

# Na raskrižju robotike i umjetne inteligencije

---

**Marija Jelović, mag. ing. el.**

Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za stručne studije

*Disruptivne tehnologije u obrazovanju: podrška studentima u kreativnosti*

01 Disruptivne tehnologije u obrazovanju

02 Robotika u obrazovanju

03 Umjetna inteligencija u robotici

04 Robotska ruka Mitsubishi

05 Pick-and-place zadaci

06 Primjena u nastavi

07 Razvoj kreativnosti studenata

08 Prednosti i izazovi

09 Budućnost robotike u obrazovanju

10 Zaključak

**Disruptivne tehnologije temeljito mijenjaju način rada, učenja i stvaranja vrijednosti u društvu.**

## Transformacija

Zamjenjuju postojeće metode i procese novim, učinkovitijim pristupima koji bitno povećavaju mogućnosti.

## Demokratizacija

Omogućuju pristup znanju i alatima koji su nekad bili dostupni samo eliti ili specijaliziranim institucijama.

## Ubrzanje

Ubrzavaju stjecanje kompetencija – studenti u tjednima usvajaju vještine koje su ranije zahtijevale godine.

## Suradnja

Potiču timski rad između čovjeka i stroja, razvijajući nove oblike kreativne i intelektualne suradnje.

## Robotika

Fizička manipulacija, automatizacija, mehatronika, haptička povratna informacija u učenju

## Umjetna inteligencija

Prilagodljivo učenje, personalizacija, prepoznavanje uzoraka, generativni AI

## Proširena stvarnost

AR/VR simulacije, vizualizacija apstraktnih pojmova

## Internet stvari

Pametna učionica, senzori, podaci u stvarnom vremenu, ugradbeni sustavi

## 3D ispis

Brza izrada prototipova, materijalizacija ideja, STEM projekti

## Oblak i veliki podaci

Suradnički rad, analitika učenja, globalni pristup resursima

# Robotika i AI u obrazovanju

Od teorije do praktičnog inženjerskog iskustva

85%

budućih poslova još ne postoji

4,0 M

novih STEM pozicija do 2030.

+62%

porast robotike u industriji

TOP 3

tražene vještine: AI, roboti, podaci

## Zašto robotika u kurikulumu?

### Praktična primjena teorije

Studenti odmah vide rezultate svojih algoritama u fizičkom prostoru – povratna informacija je neposredna i motivirajuća.

### Međupredmetna integracija

Robotika spaja matematiku, fiziku, programiranje, mehaniku i AI u jedan koherentan projekt.

### Tržišna relevantnost

Industrija traži inženjere koji znaju programirati, integrirati i optimizirati robotske sustave.

### Kultura rješavanja problema

Rad s robotom nema jednostavnih odgovora – potiče iterativno razmišljanje i kreativnost.

**Klasična robotika: preciznost i ponovljivost. AI robotika: prilagodljivost i inteligencija.**

## Klasična robotika

- Unaprijed programirani pokreti
- Isti zadatak, uvijek identično
- Strogo definirano radno okruženje
- Skupo reprogramiranje
- Ne prepoznaje razlike među objektima
- Ne funkcionira u nestrukturiranim situacijama

## AI-potpomognuta robotika

- Učenje iz primjera i iskustva
- Prilagodba promjenama u okruženju
- Prepoznavanje objekata i situacija
- Autonomno planiranje pokreta
- Otpornost na šum i nepredvidive uvjete
- Primjenjiva u nestrukturiranom prostoru

## Računalni vid

Prepoznavanje objekata, segmentacija scene, procjena položaja, 3D rekonstrukcija prostora. Temelji se na CNN arhitekturama.

## Planiranje pokreta

Algoritmi poput RRT, PRM; planiranje putanje uz izbjegavanje prepreka u stvarnom vremenu.

## Strojno učenje

Podržajno učenje za autonomno svladavanje zadataka, nadzirano učenje za klasifikaciju objekata.

## Prirodni jezik (LLM)

Upravljanje robotom glasovnim naredbama; LLM za planiranje zadataka i tumačenje uputa.

## Senzorska fuzija

Integracija LiDAR-a, RGB-D kamera, taktilnih senzora i IMU-a za cjelovitu percepciju okoline.

## Digitalni blizanac

Virtualni model robotskog sustava za simulaciju, testiranje i programiranje bez fizičkog rizika.

# Robotska ruka Mitsubishi i pick-and-place zadaci

Praktični alat za inženjersko obrazovanje



## Mitsubishi MELFA RV/RH serija – ključne karakteristike

<b>Stupnjevi slobode</b>	6-osni, vertikalni artikulirani
<b>Nosivost</b>	2 – 20 kg (ovisno o modelu)
<b>Radius doseg</b>	504 – 1388 mm
<b>Ponovljivost</b>	±0,02 mm (industrijska preciznost)
<b>Kontroler</b>	CR800-D / CR750-D
<b>Programiranje</b>	MELFA BASIC V, R56TB pendant
<b>Komunikacija</b>	Ethernet, RS-232, I/O (CC-Link)
<b>Suradni način rada</b>	Sigurnosna detekcija sudara (cobot opcija)

## Teach Pendant (R56TB)

Fizički upravljač s joystickom za ručno vođenje robota točku po točku. Studenti vizualno programiraju trajektorije i uče o koordinatnim sustavima.

## MELFA BASIC V

Vlastiti programski jezik tvrtke Mitsubishi. Strukturirani jezik nalik BASIC-u s naredbama za pokret (MOV, MVS, DLY), logiku i upravljanje I/O priključcima.

## RT Toolbox3

Računalni softver za izravan rad bez robota, simulaciju i praćenje. Studenti testiraju program u virtualnom okruženju prije fizičke izvedbe.

## Python / ROS2

Suvremena integracija putem Ethernet protokola. Studenti pišu Python skripte koje šalju naredbe robotu – idealno za AI integraciju.

**Pick-and-place = autonomno preuzimanje objekta s jedne pozicije i odlaganje na drugu, uz precizno pozicioniranje.**

## DETECT

Kamera ili senzor identificira objekt i određuje njegovu 3D poziciju

## PLAN

Robot izračunava optimalnu putanju do objekta

## APPROACH

Manipulator se precizno pozicionira iznad objekta

## GRASP

Hvatač se zatvara u optimalnom hvatištu

## MOVE

Objekt se prenosi na ciljnu lokaciju

## PLACE

Precizno odlaganje uz provjeru položaja

**+340%**

učinkovitost

## Uzimanje iz kutije (Bin Picking)

AI prepoznaje nasumično složene objekte u kutiji bez fiksne pozicije. CNN modeli segmentiraju i lociraju svaki komad.

**-80%**

grešaka hvata

## Prilagodljivo hvatanje

Robot odabire optimalno hvatište ovisno o obliku, masi i materijalu objekta. Smanjuje otpad i greške za više od 80%.

**0,1 mm**

preciznost

## Korekcija u stvarnom vremenu

Vizualni servoing – kamera u stvarnom vremenu ispravlja putanju. Kompenzira vibracije i toplinske deformacije.

**10×**

brže učenje

## Prijenosno učenje

Robot uči hvatanje novih objekata iz malog broja primjera (few-shot). Nema potrebe za reprogramiranjem za svaki novi tip.

# Primjena u nastavi i razvoj kreativnosti

Kolegij kao prostor inženjerskog stvaralaštva

*Integrirani pristup: teorija + simulacija + praktični rad s Mitsubishi rukom*

<b>Modul 1</b> (2 tjedna)	<b>Osnove robotike</b> Kinematika, Denavit-Hartenbergovi parametri, prostori zglobova, direktna i inverzna kinematika
<b>Modul 2</b> (3 tjedna)	<b>Programiranje robota</b> Sintaksa MELFA BASIC V, teach pendant, RT Toolbox3, jednostavni pokreti i putanje
<b>Modul 3</b> (3 tjedna)	<b>Senzori i percepcija</b> Integracija RGB-D kamere, kalibracija eye-in-hand, prepoznavanje objekata OpenCV/YOLO
<b>Modul 4</b> (4 tjedna)	<b>AI-potpomognuta robotika</b> Upravljanje Pythonom, demonstracija podržajnog učenja, pick-and-place s računalnim vidom
<b>Modul 5</b> (3 tjedna)	<b>Projektni zadatak</b> Timski projekt: dizajn, implementacija i prezentacija autonomnog robotskog zadatka

**Kreativnost nije urođeni talent – to je vještina koja se razvija kroz strukturirane izazove i slobodu eksperimentiranja.**



## Divergentno mišljenje

Robotski zadatak nema jedno rješenje. Studenti razvijaju sposobnost pronalaženja više alternativnih pristupa.



## Kultura tinkeringa

Sloboda „kvariti i popravljati“ – iterativno poboljšavanje bez straha od greške. Fail fast, learn faster.



## Sinteza znanja iz više područja

Studenti spajaju znanja iz mehanike, programiranja i AI u originalna rješenja. Interdisciplinarnost kao kreativni pokretač.



## Vizualizacija apstraktnoga

Algoritam postaje fizički pokret. Apstraktni matematički koncepti dobivaju vidljiv, opipljiv oblik.



## Osobno autorstvo

Svaki tim dizajnira vlastiti robotski sustav – studenti imaju vlasništvo nad idejom i provedbom.



## Prezentacijska kreativnost

Demo day zahtijeva narativno i vizualno komuniciranje tehničkih rješenja – razvija se sposobnost izlaganja.

## Prednosti

- Visoka motivacija i angažman studenata
- Izravna veza teorije i prakse
- Razvoj traženih kompetencija na tržištu
- Interdisciplinarno učenje
- Priprema za industriju 4.0 i 5.0
- Mjerljivi ishodi učenja
- Jačanje ugleda institucije

## Izazovi

- Visoki početni troškovi opreme
- Potreba za stalnim usavršavanjem nastavnika
- Zahtijeva tehničku podršku i održavanje
- Nejednaka dostupnost (digitalni jaz)
- Sigurnosni protokoli i rizici
- Brzo zastarijevanje tehnologije
- Otpor dijela akademske zajednice

# Budućnost robotike u obrazovanju

Trendovi koji oblikuju sljedeće desetljeće

2025–2027

## Foundation modeli za robotiku

Generički AI modeli (slično ChatGPT-u, ali za robote) koji razumiju prirodni jezik i mogu upravljati različitim robotima bez reprogramiranja.

2026–2030

## Ugrađena AI (Embodied AI)

Roboti koji uče iz interakcije s fizičkim okruženjem i razvijaju razumijevanje prostora, uzročnosti i zdravog razuma.

2025–2030

## Humanoidni roboti

Figure 01, Optimus, Atlas – humanoidni roboti ulaze u industriju i obrazovanje kao svestrani asistenti.

2024–2026

## Digitalni blizanac u nastavi

Svaki student ima virtualni model svog robotskog sustava za testiranje, simulaciju i udaljeni pristup.

1

## Raskrižje kao prilika

Spajanje robotike i AI nije prijetnja – to je najveća obrazovna prilika 21. stoljeća za studente inženjerstva.

2

## Mitsubishi kao platforma

Robotska ruka nije samo uređaj – ona je fizički medij kroz koji studenti uče razmišljati kao inženjeri.

3

## Kreativnost je kompetencija

Robotski projekti razvijaju kreativnost jednako kao i tehničke vještine – upravo to industrija traži.

4

## Obrazovanje mora pratiti razvoj

Sveučilišta koja ne integriraju AI robotiku u kurikulum gubit će relevantnost u industrijskom ekosustavu.

# Hvala na pažnji!

## Pitanja i rasprava

---

**Marija Jelović, mag. ing. el.**

Sveučilište u Splitu

Sveučilišni odjel za stručne studije

*"Robotika i AI nisu zamjena za čovjeka –  
oni su alati kojima čovjek postaje više."  
– MIT Media Lab*