

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

**RAČUNALNA GRAFIKA
PROJEKT
INVERZNA KINEMATIKA**

Filip Bronić

OPIS

U ovom projektu ostvaren je kinematski lanac u 3D prostoru sa segmentima koji imaju 3 stupnja slobode (rotacije oko x, y, z lokalnih osi segmenta). Moguće je definirati proizvoljan broj segmenata sa različitim parametrima (za velik broj segmenata postupak pronalaženja optimalnih kuteva segmenata može potrajati). Segmenti se inicijaliziraju iz konfiguracijske datoteke gdje se svakom segmentu definira:

- početna orijentacija relativno prethodnom segmentu ili u slučaju baznog segmenta relativno world space-u
- donja granica za rotacije oko x, y, z lokalnih osi segmenta
- gornja granica za rotacije oko x, y, z lokalnih osi segmenta
- duljina segmenta

U slučaju da se segmentu želi „zaključati“ rotacija oko određene osi, za tu os treba postaviti donju i gornju granicu kuta na 0.

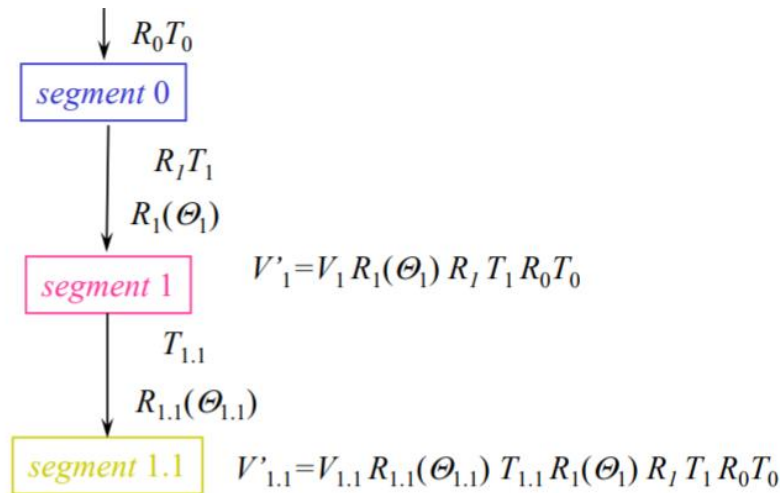
Pokretanjem programa lancu se mogu zadavati 3D točke koje treba dohvatiti sa end effector-om. U slučaju da to nije moguće (zbog udaljenosti ili ograničenja zadanih pri definiranju lanca) pokušati će dohvatiti što bliže moguće.

UPUTE ZA KORIŠTENJE

Program se pokreće iz komandne linije sa Main klasom Drawing. Pri pokretanju Main klase Drawing moraju se dati dva argumenta komandne linije: FPS i putanja do konfiguracijske datoteke. Pri uspješnom pokretanju na novostvorenom prozoru prikazati će se početno stanje manipulatora. U prozoru u kojem je pokrenut program (komandna linija) korisnik može upisivati 3D točke do koje će zatim manipulator pokušati dosegnuti, u slučaju da to nije moguće zbog udaljenosti ili ograničenja kuteva, manipulator će pokušati dosegnuti što bliže željenoj točki

DETALJI IMPLEMENTACIJE

Za nizanje transformacija svakog segmenta korišten je hijerarhijski model.



Slika 1. Primjer nizanja transformacija u hijerarhijskom modelu

Za pronalazak optimalnih kuteva korišten je Postupak transformacije u problem bez ograničenja na mješoviti način koji koristi Hooke-Jeeves algoritam, tj. iterativno tražimo minimum funkcije:

$$U(X, t) = D(X, E) - \frac{1}{t} \sum_i \ln(g_i(X))$$

gdje je $D(X, E)$ euklidska između trenutne točke do koje manipulator doseže i tražene ciljne točke. X je vektor koji sadrži kuteve za rotacije oko lokalnih osi svih segmenata (tražimo X za koji se ostvaruje minimum). $g(X)$ je funkcija koja predstavlja gornja i donja ograničenja za kuteve segmenata. Kada ograničenje nije zadovoljeno cijela funkcija koju treba minimizirati poprima vrijednost beskonačno. Početna vrijednost t je 1 i u svakoj iteraciji se povećava 10 puta (smanjujemo utjecaj ograničenja na glavnu funkciju). U svakoj iteraciji koristi se Hooke-Jeeves algoritam za nalaženje trenutnog minimuma koristeći kao početnu točku minimum nađen u prethodnoj iteraciji osim ako nije prva iteracija gdje se koriste trenutni kutevi segmenata. Algoritam se zaustavlja kada se u dvije uzastopne iteracije dobiju dva dovoljno slična minimuma i algoritam vraća trenutni minimum.

MOGUĆA POBOLJŠANJA

U slučaju kada je definirano previše segmenata algoritmu može trebati dosta vremena da pronađe optimalne kuteve (dodavanjem novog segmenta dimenzija varijable X raste za 3 što značajno povećava prostor pretraživanja). Za ubrzavanje algoritma potrebno je dodatno prilagoditi algoritam domeni inverzne kinematike. Potencijalna poboljšanja bi mogla biti:

- inicijalizirati elemente vektora početnih pomaka Hooke-Jeeves algoritma proporcionalno odgovarajućem rasponu stupnjeva dopuštenom za taj kut
- toleranciju na greške povećavati proporcionalno broju segmenata