

ROBOTIC ARM - NAVIGATION USING AXIS 214 CAMERA

Josef Skládanka

Bachelor Degree Programme, FIT BUT
E-mail: xsklad03@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: František Zbořil

E-mail: zboril@fit.vutbr.cz

ABSTRACT

The paper describes the current state of online robotic laboratory project, which is focused on support the teaching of the artificial intelligence, primarily on solving problems from the artificial world of cubes. The main part of the online laboratory is the professional robotic arm Mitsubishi Melfa 6 SL - the online means that the communication between users/students and the robotic arm will be remote, i.e. the students will control the robotic arm from dormitories, homes, etc. The paper describes achievements in navigation of the robot using Axis 214 cameras.

1. ÚVOD

Tento dokument popisuje navigaci robotického ramene Mitsubishi Melfa 6 SL za pomoci IP kamer Axis 214. Tato práce je dílčí částí projektu, jehož cílem je vytvořit online laboratoř, která bude sloužit pro podporu výuky umělé inteligence, především řešení problémů z umělého světa kostek. Tyto úlohy mohou studentům usnadnit pochopení základů logického programování a algoritmů na prohledávání stavového prostoru.

Protože studenti budou laboratoř využívat online, tedy vzdáleně z domu nebo z kolejí, je třeba zajistit vizuální kontrolu nad děním v laboratoři, tzn. přenos obrazu z IP kamer, kterými je vybavena, k uživatelům. Stejně tak je nutná určitá míra automatizace kontroly dění v laboratoři. Tímto je myšlena navigace pohybu robotického ramene v laboratoři tak, aby byla co nejvíce omezena možnost poškození robota, nebo ostatního vybavení laboratoře. Protože v laboratoři budou řešeny především problémy ze světa kostek, je nutné získávat aktuální informace o poloze jednotlivých kostek na pracovní ploše. Všechny tyto cíle budou podpořeny především zpracováním obrazů z kamer.

Cílem bakalářské práce je tedy vytvoření software pro zpracování obrazu – konkrétně výpočet pozice objektu v laboratoři a cesty k němu tak, aby robotické rameno nepoškodilo vybavení laboratoře, nebo nesrazilo ostatní kostky. Dále pak vytvoření systému, pomocí kterého bude k uživatelům přenášén obraz z laboratoře, výsledek analýzy obrazu a údaje o aktuálním stavu robota. Samozřejmostí je pak knihovna umožňující ovládání IP kamer Axis.

2. ROZPOZNÁVÁNÍ OBRAZU

Pro úspěšnou navigaci robotického ramene v laboratoři je důležité znát umístění objektů, jejichž poloha se nemění – kamery, stolu s kontrolní jednotkou – a především pak pozic kostek se kterými bude robot pracovat. Při řešení úloh ze světa kostek je nezbytně nutné rozpoznat pouze počáteční konfiguraci „světa“ a na jejím základě inicializovat stavovou databázi. Laboratoř však není součástí dokonalého umělého světa, a proto je rozpoznáváním obrazu nutné průběžně testovat, zda při přesunu kostky nedojde ke kolizi s okolím – tedy na základě vizuálních dat najít bezpečnou trasu, po které se robotické rameno bude pohybovat. Stejně tak pokud se kostky rozsypou, například při pokusu o postavení věže, můžeme za pomoci kamer zaměřit pozice jednotlivých dílů a přesunout je do výchozí polohy.

2.1. FOTOGRAMMETRIE

Fotogrammetrie je metoda založená na porovnání dvou snímků téže scény, pořízených z různých míst. V ideálním případě jsou snímky posunuty pouze v jedné, většinou vodorovné, ose. Obecně však lze počítat i se snímky z kamer posunutých a otočených vůči sobě ve více osách. Takovéto snímky je třeba nejprve užitím transformace souřadnic normovat. Protože známe vzájemnou polohu kamer, lze s využitím goniometrických funkcí provést rotaci a následné posunutí souřadného systému. Tím se problém převede na již triviální posunutí pouze po ose X .

Pro výpočet prostorových souřadnic je třeba ve snímcích najít tzv. korespondující body – zobrazení téhož reálného bodu na jednotlivých fotografiích. Pro tyto body pak můžeme, s využitím údajů o optických vlastnostech objektivu, vypočítat příslušné „světelné paprsky“, které se protnou na souřadnicích zkoumaného bodu. Proces výpočtu souřadnic popisuje například [1] nebo [2].

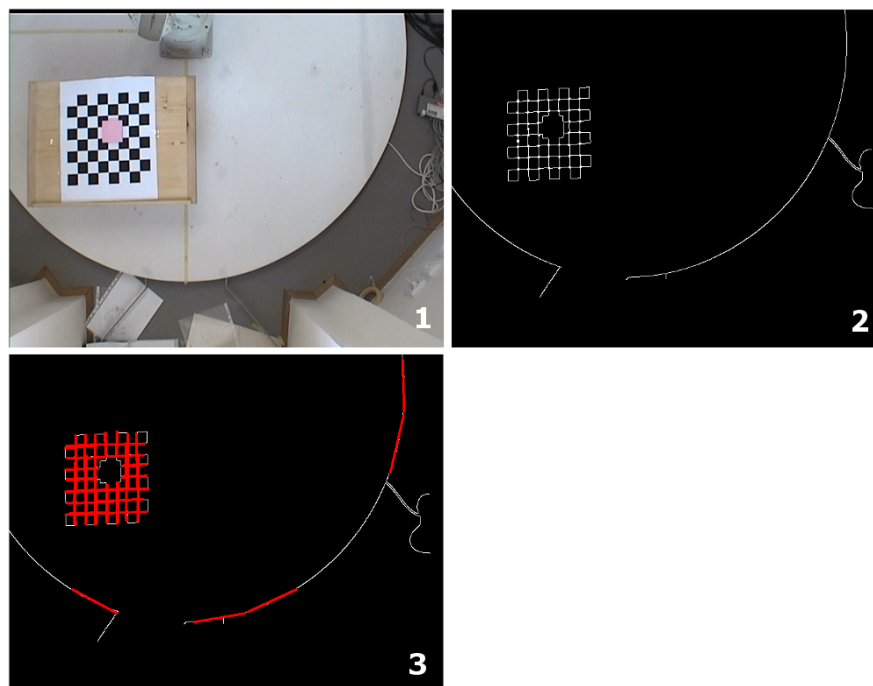
2.2. MĚŘENÍ Z MŘÍŽKY

V rámci bakalářské práce jsem se rozhodl implementovat metodu založenou na odečítání polohy kostky ve čtvercové mřížce, která bude nakreslena na pracovní ploše robota. Velikost čtverců v mřížce by měla být menší než kostky na ní položené, aby bylo možné počáteční výpočet pozice urychlit vyhledáním přerušení v mřížce. V mřížce pak budou zaneseny kalibrační body tak, aby bylo možné určit, jakou výseč mřížky kamera právě snímá, a tak odvodit prostorové souřadnice v reálném prostředí laboratoře.

Zpracování snímku bude probíhat v několika krocích. Nejprve bude třeba fotografii pomocí maticové transformace převést z perspektivní projekce do pravouhlé. Tento krok není nezbytně nutný, ale umožní řádkový průchod mřížky bez průběžných korekcí nutných kvůli perspektivní deformaci obrazu. Dalším krokem je extrakce mřížky a její analýza. Při průchodu mřížkou budeme hledat přerušení čár. Podle kalibračních bodů vypočteme přibližnou pozici čtverců, které jsou obsazeny. Následně pořídíme detailní snímek zkoumané části pracovní plochy a podobným způsobem zjistíme přesnou pozici zaměřované kostky.

Protože všechny kostky mají stejné rozměry, lze podle rozměrů děr v mřížce rozpoznat i polohu několika kostek vedle sebe. Triviální implementace této metody však velmi pravděpodobně nedokáže správně rozlišit situaci kdy je několik kostek za sebou v jedné vrstvě

a kdy jsou kostky poskládány na sebe. Pro rozlišení těchto stavů bude potřeba implementovat další kroky ve zpracování obrazu – například rozpoznání viditelných stěn kostek a jejich následnou analýzu. Pro zpřesnění výsledků metody bude pozice zaměřované kostky vypočtena na základě snímků ze dvou, nebo i více kamer.



Obrázek 1 – 1: Obraz získaný z kamery. 2: Obraz po detekci hran za použití Cannyho algoritmu. 3: Hran detekované Houghovou transformací.

3. ZÁVĚR

V rámci semestrálního projektu se podařilo vytvořit knihovnu pro jazyk Python, s jejímž využitím lze plnohodnotně ovládat nejen IP kamery Axis 214, ale také všechny, jež implementují průmyslový standard VAPIX firmy Axis. Nad touto knihovnou jsem pak vytvořil grafickou aplikaci, která se dokáže připojit až ke čtyřem IP kamerám, a v nastavitelných intervalech z nich přijímat snímky. Kamery lze samostatně ovládat – jak pozici záběru, tak nastavení optických parametrů..

LITERATURA

- [1] Zisserman A., Hartley R: Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press, 2004, ISBN-13: 978-0521540513
- [2] Stančík P.: Principle of Stereophotogrammetry - 3D Point coordinates reconstruction www.feec.vutbr.cz/EEICT/2004/sbornik/03-Doktorske_projekty/01-Elektronika/28-stancik.pdf
- [3] Davies, E. R.: Machine Vision, Morgan Kaufmann, 2004, ISBN-13: 978-0122060939