

Robotika i umjetna inteligencija



Izborni blok: Robotika i umjetna inteligencija

Robotika i umjetna inteligencija su trenutno vrlo propulzivna područja tehnike i znanosti od kojih se mnogo očekuje.

Osnovna svrha robotike i umjetne inteligencije je **automatizacija** – prijenos rada čovjeka na strojeve.

Ciljevi:

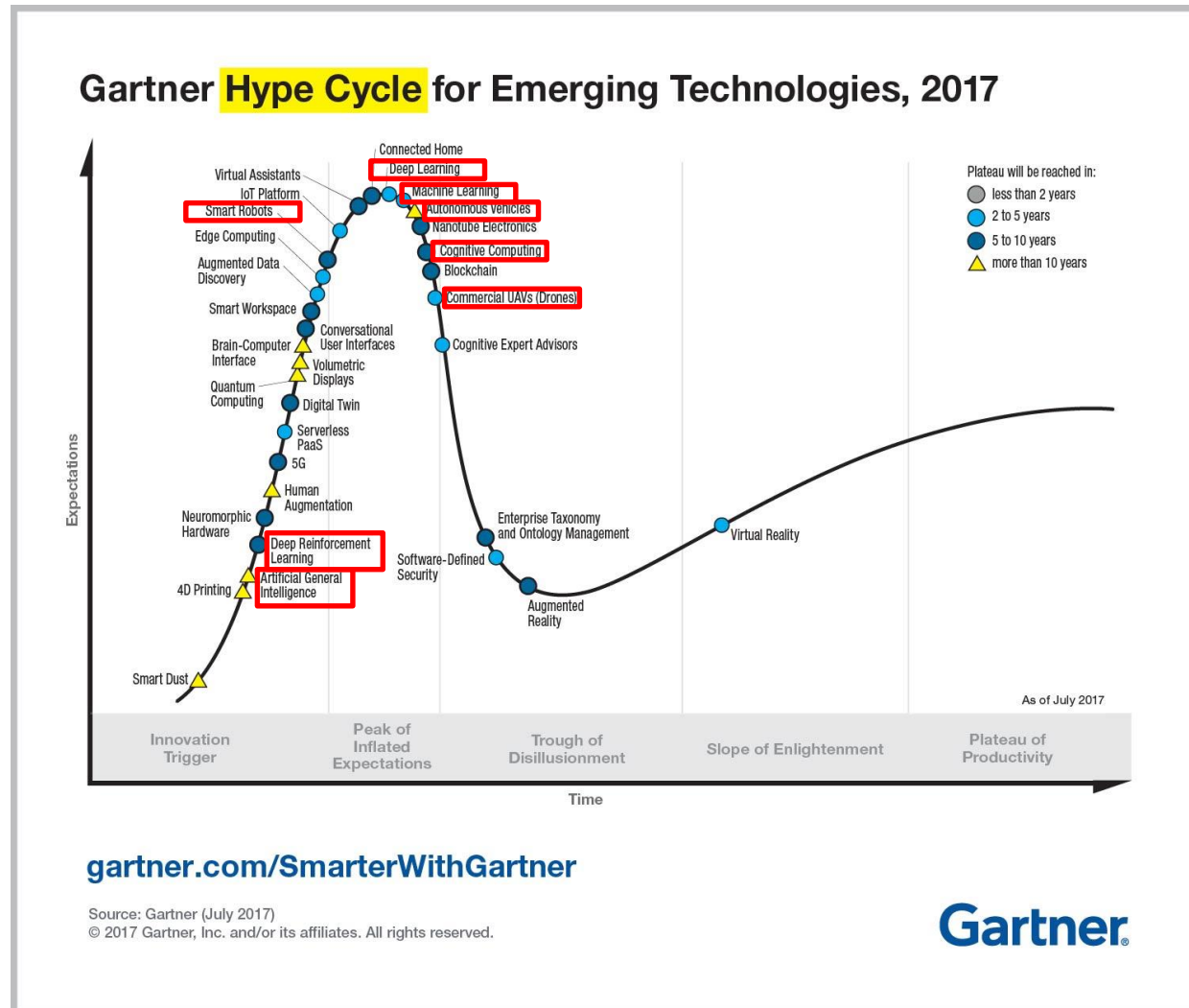
1. osposobiti strojeve da zamijene ljudski rad u djelatnostima koje su opasne, fizički odnosno psihički naporne te u jednostavnim ponavljajućim poslovima;
2. povećati produktivnost odnosno kvalitetu proizvoda.

Područja primjene:

- industrija
- transport (autonomna vozila)
- poljoprivreda
- zdravstvo
- internet
- sigurnost



- očekivanja od tehnologija vezanih za područje robotike i umjetne inteligencije u narednim godinama ilustrira ovaj Hype cycle graf.



Objašnjenje Hype cycle grafa

- Graf prikazuje očekivanja od novih tehnologija u narednom periodu.
- Tehnologije uokvirene crvenom bojom su obuhvaćene nastavnim sadržajem izbornog bloka Robotika i umjetna inteligencija.
- Iz grafa se vidi da su neke od ovih tehnologija na samom vrhuncu (možda pretjeranih) očekivanja. Nakon toga obično nastupa pad očekivanja kada se ustanove određeni nedostaci (Disillusionment). Nakon toga tehnologija ulazi u zrelu fazu, kada se o problematici puno više zna nego na početku, a neki nedostaci se savladavaju te tehnologija ulazi u širu praktičnu primjenu.
- S obzirom da su tehnologije vezane za predstavljeni izborni blok trenutno blizu vrhunca očekivanja, očekuje se otvaranje radnih mjesta na tim područjima te da će stručnjaci sa znanjima iz navedenih područja visoko kotirati na tržištu rada.

Izborni blok: Robotika i umjetna inteligencija

1. godina studija

semestar	predmet
I	Dizajn računalnih sustava
	Automati i formalni jezici
	Upravljanje procesima
	Računalna geometrija i robotski vid
	Raspoznavanje uzoraka i strojno učenje
II	Računalni sustavi stvarnog vremena
	Inteligentni sustavi
	Meko računarstvo
	Ugradbeni računalni sustavi
	Osnove robotike

Izborni blok: Robotika i umjetna inteligencija

2. godina studija

semestar	predmet
III	Pouzdanost i dijagnostika računalnih sustava
	Industrijska informatika
	Modeliranje temeljeno na podacima
	Stručna praksa iz računarstva
IV	Menadžment
	Upravljanje projektima
	Izborni predmet
	Diplomski rad

Izborni blok: Robotika i umjetna inteligencija

U nastavku slijede opisi nekih od predmeta, koji se predaju na izbornom bloku Robotika i umjetna inteligencija, a koji su usko vezani za područja robotike, umjetne inteligencije i automatizacije.

Osnove robotike

Danas se roboti široko primjenjuju u industriji. Bez primjene robota mnogi proizvodni procesi ne mogu biti konkurentni.

Očekuje se da će raspon primjena robota u industriji vremenom još više rasti.



Također se očekuje porast primjene robota u drugim granama proizvodnje. Autonomni traktori koji obrađuju zemlju navođeni GPS-om, već su godinama u primjeni, a intenzivno se razvijaju i nova rješenja, kao što su automatizirano branje voća i sl.



Osnove robotike

Autoindustrija ulaže ogromna sredstva u razvoj autonomnih vozila, tj. vozila bez (ljudskog) vozača. Autonomna vozila su zapravo inteligentni mobilni roboti, o čijim se osnovnim načelima uči na predmetu Osnove robotike.

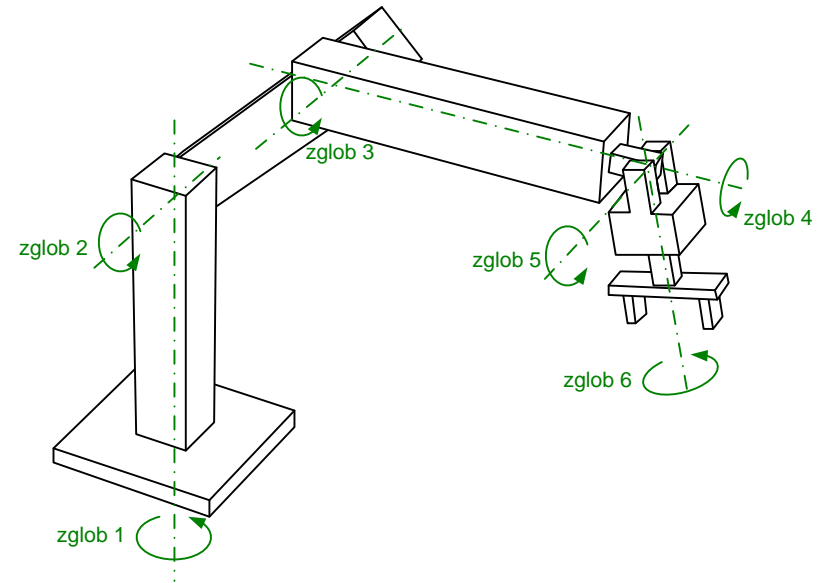


Teorija mobilne robotike također se primjenjuje i za planiranje kretanja autonomnih letjelica, za koje se također predviđa veliki broj primjena u budućnosti.



Osnove robotike

Predmet Osnove robotike namjenjen je studentima računarstva koji se u svojem profesionalnom životu žele baviti robotikom. Predmet je zamišljen da pruži osnovna znanja potrebna za razvoj upravljačkog softvera robota na različitim razinama, počevši od ostvarivanja elementarnih funkcionalnosti robota, kao što su postavljanje alata robota u zadani položaj te planiranje putanje alata u prostoru, do viših razina upravljanja robotom, kao što su izgradnja karte okoline i planiranje kretanja mobilnih robota.

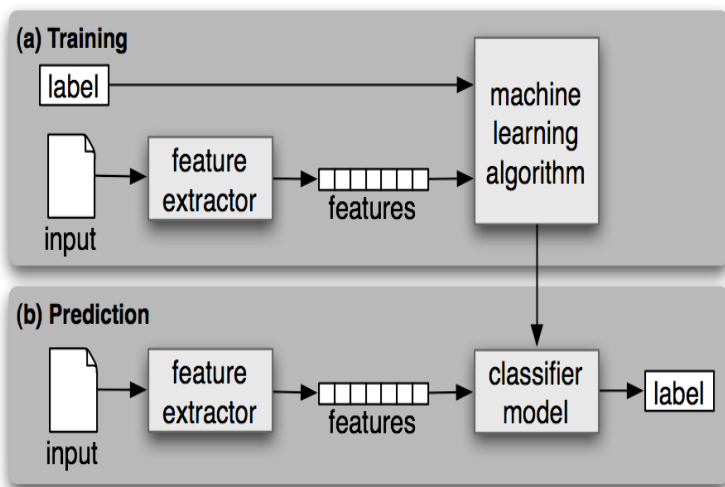


Osnove robotike

Sadržaj predmeta:

- Uvodna razmatranja o robotima: osnovni pojmovi, klasifikacija i primjene robota.
- Opis pozicije i orijentacije krutog tijela. Transformacije između koordinatnih sustava.
- Direktna i inverzna kinematika robotskog manipulatora. Konvencija Denavit-Hartenberga.
- Dinamički model robotskog manipulatora. Newton-Eulerova i Lagrangeova metoda.
- Upravljanje robotskim manipulatorom po poziciji te sili i momentu.
- Osnove mobilnih robota. Planiranje kretanja robota.
- Senzori koji se primjenjuju u robotici. Osnove robotskog vida.

Raspoznavanje uzoraka i strojno učenje



Izvor:
Natural Language Processing with Python

- Raspoznavanje uzoraka bavi se prepoznavanjem pravilnosti u podacima
- Strojno učenje bavi se konstrukcijom algoritama koji mogu „učiti” na temelju podataka; fokus je na predikciji budućih događaja
- Primjeri: prepoznavanje znakova, prepoznavanje govora, pretraživanje weba, kategoriziranje članaka, filtriranje spama, medicinske dijagnoze, detekcija prijevara, predikcija procesnih veličina

Meko računarstvo

Glavna tema

Upoznavanje i primjena računalnih postupaka temeljenih na približnom izračunavanju i zaključivanju, samoučenju, paralelizmu i nedeterminizmu koji imaju uzor u biološkim modelima ili prirodi.



Meko računarstvo

Glavna tema

Upoznavanje i primjena računalnih postupaka temeljenih na približnom izračunavanju i zaključivanju, samoučenju, paralelizmu i nedeterminizmu koji imaju uzor u biološkim modelima ili prirodi.

1.

- Genetski algoritam
- Algoritam roja
čestica

2.

- Neuronske mreže
- Duboke neuronske
mreže

3.

Podržano učenje

4.

Neizrazita logika

Npr.:

- Dizajn proizvoda, problemi raspoređivanja, ...
- Računalni vid, robotski vid, prepoznavanje govora, obrada prirodnog jezika,...
- Igranje igara (čovjek protiv računala), robotsko kretanje, autonomna navigacija,...
- Upravljanje...

Računalna geometrija i robotski vid

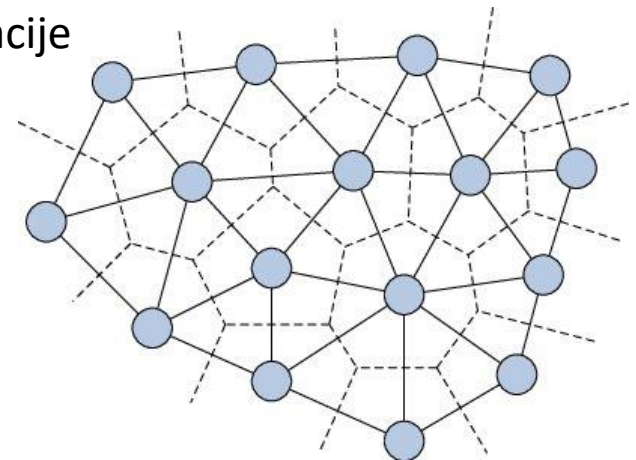
Predmet Računalna geometrija i robotski vid sastoji se od dvije glavne cjeline, koje se pojavljuju u samom nazivu predmeta.

Računalna geometrija

Računalna geometrija je grana računarstva koja izučava algoritme koji se mogu formulirati pojmovima iz geometrije.

Tematske cjeline koje se obrađuju u predmetu su:

- Osnovni pojmovi: koordinatni sustav, točka, pravac, dužina, vektor, ravnina, ploha, poligon, poliedar, normala.
- Opis pozicije i orijentacije krutog tijela. Transformacije između koordinatnih sustava.
- Particija ravnine i prostora.
- Triangulacija. Delaunay triangulacija.
- Traženje najbližeg susjeda. kD-stablo.
- Konveksna ljuska.
- Voronoi dijagram.

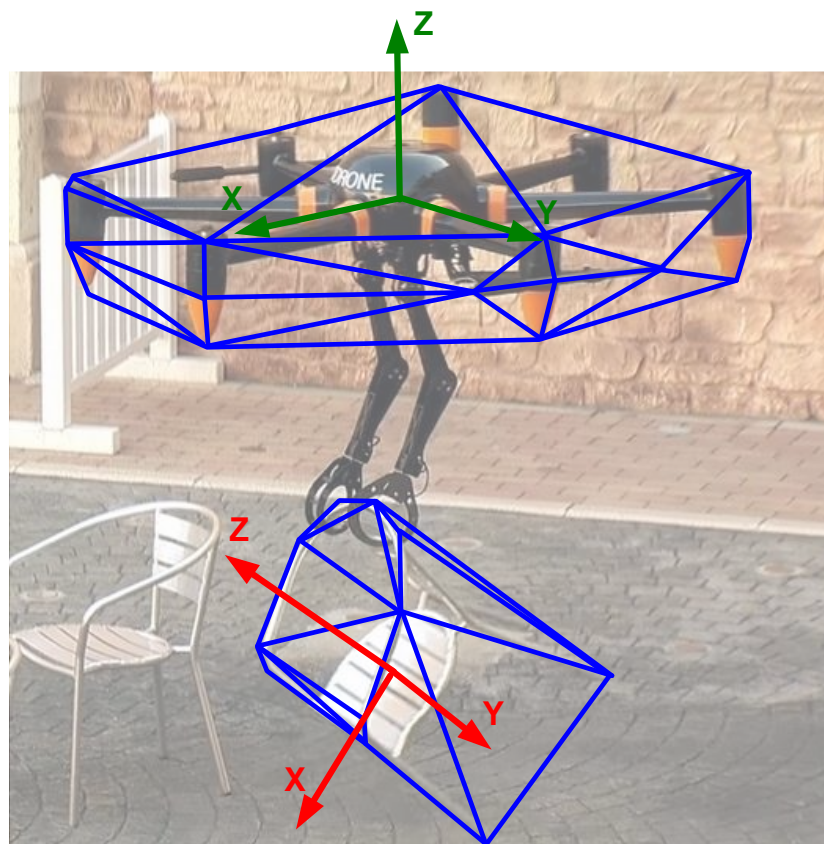


Računalna geometrija i robotski vid

Računalna geometrija

S obzirom da robotski manipulatori i mobilni roboti, u koja se ubrajaju i autonomna vozila, služe prvenstveno za ostvarivanje gibanja u prostoru, bilo da se radi o gibanju nekog alata ili da se radi o transportu ljudi ili materijala, za oblikovanje upravljačkog softvera takvih strojeva neophodno je znati kako matematički formulirati prostorne odnose između objekata u dvodimenzionalnom i trodimenzionalnom prostoru.

Dizajneru takvog softvera u tome može biti od velike pomoći poznavanje pojmova i algoritama iz područja računalne geometrije.



Računalna geometrija i robotski vid

Računalna geometrija

Osim u robotici, računalna geometrija ima široku primjenu i u drugim područjima znanosti i tehnike, kao što su

- računalni vid
- računalna grafika
- geografski informacijski sustavi (GIS)
- računalno potpomognuto oblikovanje i proizvodnja (Computer Aided Design/Manufacturing – CAD/CAM)

Računalna geometrija i robotski vid

Robotski vid

Cjelina robotski vid obrađuje algoritme računalnog vida s primjenom u robotici. Računalni vid podrazumijeva obradu snimaka dobivenih kamerama ili 3D sensorima kao što su LiDAR, RGB-D kamere odnosno time-of-flight kamere. Računalni vid je gotovo neizostavna komponenta inteligentnih robota, tj. robota namijenjenih za rad u nestrukturiranim okolinama u kojima se događaju nepredvidljive situacije, jer omogućuje robotima percepciju okoline i adaptaciju njihovog djelovanja na različite situacije koje nije moguće u potpunosti predvidjeti.

Računalna geometrija i robotski vid

Robotski vid

Robotski vid omogućuje robotima

- prepoznavanje objekata s kojima robot treba manipulirati
- određivanje položaja objekta u odnosu na robota
- određivanje položaja robota u radnoj okolini
- detekciju prepreka
- prepoznavanje ljudi i pokreta
- izgradnju karte okoline



Računalna geometrija i robotski vid

Robotski vid

Tematske cjeline koje se obrađuju u predmetu su:

- Percepcijski senzori: kamera, 3D kamera, stereo vizija, LIDAR.
- Filtriranje slike. Detekcija rubova. Detekcija točki interesa.
- Houghova transformacija.
- Metoda nasumičnog uzorkovanja (RANSAC).
- Segmentacija slike i oblaka 3D točaka.
- Optički tok.
- Kalibriranje kamere.
- Određivanje položaja kamere u odnosu na radnu okolinu robota.
- Trodimenzionalna rekonstrukcija objekata i scena na temelju dvije ili više slika snimljenih iz različitih pozicija.
- Registracija skupova 3D točaka.
- Prepoznavanje objekata.
- Prepoznavanje mjesta.
- Karte prostora.

Industrijska informatika

Glavna tema

Upoznavanje sa zadaćama vođenja proizvodnog procesa, metodama i opremom za praktičnu realizaciju sustava za automatsko vođenje procesa te njegovom integracijom u okvire Industrije 4.0

- Industrijski proizvodni procesi i vođenje procesa
- primjena računala u svrhu automatskog vođenja proizvodnih procesa
- procesno računalo i programibilni logički upravljač (PLC)
- povezivanje procesnog računala s tehničkim procesom (senzoričkom i aktorikom) i mjere za zaštitu od smetnji
- realizacija distribuiranog sustava za automatsko vođenje proizvodnje
- primjena računala u svrhu nadzora proizvodnog procesa
- SCADA sustav – njegove funkcije, arhitektura i sučelja
- sučelja između tehničkog/proizvodnog sustava i čovjeka (HMI)
- industrijska informatika (MES i ERP), Industrija 4.0 i kibernetička sigurnost
- industrijski komunikacijski sustavi; na razini automatizacije, nadzora i rukovođenja

Industrijska informatika

Glavna tema

Upoznavanje sa zadaćama vođenja proizvodnog procesa, metodama i opremom za praktičnu realizaciju sustava za automatsko vođenje procesa te njegovom integracijom u okvire Industrije 4.0

- Na laboratorijskim vježbama studenti stječu znanja u programiranju PLC-ova porodice SIMATIC, te se upoznaju sa sensorima, aktuatorima i komunikacijom između komponenata sustava za automatizaciju.



Upravljanje procesima

Predmet Upravljanje procesima obrađuje problematiku automatskog upravljanja dinamičkim tehničkim sustavima, kakvi se javljaju u industriji, robotici, transportu te u različitim uređajima koje koristimo u svakodnevnom životu.

Izrada softvera koji omogućuje kvalitetno i učinkovito upravljanje podrazumijeva matematičko modeliranje dinamičkih procesa te primjenu različitih metoda upravljanja prilagođenih specifičnostima procesa kojim se želi upravljati.



Upravljanje procesima

Na predmetu Upravljanje procesima proširuju se znanja iz područja automatskog upravljanja stečena na predmetu Osnove automatskog upravljanja složenijim upravljačkim strukturama.

Složeni procesi poput industrijskih postrojenja i suvremenih vozila imaju veliki broj regulacijskih petlji koje omogućuju kvalitetu, učinkovitost i sigurnost proizvodnje odnosno transporta.

Predmet Upravljanje procesima pruža osnovna znanja iz upravljanja složenim procesima s više ulaza i izlaza, kod kojih promjena svakog ulaza utječe istovremeno na više izlaza.

Studenti se upoznaju s osnovama adaptivnog upravljanja, kod kojega se regulator prilagođava promjenama parametara procesa.



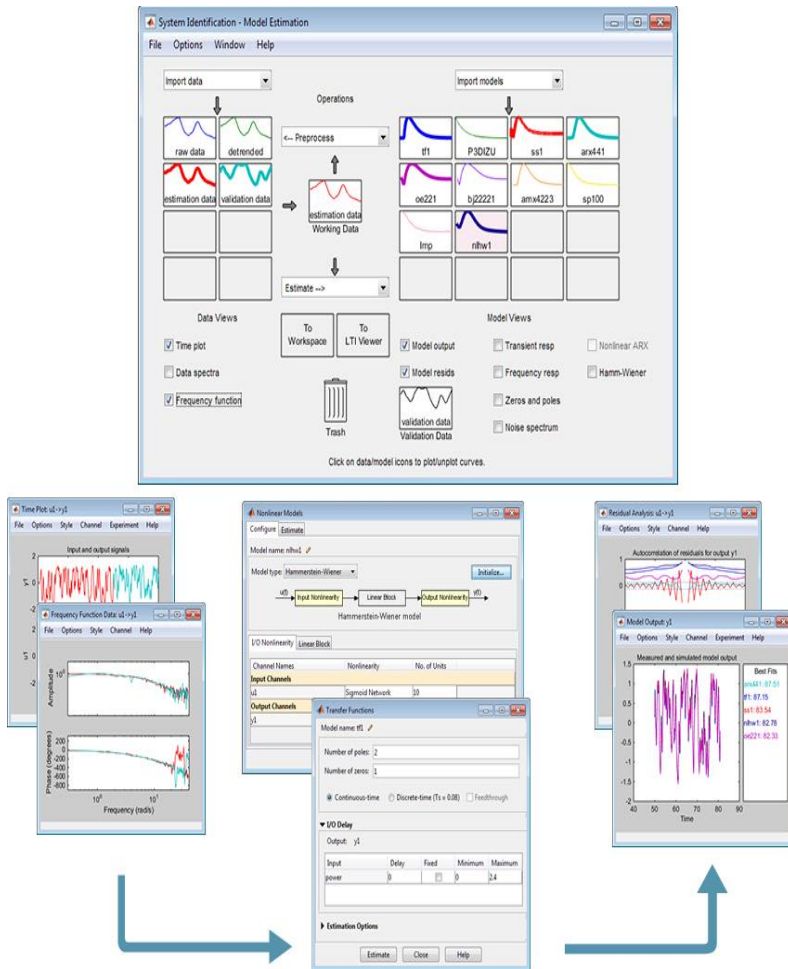
Upravljanje procesima

Tematske cjeline koje se obrađuju u predmetu su:

- Prikaz sustava u prostoru stanja.
- Sinteza regulatora metodom postavljanja polova.
- Osnove matematičkog modeliranja procesa primjenom teorijske analize i snimanjem procesnih veličina.
- Sinteza regulatora metodom krivulje mjesta korijena.
- Predupravljanje.
- Kaskadno upravljanje.
- Upravljanje viševarijabilnim spregnutim procesima.
- Diskretni sustavi upravljanja. Sinteza regulatora u diskretnom području.
- Izvedbeni aspekti PID regulatora. Izvedba digitalnog regulatora u obliku računalnog programa.
- Upravljanje procesima s izraženim mrtvim vremenom. Prediktivni regulatori.
- Sinteza linearnih diskretnih regulatora u prostoru stanja. Estimatori varijabli stanja.
- Osnove identifikacije procesa.
- Osnovne strukture adaptivnih sustava upravljanja.

Modeliranje temeljeno na podacima

- Kolegij se bavi izlučivanjem znanja o procesu sadržanog u raspoloživim mjernim podacima, te načinu kako na temelju ovih informacija izgraditi matematički model sa zahtijevanim svojstvima
- Učenje na mjernim podacima i uvođenje inteligencije u sustave automatskog upravljanja i nadzora



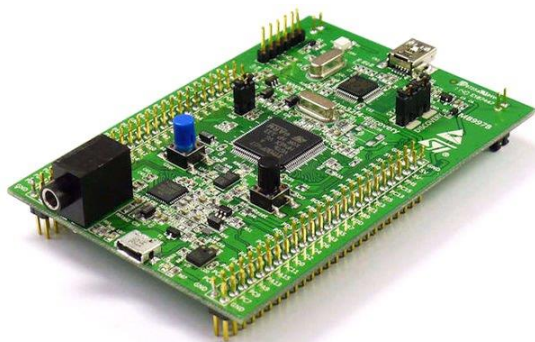
Modeliranje temeljeno na podacima

Tematske cjeline koje se obrađuju na predmetu:

- Mjerni podaci, njihova struktura i informativnost
- Predobradba mjernih podataka i formiranje skupova podataka za izgradnju modela
- Identifikacija procesa
- Estimacija procesnih veličina i soft-senzori
- Odabir ulaznih i izlaznih veličina te strukture modela
- Regresija i metode za procjenu parametara modela
- Metode zasnovane na projekciji ulaznog prostora u latentni (pot)prostor
- Linearne i nelinearne metode preslikavanja u latentni prostor
- Metode multivarijantne statističke analize i umjetne neuronske mreže u modeliranju na podacima
- Metode vrjednovanja izgrađenih modela

Ugradbeni računalni sustavi

- Predavanja (doc.Keser) + AV + LV (doc.Grbić)
- Naglasak na ARM arhitekturu
- Projektni zadatak - izrada vlastitog ugradbenog računalnog sustava



LV vježbe: STM32F407 Discovery (rad su ulazima, izlazima, A/D, D/A, generiranje zvuka, serijska komunikacija, akcelerometar...)

Examples of Embedded Systems



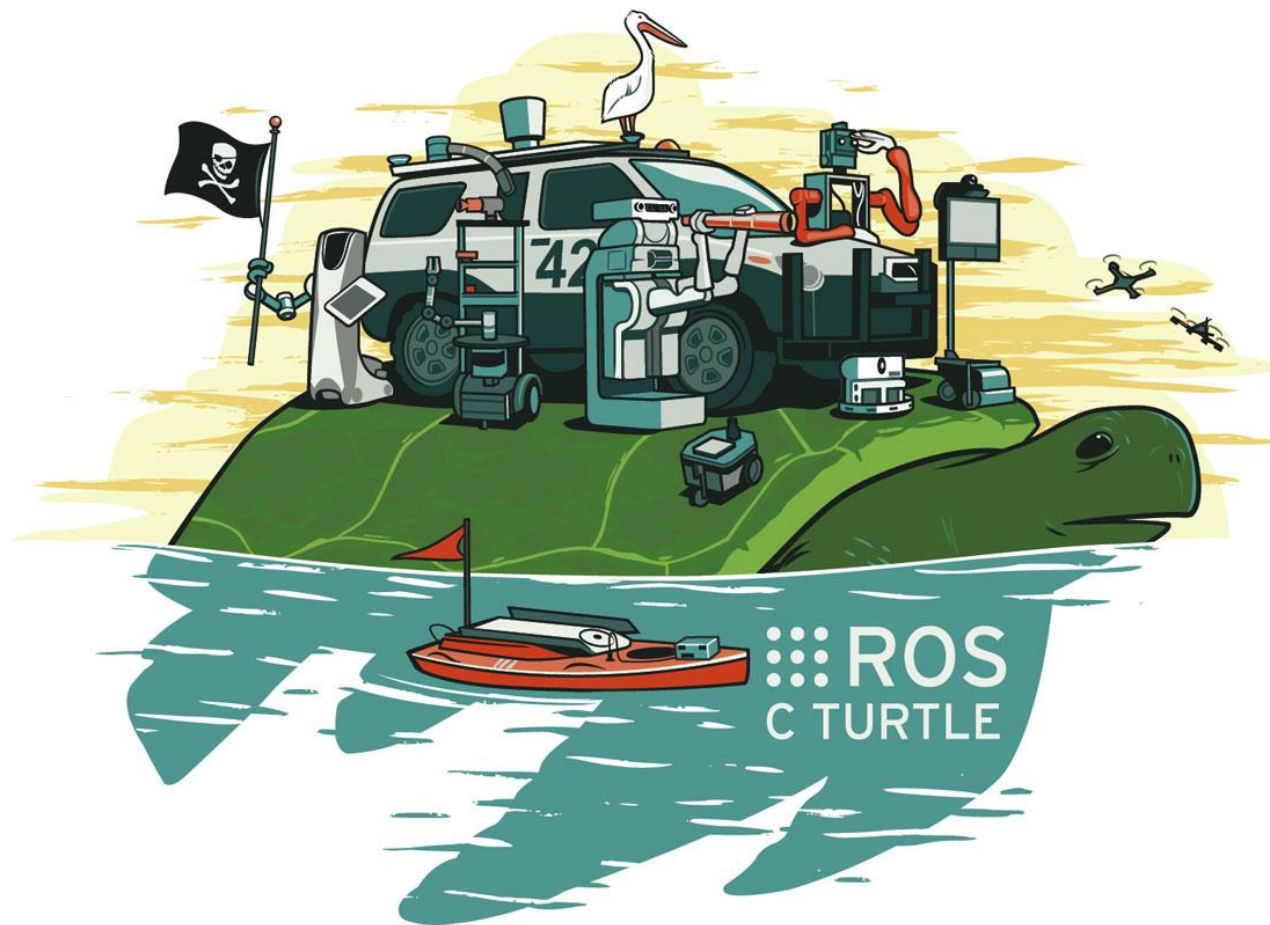
PROGRAMIRANJE ROBOTA

izborni predmet

Programiranje robota?

- Glavni ciljevi predmeta:
 - Upoznati mogućnosti Robotskog operacijskog sustava (ROS).
 - Pokazati na koji način se stvaraju ROS čvorovi i kako mogu komunicirati putem ROS infrastrukture.
 - Pokazati na koji način se dizajniraju, simuliraju i upravljaju mobilni roboti i robotski manipulatori.
 - Pokazati mogućnosti navigacije i stvaranja karata autonomnim mobilnim robotom putem ROS navigacijskog paketa.
- ROS + Linux (Ubuntu) + C++/Python

ŠTO JE TO ROS?



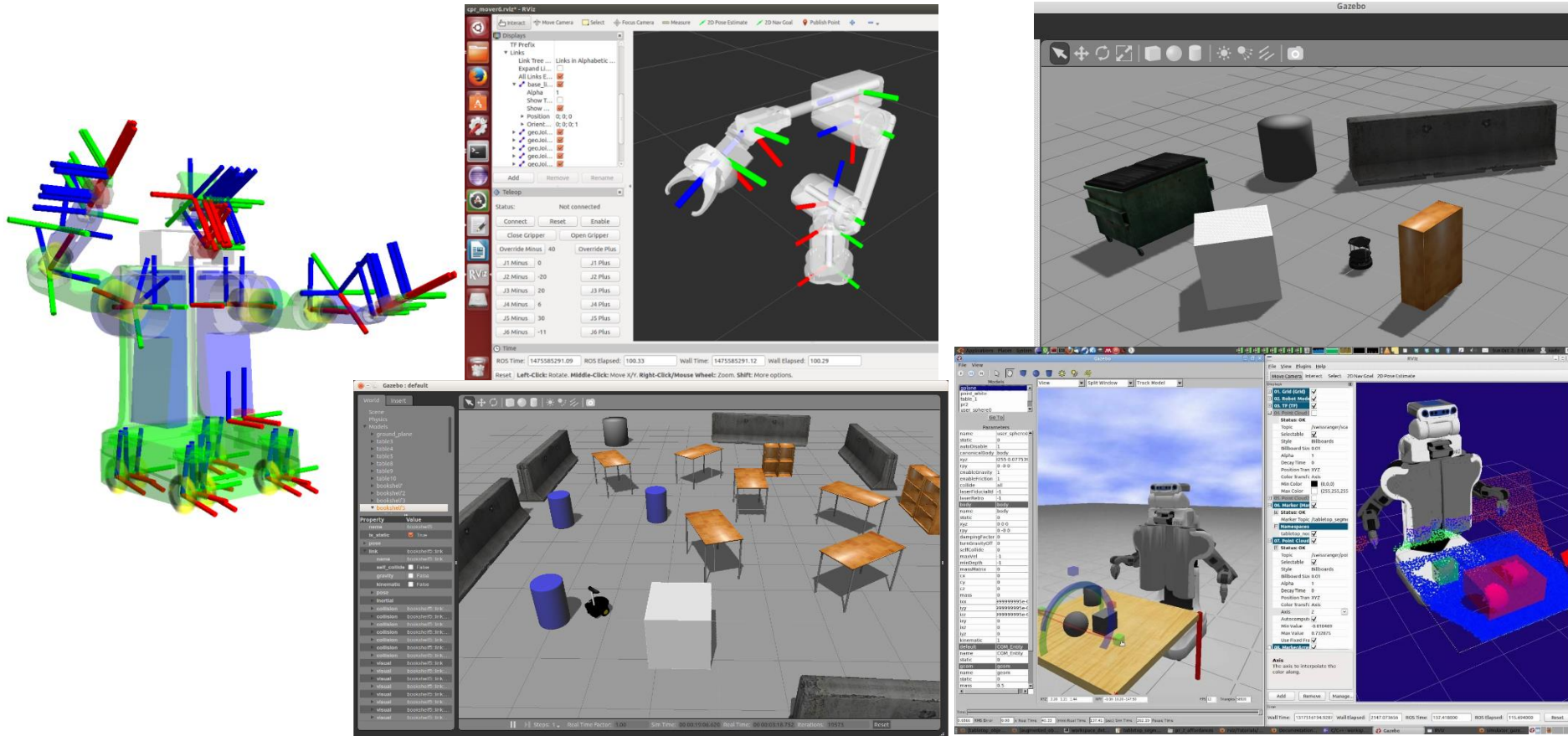
Što je to ROS?

- Robotski Operacijski Sustav
- Meta-operacijski sustav (nije „pravi“ operacijski sustav)
- Razvojni okvir otvorenog koda za programiranje robota
- Backend: upravljanje procesima, komunikacija, driveri
- Alati: simulacija, vizualizacija, GUI, bilježenje podataka i događaja
- Ugrađene mogućnosti: kontrola robota, planiranje, percepcija, mapiranje i manipulacija
- Ekosustav: paketi, distribucije, dokumentacija



Što je to ROS?

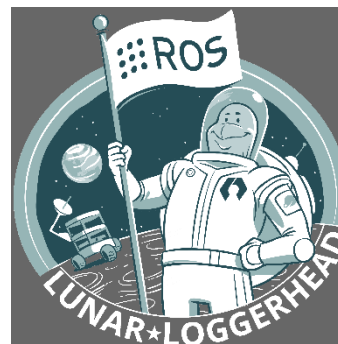
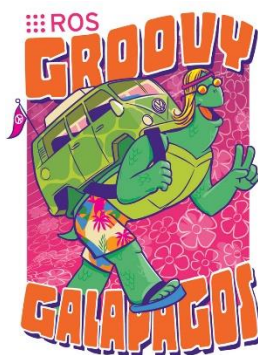
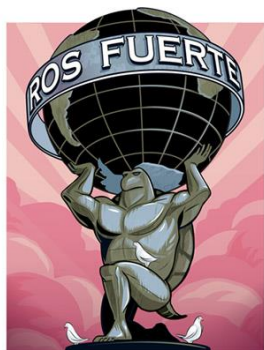
- Danas je de facto standard za programiranje robota s preko 5500 paketa (biblioteka) u repozitoriju, 13 distribucija (verzija) ROS-a.



ROS – distribucije



ROS Box Turtle

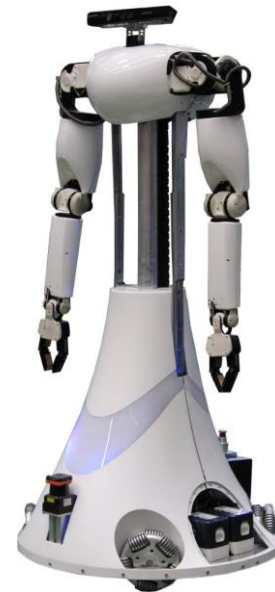


ROS – roboti

Shadow
ROBOT COMPANY



FANUC



ROS – roboti



KINOVA



Robotnik



Roboti na predmetu



Hvala na pažnji !