                                       |
| X nedjelja, pred.                    | Programiranje robota: režimi programiranja (online, offline); teach-in, plazback, off-line programiranje (programiranje sa tekst editorom, makro programiranje, programiranje pomoću ikona, grafičko programiranje sa simulacijom)                |
| X nedjelja, vježbe                   | Programiranje robota: režimi programiranja (online, offline); teach-in, plazback, off-line programiranje (programiranje sa tekst editorom, makro programiranje, programiranje pomoću ikona, grafičko programiranje sa simulacijom)                |
| XI nedjelja, pred.                   | Programiranje robota: simulacija robota: simulacioni sistemi, RRS (simulacija realnog robota) inicijativa, kalibracioni problemi, planiranje. Robotski jezici, struktura robotskih programa: glavni i podprogrami, programske funkcije, primjeri. |
| XI nedjelja, vježbe                  | Programiranje robota: simulacija robota: simulacioni sistemi, RRS (simulacija realnog robota)                                                                                                                                                     |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | inicijativa, kalibracioni problemi, planiranje. Robotski jezici, struktura robotskih programa: glavni i podprogrami, programske funkcije, primjeri.                                                                                                                                                                                                                        |
| XII nedjelja, pred.                   | Roboti sa eksternim senzorima, robotska vizija: senzorska hijerarhija, adaptivne funkcije, principi izbora senzora: za traženje objekta (taktilni), očitavanje rastojanja, praćenje konture, brzinu, prepoznavanje objekata, silu i obrtni momenat.                                                                                                                        |
| XII nedjelja, vježbe                  | Roboti sa eksternim senzorima, robotska vizija: senzorska hijerarhija, adaptivne funkcije, principi izbora senzora: za traženje objekta (taktilni), očitavanje rastojanja, praćenje konture, brzinu, prepoznavanje objekata, silu i obrtni momenat.                                                                                                                        |
| XIII nedjelja, pred.                  | Integracija robota i senzora: mehanička integracija, interfejsing i obrada senzorskih podataka: feedback i feedforward strategija, vrijeme odgovora. Primjeri: strategija traženja objekta, strategija praćenja konture; očitavanje sile/obrotnog momenta kod vizije montažnih robota: prepoznavanje objekata, detekcija pozicije i orijentacije kod aplikacija rukovanja. |
| XIII nedjelja, vježbe                 | Integracija robota i senzora: mehanička integracija, interfejsing i obrada senzorskih podataka: feedback i feedforward strategija, vrijeme odgovora. Primjeri: strategija traženja objekta, strategija praćenja konture; očitavanje sile/obrotnog momenta kod vizije montažnih robota: prepoznavanje objekata, detekcija pozicije i orijentacije kod aplikacija rukovanja. |
| XIV nedjelja, pred.                   | Primjena robota u proizvodnji: prenos i rukovanje materijalom, utovar i istovar, obrada, tačkasto i kontinualno zavarivanje, farbanje sprejom, montaža i inspekcija. Budućnost robota.                                                                                                                                                                                     |
| XIV nedjelja, vježbe                  | Primjena robota u proizvodnji: prenos i rukovanje materijalom, utovar i istovar, obrada, tačkasto i kontinualno zavarivanje, farbanje sprejom, montaža i inspekcija. Budućnost robota.                                                                                                                                                                                     |
| XV nedjelja, pred.                    | II kolokvijum.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| XV nedjelja, vježbe                   | II kolokvijum.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Obaveze studenta u toku nastave       | Obavezno pohađanje nastave i izrada laboratorijskog projekta.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Konsultacije                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Opterećenje studenta u casovima       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Literatura                            | 1. Craig, J.J., Introduction to Robotics: Mechanics and Control, 3rd ed. Pearson Education, 2005<br>2. Howie C., et al., Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementation, MIT Press, 2005<br>3. Saeed, B. N., Introduction to Robotics: Analysis, Systems, Applications, Prentice Hall, 2001                                                            |
| Oblici provjere znanja i ocjenjivanje | Dva kolokvijuma po 40 poena, ukupno 80 poena; Projektni zadatak: 20 poena. Prelazna ocjena se dobija ako se kumulativno sakupi namanje 50 poena.                                                                                                                                                                                                                           |
| Posebne naznake za predmet            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Napomena                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Ishodi učenja                         | Po završetku ovog kursa student treba da bude osposobljen da programira i dizajnira robote uključujući specifikaciju senzora i aktuatora potrebnih za kretanje robota.                                                                                                                                                                                                     |