**Naziv:** Percepcija stvarnog svijeta: razumijevanje složenih scena

**Nositelj:** Robert Cupec

**Financiranje:** HRZZ

**Ukupna vrijednost:** 856 600 kn

**Trajanje:** 4 godine

**Voditelj:** Robert Cupec

**Projektni tim:** Petra Đurović, Ivan Vidović, Damir Filko, Ratko Grbić

**Cilj projekta:**

Istraživački ciljevi projekta su razvoj novih kompetitivnih metoda za ostvarivanje sljedećih funkcionalnosti robota:

1. Prepoznavanje klasa objekata na složenim scenama;

2. Identifikacija relevantnih dijelova objekta na složenim scenama;

3. Stvaranje modela klasa artikuliranih objekata na temelju baze 3D modela;

4. Aktivno prepoznavanje artikuliranih objekata na složenim scenama;

5. Definiranje kontaktnih površina za robotsku manipulaciju s klasama objekata od strane ljudskog instruktora;

6. Učenje robota da izvodi različite radnje od strane ljudskog instruktora.

**Motivacija:**

Sposobnost prepoznavanja objekata od interesa u složenim scenama te identificiranja njihovih dijelova relevantnih za rješavanje određenog zadatka predstavlja jednu od osnovnih funkcionalnosti inteligentnih robota namijenjenih radu u stvarnom svijetu. Stoga je ova tema od velikog interesa kako za područje računalnog vida tako i za područje robotike. Interpretacija složenih scena podrazumijeva prepoznavanje objekata u uvjetima kada je više objekata prisutno na snimci, pri čemu je moguće da objekti djelomično zaklanjaju jedni druge, što predstavlja vrlo izazovan zadatak.

Druga tema predloženog projekta je problem prepoznavanja artikuliranih objekata, tj. objekata sastavljenih od više krutih tijela povezanih gibljivim zglobovima, kao što su ormarići s ladicama, ormari s vratima, prozori, sobna vrata, roboti, različiti alati itd., te estimacije njihovih kinematičkih parametara. Takvi su objekti često prisutni kako u industriji tako i u domaćinstvima, uredima te javnim i zdravstvenim ustanovama te mogu biti sastavni dio različitih praktičnih zadataka, za koje se očekuje od robota da ih bude u stanju obaviti.

Treća tema predloženog projekta je učenje robota da obavlja neku radnju kroz demonstraciju od strane čovjeka. Ova je tema važna za široku primjenu robotike, jer rješenja navedenog problema mogu značajno olakšati upotrebu robota i proširiti bazu korisnika.

**Istraživačka pozadina projekta**

Mada je prepoznavanje objekata poznatog, točno definiranog oblika dobro istražen problem za koji su ponuđena mnoga rješenja, neka s vrlo impresivnim rezultatima, prepoznavanje prvi put viđenih pripadnika određene prethodno naučene klase objekata na složenim scenama još je uvijek izazovan problem.

Većina predloženih rješenja vezanih za prepoznavanje artikuliranih objekata je usmjerena na estimaciju kinematičkih parametara artikuliranih objekata koji predstavljaju dominantni objekt na sceni jasno odvojiv od pozadine, za razliku od složenih scena, koje će se razmatrati u predloženom projektu. Nadalje, mnoge postojeće metode podrazumijevaju raspoloživost točnog modela ciljnog objekta, dok će se u predloženom projektu istraživati prepoznavanje artikuliranih objekata viđenih od strane robota po prvi put na temelju prethodno naučene klase objekata, pri čemu će se učenje provoditi pomoću odgovarajuće baze 3D modela. Istraživat će se mogućnost prenošenja naučenog znanja o mogućnostima promjene konfiguracije artikuliranih objekata na druge pripadnike iste klase objekata.

Programiranje robota na način da se ručnim upravljanjem od strane operatera dovede u određene pozicije, koje robot zapamti i kasnije sam ponavlja, je jedan od uobičajenih načina koji se primjenjuju u praksi.U slučaju uslužnog robota, namijenjenog radu u složenim i nestrukturiranim okolinama, ručno izvođenje i pamćenje svih mogućih pokreta koje robot treba primijeniti u svim očekivanim situacijama jednostavno nije izvedivo. Zato je potrebno razviti metode koje omogućuju prilagodbu naučene radnje različitim situacijama.

**Opis projekta**

Uobičajena metodologija koja se danas koristi za detekciju i klasifikaciju objekata te za segmentaciju objekata na dijelove su umjetne neuronske mreže. Nadalje, metodologija zasnovana na poliedarskim modelima klasa oblika (PMKO), razvijena u okviru prethodnog projekta implementiranog od strane voditelja predloženog projekta i njegovog istraživačkog tima, ima određena svojstva, koja ju čine prikladnom za rješavanje razmatranih problema. U predloženom projektu će se istraživati primjena neuronskih mreža i PMKO a za rješavanje problema na području tri glavne teme predloženog projekta, opisane u uvodnom dijelu ovog proširenog sažetka. Istraživat će se pristup koji se sastoji od prepoznavanja objekata primjenom neuronskih mreža te određivanja parametara objekta pomoću PMKOa. Koristit će se svojstvo PMKOa da se može trenirati na bazi 3D modela za prepoznavanje objekata djelomično vidljivih na RGB-D slikama, tako da će se za učenje sustava koristiti neke od mnogih javno dostupnih baza 3D modela.

Za modeliranje artikuliranih objekata koristit će se svojstva PMKOa da se kinematički model određen za jednog ili nekolicinu pripadnika neke klase artikuliranih objekata prenese na druge pripadnike te klase. Također će se istraživati i strategije aktivnog vida, koje omogućuju povećanje uspješnosti prepoznavanja objekata odabirom povoljnog kuta snimanja. Nakon što je objekt, za kojeg postoje indikacije da se radi o artikuliranom objektu zadane klase, detektiran na sceni, provjera te hipoteze te estimacija njegovih kinematičkih parametara će se izvoditi pomoću robota, koji će odgovarajućom akcijom promijeniti konfiguraciju ciljnog objekta. Za estimaciju kinematičkih parametara artikuliranih objekata razmatrat će se neka od postojećih metoda.

Kombiniranjem metode za detekciju objekta od interesa na složenim scenama, razvijene tokom prve polovine projekta, s nekim od raspoloživih softvera za prepoznavanje položaja ljudskog tijela, stvorit će se sustav koji omogućava čovjeku da izabere neki objekt na složenoj sceni i naredi robotu da izvede određeni zadatak s tim objektom. Razvijeni pristup treba omogućiti prijenos te akcije na druge objekte iste klase. U tu svrhu, istraživat će se pristup koji složenu scenu od nekoliko objekata modelira kao artikulirani objekt. Na taj način, definirat će se klase situacija istovjetno kako se modeliraju klase objekata te će se modelirati jednostavne akcije kao preslikavanja početne situacije u konačnu situaciju. Ove jednostavne akcije demonstrirane od strane ljudskog instruktora u određenoj situaciji, poopćit će se na sve situacije iste klase. Konačno, razvijat će se pristup koji niz jednostavnih akcija povezuje u složenu akciju. Razvijena metodologija će se eksperimentalno ispitati pomoću stvarnog robota.

**Očekivani rezultati projekta**

Očekivani rezultati istraživanja su:

1. Nove metoda za realizaciju funkcionalnosti navedenih kao ciljevi projekta u obliku računalnog programa;

2. Znanstveni radovi u kojima će biti opisane razvijene metode i postignuti rezultati te koji će biti objavljeni u najmanje dva članka prezentirana na značajnim međunarodnim znansvenim skupovima i najmanje tri članka objavljena u međunarodnim znanstvenim časopisima kategorije Q1 ili Q2;

3. Robotska platforma i pripadni softver koji predstavljaju polazište za daljnja istraživanja na području inteligentne robotske manipulacije.