

Inbetriebnahme des OpenMANIPULATOR-X und Handlungsplanung mit Partial Order Planning Forward

Fabian Claus

Bachelorarbeit • Studiengang Informatik • Fachbereich Informatik und Medien • 24.02.2022

Aufgabenstellung

Ziel der Arbeit ist es die Inbetriebnahme des Greifarms OpenMANIPULATOR-X und dessen Funktionen sowie Möglichkeiten der Steuerung zu beschreiben. Die Steuerung über Handlungsplanung soll ermöglicht werden. Es soll ein ROS2-Package entstehen, das den Einstieg in die Nutzung des Greifarms vereinfacht.

Vorbereitung

Die Inbetriebnahme umfasst den Zusammenbau des Greifarms sowie die Installation und Einrichtung aller nötiger Software. Für die Handlungsplanung wird das Framework PlanSys2 eingebunden. Dies wird in mehreren Szenarien getestet um die Möglichkeiten und Grenzen zu zeigen.

OpenMANIPULATOR-X

Der OpenMANIPULATOR-X ist ein Greifarm der Firma ROBOTIS, der mit dem Robot Operating System 2 (ROS2) betrieben wird. Für diese Arbeit wird er auf einer stationären Basisplatte montiert. Alternativ besteht die Möglichkeit ihn auf dem mobilen Roboter TurtleBot3 WafflePi zu montieren.

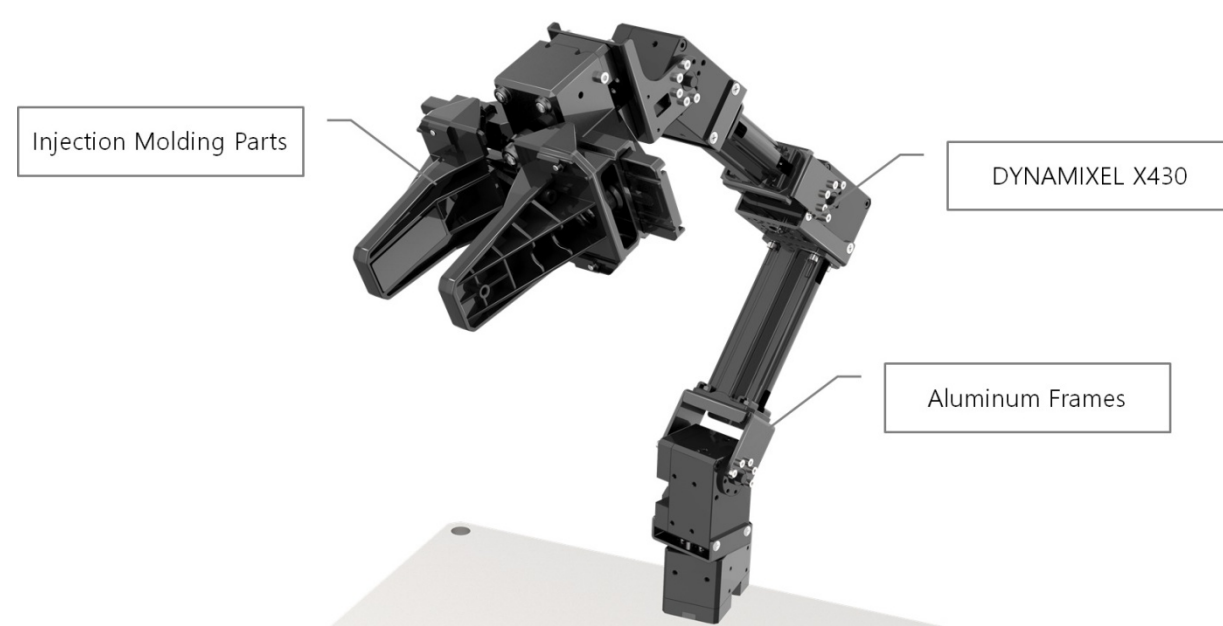


Abb. 1: OpenMANIPULATOR-X [1]

Der Greifarm ist mit 5 Servomotoren ausgestattet und kann eine Last bis 500g tragen. Bewegungen können mit einer Wiederholbarkeit von < 0.2mm ausgeführt werden.

ROS2

ROS2 ist eine OpenSource-Sammlung von Bibliotheken und Werkzeugen um Robotik-Applikationen zu erstellen. Diese Applikationen bestehen aus einer oder mehreren Nodes, die jeweils spezifische Aufgaben haben und über Methoden wie Topics oder Services miteinander kommunizieren können.

Handlungsplanung

Zur Steuerung durch Handlungsplanung werden eine Domäne und Planungsprobleme im PDDL-Format erstellt. Diese beschreiben die relevanten Eigenschaften der Planungswelt und Planungsziele. Relevante Eigenschaften umfassen Objekte in der Welt mit denen interagiert werden soll sowie mögliche Aktionen, die der Greifarm ausführen kann (z.B. Bewegung,

Greifer öffnen, Greifer schließen). Für die Aktionen werden zusätzlich Bedingungen und Effekte beschrieben. Als Planer, der in PlanSys2 eingebunden wird, wird Partial Order Planning Forward (POPF) genutzt.

Testszenario

Zum Testen der Planung wurde eine Welt bestehend aus LEGO-Würfeln, die auf mehreren Positionen aufeinander gestapelt werden können, erstellt. Zur Ausführung der Planung wird der Startzustand (die aktuelle Position aller Würfel) sowie ein Zielzustand angegeben. Der Zielzustand kann dabei beliebig präzise angegeben werden. D.h. es kann eine Zielposition für alle oder nur für einzelne Würfel definiert werden. Ein spezifischer Testfall ist der Umgang von POPF mit der Sussman Anomalie.

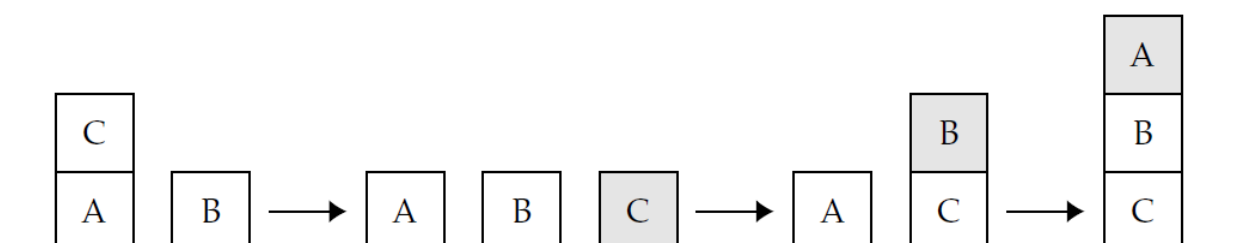


Abb. 2: Visualisierte Lösung für die Sussman Anomalie durch POPF

Ergebnisse

Die nötigen Schritte zur Inbetriebnahme des Greifarms sind bis auf wenige kleine Details gut dokumentiert. Die Steuerung des Greifarms ist präzise möglich. Die LEGO-Würfel können passgenau aufeinander gestapelt werden. Die Würfel dürfen allerdings nicht zu leicht sein, da sie sonst beim Öffnen des Greifers an diesem kleben bleiben können. Dies beeinflusst die Position der Würfel auf unvorhersehbare Weise und verhindert ein zuverlässiges Stapeln der Würfel. Durch die eingeschränkte Unterstützung des PDDL-Formats durch POPF und den damit verbundenen Anpassungen an Domäne und Problemen steigt die Komplexität der Planungsberechnungen schnell an. Der Planer ist in der Lage die Sussman Anomalie ohne unnötige Schritte zu lösen.

Fazit

In dieser Arbeit wurde gezeigt, dass der Einstieg in die Nutzung des OpenMANIPULATOR-X ohne Vorkenntnisse schnell erfolgen kann. Die Steuerung des Greifarms mit Handlungsplanung ist ohne Probleme möglich. Bedingt durch die Bauart des Greifarms und des gewählten Planungsalgorithmus führt eine Erhöhung der Objekte mit denen interagiert werden kann schnell zu einer Komplexität, die die Laufzeit der Planung stark erhöht.

Quellen

[1] M. Rose. *OpenManipulator Introduction*. https://github.com/ROBOTISGIT/emanual/blob/master/assets/images/platform/openmanipulator_x/OpenManipulator_Introduction.jpg. Lizenziert unter MIT-Lizenz <https://opensource.org/licenses/MIT>