

PROJEKTNI ZADATAK
za školsku 2023./2024. godinu iz predmeta

INDUSTRIJSKA ROBOTIKA

verzija 0.9a (preliminarna)
3.9.2024.

Opšti deo

Zadatak opisan u ovom dokumentu odnosi se na sve studente koji su slušali predmet u školskoj 2023./2024. godini. Na zadatku se radi u timovima sa dva člana. U posebnom slučaju, uz pristanak profesora, tim može imati i trećeg člana ili se može raditi i samostalno. Početak rada na projektu, kao i sastav tima, potrebno je prijaviti predmetnom nastavniku pre početka rada na projektu. Zadatak je u osnovi isti za sve, razlike u nekim detaljima postoje, a one će biti posebno istaknute u ovom dokumentu. Tačni detalji se saopštavaju svakom timu nakon prijavljivanja ekipe.

Vreme rada na projektu nije posebno ograničeno osim što prijavljeni projekat treba završiti do objavljivanja sledećeg zadatka naredne školske godine. Ukoliko se ne završi do tada, podrazumeva se da važi novi zadatak čak i ako je student predmet slušao u ranijoj školskoj godini.

Rešenje projekta podrazumeva kompletno izrađen softver i prateće fajlove potrebne za demonstraciju u softverskom okruženju Webots uz podršku sistema ROS2. Funkcionalnost rešenja obavezno je prikazati u simulatoru Webots okruženja. Rešenje i demonstracija treba da budu praćeni pisanom dokumentacijom koja razmatra i objašnjava sve aspekte rešenja. Rad na projektu završava se odbranom pred komisijom odobrenom od strane predmetnog nastavnika. U odbrani učestvuju svi članovi tima i od njih se očekuje da potvrde poznavanje svih detalja projekta. Nakon odbrane svi članovi tima dobijaju konačnu ocenu projekta koja ne mora biti ista za sve članove.

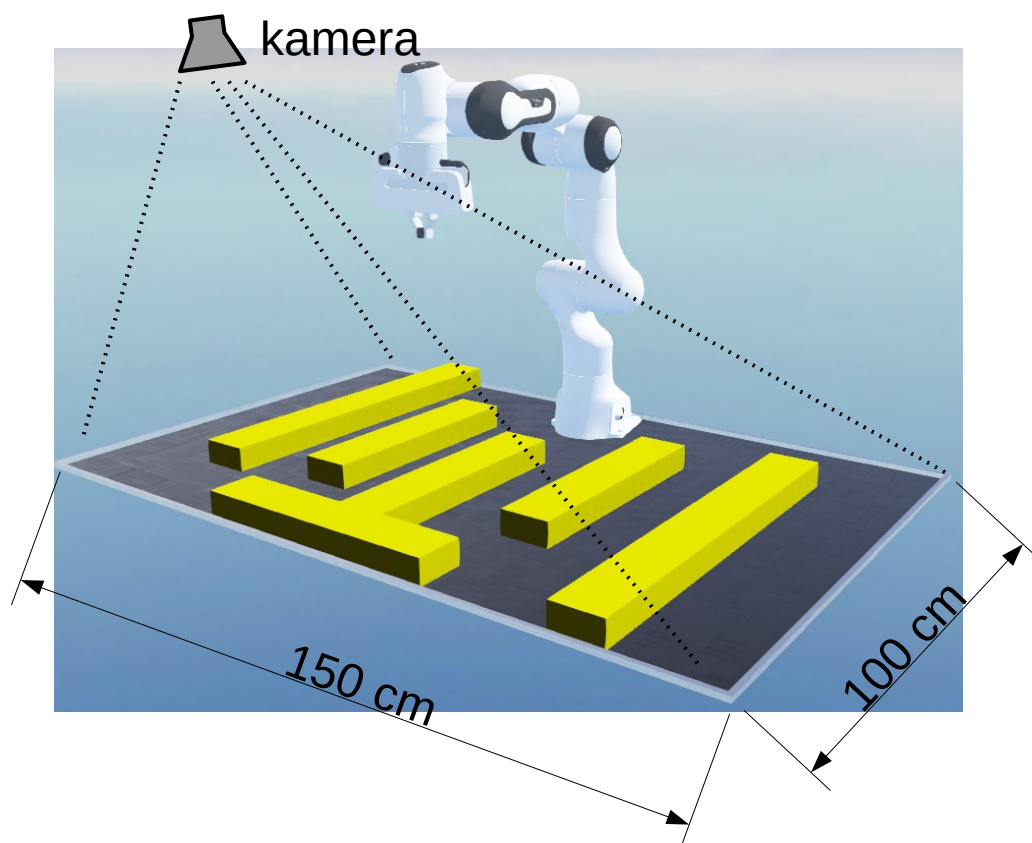
Jedan od elemenata koji se izučavaju u predmetu Industrijska robotika jesu autonomni roboti i problemi koji prate njihovo kretanje i snalaženje u prostoru. Okruženje Webots omogućava simulaciju kako industrijskih robota, tako i autonomnih robota, a projektni zadatak je motivisan upravo time.

Opis prostora

Data je čvrsta ravna površina dimenzija 150 cm x 100 cm. Oko površine se ne nalazi nikakva ograda, a boja podloge se može birati po želji, ali je poželjno izabrati što je moguće tamniju boju da ne bi otežavala vizuelnu detekciju objekata koji se na površini nalaze. Celokupna struktura u daljem tekstu će biti nazivana **stolom**, a približna vizuelna predstava data je na slici 1.

Na stolu se nalazi i određeni skup prepreka žute boje koje čine lavirint. Na slici 1, prikazan je i jedan primer ovakvih prepreka. Visina prepreka iznosi 5 cm. Njihov raspored nije unapred poznat,

sistem treba programirati tako da je u stanju da se snađe sa proizvoljnim rasporedom prepreka. Prepreke ne smeju biti postavljene na način da onemogućavaju izvršenje zadatka blokiranjem pristupa ključnim površinama na stolu. Sa druge strane, njihova uloga jeste da spreče direktan pristup delovima stola, svi učesnici u dešavanjima su prinuđeni da obilaze oko ovih prepreka.



Slika 1 – Vizuelni prikaz stola sa preprekama i robotskog manipulatora

Manipulacioni robot

U centru pažnje se nalazi manipulacioni robot **Franka Emika Panda** sa odgovarajućom paralelnom hvataljkom. Modifikacije na robotu su dozvoljene na hvataljci da bi se omogućilo rešavanje zadatka.

Robot je pričvršćen uz jednu ivicu stola i zauzima minimalnu neophodnu površinu koja nije na raspolaganju za izvođenje zadatka.

Kamera

Na fiksnoj poziciji na određenoj visini iznad stola postavljena je kamera. Tačna pozicija se može prilagoditi izabranom rešenju, ali jednom postavljena kamera ostaje na istom mestu tokom obavljanja zadatka na stolu. Kamera ima zadatak da neprestano snima celokupnu površinu stola i snimak stavi na raspolaganje ostatku sistema radi utvrđivanja položaja svih objekata u svom vidnom polju.

Pokretni objekat

Na stolu se nalazi i jedan pokretni objekat oblika kocke stranica dužine 5 cm i mase 250 g čija se **boja određuje za svaki tim posebno** prilikom prijavljivanja za izradu projekta. Ovaj objekat robot može sa lakoćom da podigne i premešta po stolu. Početni položaj ovog objekta na stolu nije unapred poznat i zadaje se pre starta robota. Zadatak projekta je pronalaženje ovog objekta na stolu pomoću kamere i njegovo pomeranje pomoću robota u skladu sa zadatkom.

Startna i ciljna zona

Na površini stola (na slobodnoj površini koja nije prekrivena preprekama) postoje posebno obeležene startna i ciljna zona. Obe zauzimaju površinu od 8 cm x 8 cm. Startna zona je obeležena crvenom bojom, a ciljna zelenom. Položaj obe zone se zadaje pre svakog starta (zajedno sa preprekama, tj. lavirintom).

Zadatak projekta

Napisati odgovarajući softver za robotski manipulator (poštujući sva ograničenja iz narednog odeljka) tako da on obavi sledeći zadatak:

- krenuvši iz svog neaktivnog (home) položaja, robot treba da pronađe (pomoću kamere) i hvataljkom pokupi pokretni objekat i premesti ga u centar startne pozicije.
- Nakon pauze od 5 s treba ponovo da pokupi pokretni objekat i podigne ga oko 2 cm iznad površine stola (u odnosu na donju površinu objekta) i da ga na približno istoj visini od 2 cm iznad površine stola pomera između prepreka (kroz lavirint) i što je moguće kraćim putem dovede do centra ciljne površine.
- Nakon dovođenja do ciljne površine, pokretni objekat se spušta u centar ciljne površine, a robot se povlači u svoj neaktivni položaj.

Vreme obavljanja opisanih operacija nije ograničeno, ali je poželjno da bude što kraće.

Funkcionalnost sistema se demonstrira na odbrani. Komisija zadaje položaj pokretnog objekta, startnu i ciljnu poziciju, kao i raspored prepreka na stolu u vidu fajla koji se može jednom operacijom importovati u Webots okruženje.

Dodatni zahtevi vezani za softver

- Rešenje zadatka treba predstaviti kao simulaciju koja se odvija pod okruženjem Webots
- Sto, prepreke, pokretni objekat, kamera i robotski manipulator treba da budu predstavljeni kao objekti unutar okruženja Webots
- Sistem za obradu slike treba da bude izveden pod ROS2 okruženjem, koristeći pritom funkcionalnost OpenCV platforme za obradu slike.

- Sistem za upravljanje robotskim manipulatorom treba da bude implementiran pod ROS2 okruženjem koristeći biblioteku MoveIt (2).
- Programski jezik u kom se softver piše, kako neposredno u Webots okruženju, tako i u ROS2 okruženju, može biti C/C++, Python ili odgovarajuća kombinacija ovih jezika.