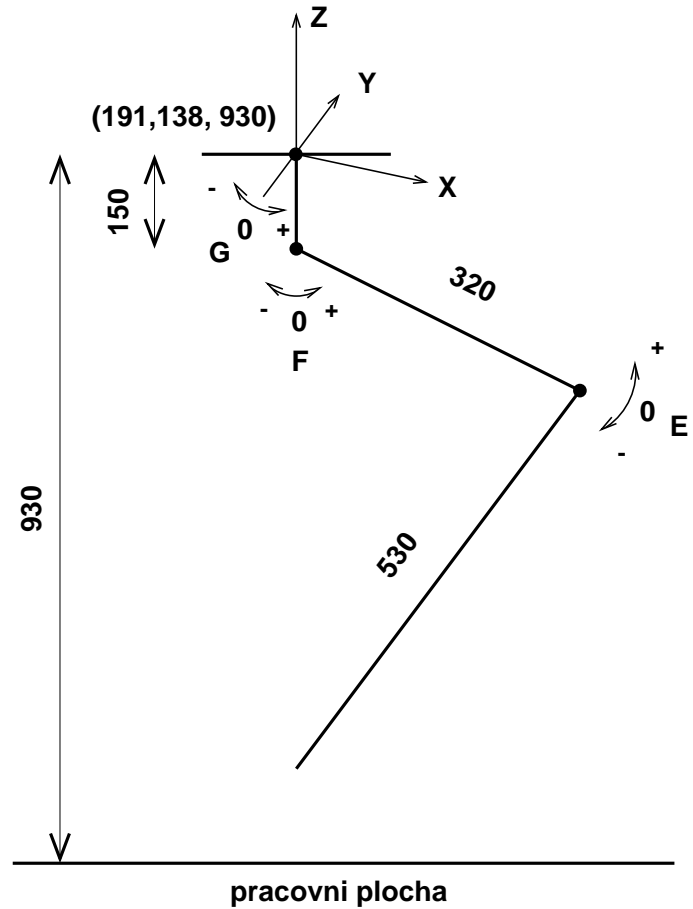


33IRO – Inteligentní robotika (zima 2000): Zadání samostatné práce¹

Cílem samostatné práce je vyřešit inženýrský problém motivovaný inteligentní robotikou a řešení formálně správně písemnou formou prezentovat.



(a)



(b)

Obrázek 1: (a) Manipulátor ve scéně. (b) Kinematika manipulátoru.

Situace Manipulátor a pracovní plocha se nacházejí ve scéně, jak ukazuje obrázek 1(a). Kinematika manipulátoru 1(b) má tři stupně volnosti, které jsou nastavovány krokovými motory, jejichž parametry jsou dány v tabulce 1. Poloha manipulátoru je tak dána třemi polohami krokových

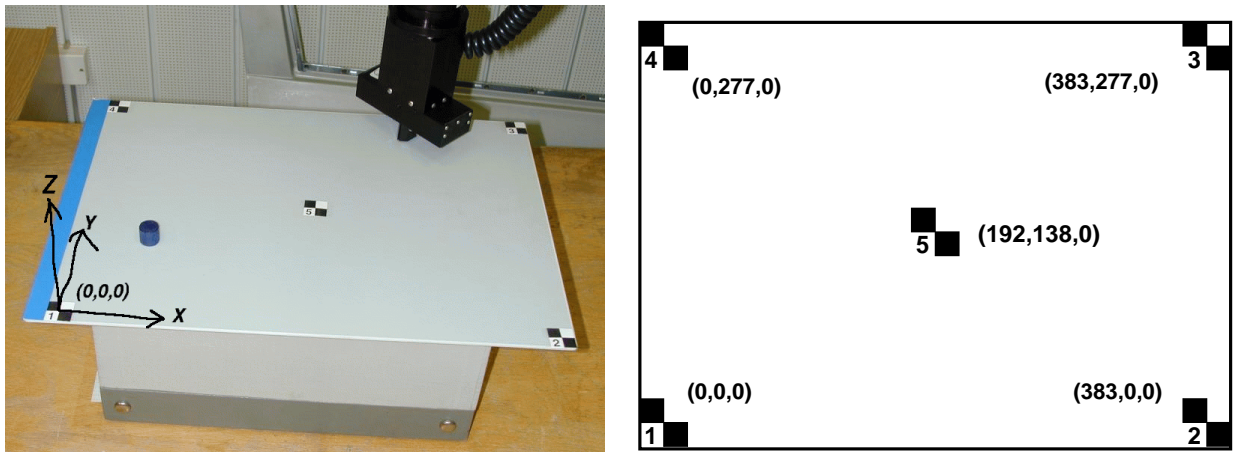
¹<http://cmp.felk.cvut.cz/cmp/courses/IRO/iro2000Z/iro2000-zadani>

Kloub	Rozsah ve stupních	Počet kroků
E	-100 až 100	0 až 100
F	-100 až 100	0 až 100
G	-170 až 170	0 až 100

Tabulka 1: Rozsahy kloubů manipulátoru.

motorů. Nazvěme je kloubovými souřadnicemi manipulátoru. Pro jednoduchost uvažujme, že manipulátor je nehmotný, takže sám nemůže narazit do žádné překážky ani do sebe sama a jeho pohyb je omezen pouze rozsahy a velikostí kroku jeho kloubů.

Manipulátor je vybaven proximitním čidlem, které dovolí detekovat, zda se konec manipulátoru přiblížil k překážce. Čidlo funguje tak, že se v každé poloze robota lze dotázat, zda změna polohy robota odpovídající jednomu kroku některého z krokových motorů nezpůsobí náraz do překážky. Jinými slovy, manipulátor je vybaven proximitním čidlem, které je schopno detekovat přítomnost překážky ve vzdálenosti jedna od jeho konce a to v L_1 metrice v trojdimenzionálním prostoru jeho kloubových souřadnic.



Obrázek 2: Souřadná soustava pracovní plochy.

Manipulátor je umístěn ve scéně ve známé poloze vůči pracovní ploše scény, ve které se nacházejí značky, které definují souřadnou soustavu pracovní plochy, jak je ukázáno na obrázku 2. Báze (x, y, z) , která je na obrázku 2 znázorněna je stejná, jako báze souřadné soustavy pracovní plochy.

Scéna je pozorována neznámou perspektivní kamerou, která se nachází na neznámé pevné pozici. Kamera pozoruje celou pracovní plochu robota, takže v každém jejím obraze jsou viditelné všechny značky v pracovní ploše.

Konec manipulátoru se nachází ve známé počáteční pozici, označme ji písmenem A . Pozice je

zadána v kartézských souřadnicích robota. V pozici B , jejíž pozice známa není, ale která je pozorovaná kamerou, se nachází předmět, jenž je třeba přemístit do pozice A . Pro jednoduchost předpokládejme, že předmět má formu hmotného bodu, jehož uchopení lze uskutečnit tak, že do bodu B umístíme konec manipulátoru. Zatímco manipulátor je nehmotný a překážkami prochází, hmotný bod jimi neprojde.

Mezi okamžikem sejmutí obrazu scény a okamžikem přemístění robota může být do scény umístěna překážka. Informaci o výskytu překážky v nějakém bodě lze získat pouze tak, že se konec manipulátoru ocitne v tak blízkém okolí překážky, ve kterém může být překážka detekována proximitním čidlem.



Obrázek 3: Přemístění předmětu.

Úloha Přemístěte předmět z pozice B do pozice A tak, aby robot urazil co nejmenší dráhu a nenarazil předmětem do překážky, analogicky k trajektorii ukázané na obrázku 3.

Vyřešte problém obecně, pro libovolný tvar překážky. Informace o tvaru překážky v každé konkrétní úloze vám umožní simulovat řešení, abyste mohli ověřit a demonstrovat váš postup v experimentu. Znalost tvaru překážky nesmíte použít k vlastnímu plánování trajektorie. Manipulátor se o překážce může dozvědět pouze jejím “ohmatáváním” proximitním čidlem.

Parametry konkrétních úloh Trojice studentů nejprve získá číslo úlohy rezervací² a poté vyhledá příslušné parametry úlohy v tabulce 2.

Číslo úlohy	Překážka	Poloha robota a předmětu
01	scb01.txt ³	lrpp01.bmp ⁴ (lrpp01.gif ⁵)
02	scb02.txt ⁶	lrpp02.bmp ⁷ (lrpp02.gif ⁸)
03	scb03.txt ⁹	lrpp03.bmp ¹⁰ (lrpp03.gif ¹¹)
04	scb04.txt ¹²	lrpp04.bmp ¹³ (lrpp04.gif ¹⁴)
05	scb05.txt ¹⁵	lrpp05.bmp ¹⁶ (lrpp05.gif ¹⁷)
06	scb06.txt ¹⁸	lrpp06.bmp ¹⁹ (lrpp06.gif ²⁰)
07	scb07.txt ²¹	lrpp07.bmp ²² (lrpp07.gif ²³)
08	scb08.txt ²⁴	lrpp08.bmp ²⁵ (lrpp08.gif ²⁶)
09	scb09.txt ²⁷	lrpp09.bmp ²⁸ (lrpp09.gif ²⁹)
10	scb10.txt ³⁰	lrpp10.bmp ³¹ (lrpp10.gif ³²)
11	scb11.txt ³³	lrpp11.bmp ³⁴ (lrpp11.gif ³⁵)
12	scb12.txt ³⁶	lrpp12.bmp ³⁷ (lrpp12.gif ³⁸)
13	scb13.txt ³⁹	lrpp13.bmp ⁴⁰ (lrpp13.gif ⁴¹)
14	scb14.txt ⁴²	lrpp14.bmp ⁴³ (lrpp14.gif ⁴⁴)
15	scb15.txt ⁴⁵	lrpp15.bmp ⁴⁶ (lrpp15.gif ⁴⁷)
16	scb16.txt ⁴⁸	lrpp16.bmp ⁴⁹ (lrpp16.gif ⁵⁰)
17	scb17.txt ⁵¹	lrpp17.bmp ⁵² (lrpp17.gif ⁵³)
18	scb18.txt ⁵⁴	lrpp18.bmp ⁵⁵ (lrpp18.gif ⁵⁶)
19	scb19.txt ⁵⁷	lrpp19.bmp ⁵⁸ (lrpp19.gif ⁵⁹)
20	scb20.txt ⁶⁰	lrpp20.bmp ⁶¹ (lrpp20.gif ⁶²)
21	scb21.txt ⁶³	lrpp21.bmp ⁶⁴ (lrpp21.gif ⁶⁵)
22	scb22.txt ⁶⁶	lrpp22.bmp ⁶⁷ (lrpp22.gif ⁶⁸)

Tabulka 2: Parametry úloh.

Soubory `scb??`.txt obsahují definice scény. Scéna se skládá ze čtyř kvádrů. Horní plocha prvního kvádrů definuje pracovní plochu, na které leží značky a překážka, která je definována zbylými třemi

²<http://www-cmp.felk.cvut.cz/rezervaceIRO/>

kvádry. Kvádry jsou definovány svými osmi vrcholy, jejichž souřadnice jsou zadány v textovém souboru tak, že na každém řádku se nacházejí souřadnice xyz jednoho vrcholu. Prvních osm řádků souboru definuje vrcholy prvního kvádrů, druhých osm řádků definuje vrcholy druhého kvádrů a tak dále. Vnitřky kvádrů jsou pro předmět, který má být robotem přenesen, neprostupné.

Soubory `lrpp??.bmp` obsahují obraz pracovní plochy manipulátoru s vyznačenými body A a B a značkami, u nichž je známa jejich poloha v kartézských souřadnicích scény.