



UNIVERSITÀ DI TRENTO

Dipartimento di Ingegneria e Scienza dell'Informazione

Corso di Laurea in
Ingegneria Informatica, delle Comunicazioni ed Elettronica

ELABORATO FINALE

PROLOG PLANNER

Task planner logico per la manipolazioni di blocchi tramite un UR5

Supervisore
Prof. Luigi Palopoli

Laureando
Davide De Martini

Anno accademico 2022/2023

Ringraziamenti

A tutti

Indice

Sommario	2
1 Introduzione	2
1.1 Definizione del problema	3
1.2 Obiettivi desiderati	3
1.3 Struttura della tesi	3
2 Stato dell'arte	4
3 Descrizione dell'architettura ROS	4
4 Descrizione del caso di studio	4
5 Conclusione	4
Bibliografia	4

Sommario

Sommario è un breve riassunto del lavoro svolto dove si descrive l'obiettivo, l'oggetto della tesi, le metodologie e le tecniche usate, i dati elaborati e la spiegazione delle conclusioni alle quali siete arrivati.

Il sommario dell'elaborato consiste al massimo di 3 pagine e deve contenere le seguenti informazioni:

- contesto e motivazioni
- breve riassunto del problema affrontato
- tecniche utilizzate e/o sviluppate
- risultati raggiunti, sottolineando il contributo personale del laureando/a

1 Introduzione

In questo primo capitolo viene introdotto il caso di studio, partendo dalla definizione del problema, definendo poi gli obiettivi desiderati e concludendo con una spiegazione della struttura della tesi.

Per la mia tesi triennale mi sono voluto concentrare sul campo dell'intelligenza artificiale e la robotica. Il caso di studio identificato dal prof. Luigi Palopoli è l'utilizzo di Prolog, un linguaggio logico e dichiarativo, per l'implementazione di un task planner ad alto livello. Questo deve essere in grado di coordinare un manipolatore robotico, nel nostro caso un UR5 della Universal Robots, per l'operazione di manipolazione di blocchi. Il planner tramite delle primitive come *ruota* e *muovi* deve essere in grado di pilotare il nostro braccio robotico per la creazione di un pilastro. Il planner è stato concepito ad alto livello per permettere la compatibilità con più tipologie di robot e la flessibilità delle applicazioni. Nel caso studiato si utilizzerà il planner per la creazione appunto di un pilastro ma questa astrazione ad "alto livello" permette di essere usato per più compiti: ad esempio per la creazione di una costruzione come una casa o qualsiasi cosa che si può creare con dei blocchi di Lego. Queste primitive verranno inviate al nodo controllore del movimento che, tramite algoritmi di cinematica e interpolazione dei punti, troverà le configurazioni dei giunti adatte al movimento richiesto. Successivamente si è voluto implementare il tutto in un ambiente simulato, così da avere un riscontro anche visivo del lavoro svolto e capire le possibili applicazioni in un contesto reale. La simulazione è stata svolta con ROS e Gazebo, due strumenti open source ampiamente utilizzati nel mondo della robotica.

La scelta di questo caso di studio è nata principalmente dal mio interesse verso la robotica e le applicazioni di intelligenza artificiale. Il caso studiato è stato un approccio nuovo che non avevo mai considerato e fin da subito mi è interessato. Inoltre ci sono molti modi di espandere questo lavoro, due tra questi sono la temporalizzazione degli eventi per poi ottimizzare il tempo di esecuzione (*makespan*) finale e l'utilizzo del machine learning per istanziare i fatti iniziali. Sapere che questo lavoro possa essere portato avanti e migliorato è sicuramente un altro motivo principale della scelta di questo caso di studio. Mi sono quindi rivolto al prof. Palopoli e lui mi ha proposto di sviluppare questo progetto. La scelta di utilizzare Prolog è nata dal fatto che è un ottimo strumento per modellare la conoscenza in un agente. Esso permette di creare delle "basi di conoscenza", contenenti sia fatti che regole, su cui successivamente fare inferenza. Inoltre l'esecuzione di un programma prolog è comparabile alla dimostrazione di un teorema mediante la regola di inferenza della soluzione. Tutte queste premesse, e l'ampio utilizzo di prolog nel mondo dell'intelligenza artificiale, ci hanno incuriosito e portato allo sviluppo del progetto.

1.1 Definizione del problema

Il caso di studio presentato non è nuovo nel mondo dell'intelligenza artificiale. L'utilizzo di linguaggi logici per applicazioni di planning è, ed era, uno degli approcci preferiti dalla comunità per risolvere problemi in questo dominio. Esempi di ciò sono: (inserire esempi di utilizzo di prolog (poi verranno approfonditi nel capitolo seguente)). Inizialmente la sfida è stata di prendere domestichezza con il linguaggio di programmazione. Era un paradigma che non avevo mai utilizzato e, abituato ai linguaggi imperativi come python, java, ho provato a usare lo stesso approccio che usavo con loro in Prolog, fallendo. Presa domestichezza la sfida diventò quella di definire un modo efficace per rappresentare l'ambiente studiato. Dovevo riuscire a trovare un astrazione della realtà tale che, utilizzando una stringa, riuscisse a rappresentare tutte le informazioni che mi servivano sulle proprietà attuali del blocco di lego. Successivamente questa si è trasformata nel riuscire a identificare le azioni base che il nostro planner doveva inviare al robot. Tutto ciò doveva essere svolto riuscendo a mantenere consistenza tra il mondo modellato e la base di conoscenza.

1.2 Obiettivi desiderati

In sede di sviluppo del progetto abbiamo voluto specializzare il planner nella costruzione di pilastri di altezza scelta dall'utente. Questi sono composti dai *megablocks*, dei blocchi di lego di dimensione maggiore, per facilitare la presa al nostro manipolatore. Questi saranno poi dei fatti *ground* all'interno della nostra base di conoscenza. Il predicato dovrà restituire tutte le possibili soluzioni che soddisfano il nostro problema. Successivamente una serie di azioni sarà calcolata per la costruzione del pilastro e queste verranno inviate al robot. Esso è un UR5 del produttore Universal Robots, un manipolatore a 6 gradi di libertà. Alla sua estremità è presente un gripper a due dita che permette la presa dei blocchi. Tramite il piano generato, il robot dovrà costruire il pilastro richiesto con i blocchi messi a disposizione. Riceverà quindi una serie di azioni ad alto livello e convertirà queste in movimenti veri e propri del braccio tramite il nodo di motion planning.

1.3 Struttura della tesi

Questa tesi inizierà presentando lo stato dell'arte delle applicazioni in Prolog, sia l'uso come puro linguaggio logico che nei contesti di intelligenza artificiale e robotica. Vedremo l'evoluzione del linguaggio negli anni e la sua applicazione in ambiti sia di ricerca che di industria. Successivamente andrò a spiegare cosa è ROS e gli strumenti che ho utilizzato per simulare il robot. In questa sezione mi concentrerò sullo spiegare l'architettura e i nodi creati per il progetto, soffermandomi anche su concetti di cinematica e di motion planning. In seguito ci sarà un capitolo dedicato più dettagliatamente al caso di studio in cui il programma Prolog sarà spiegato più dettagliatamente e infine un capitolo dedicato alle conclusioni e ai lavori futuri.

Iniziamo ora introducendo appunto lo stato dell'arte di prolog e le pubblicazioni più notabili, andando a dare un approfondimento anche al mondo dell'industria.

2 Stato dell'arte

3 Descrizione dell'architettura ROS

4 Descrizione del caso di studio

5 Conclusione