

Plánování cesty robotu při kolaboraci s člověkem

Vojtěch Válek

Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky

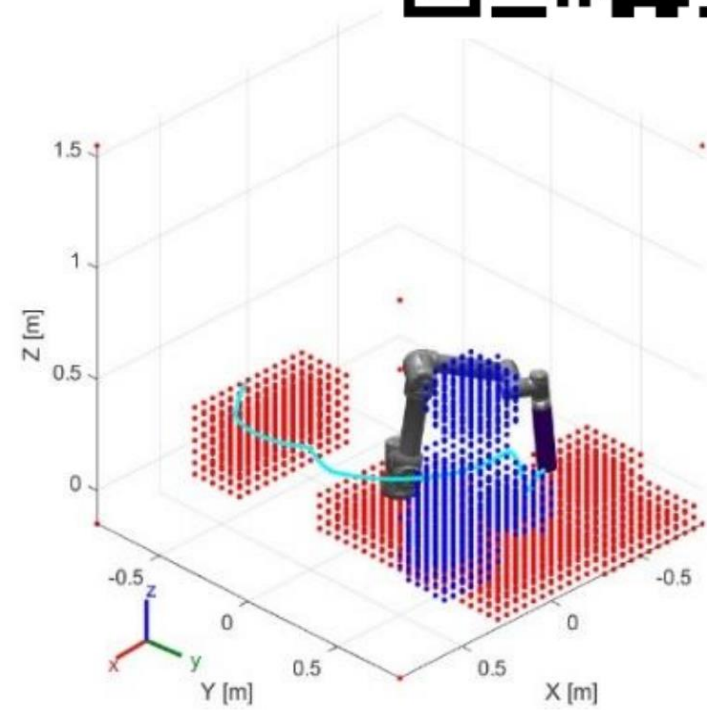
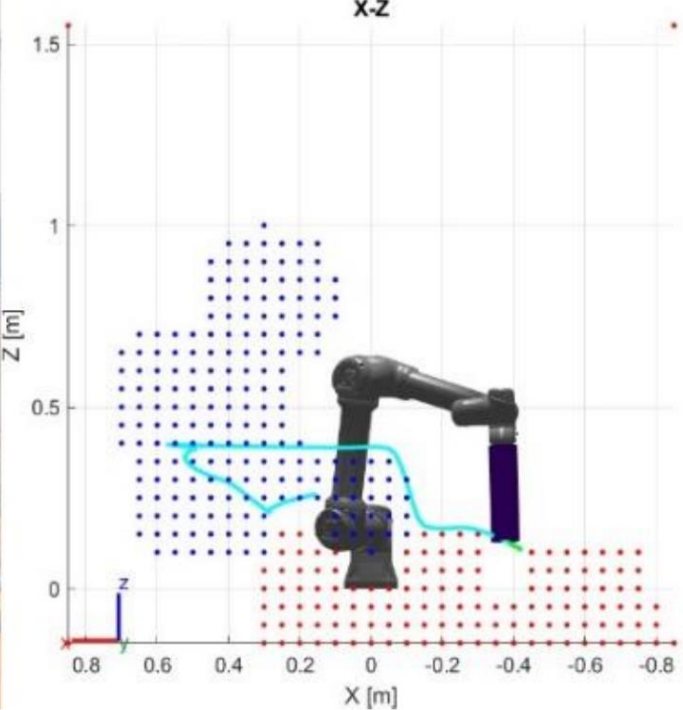


Motivace a cíle



Motivace

- Zajištění bezpečného a efektivního pohybu v přítomnosti člověka
- Vytvoření univerzálního systému vhodného pro různé aplikace

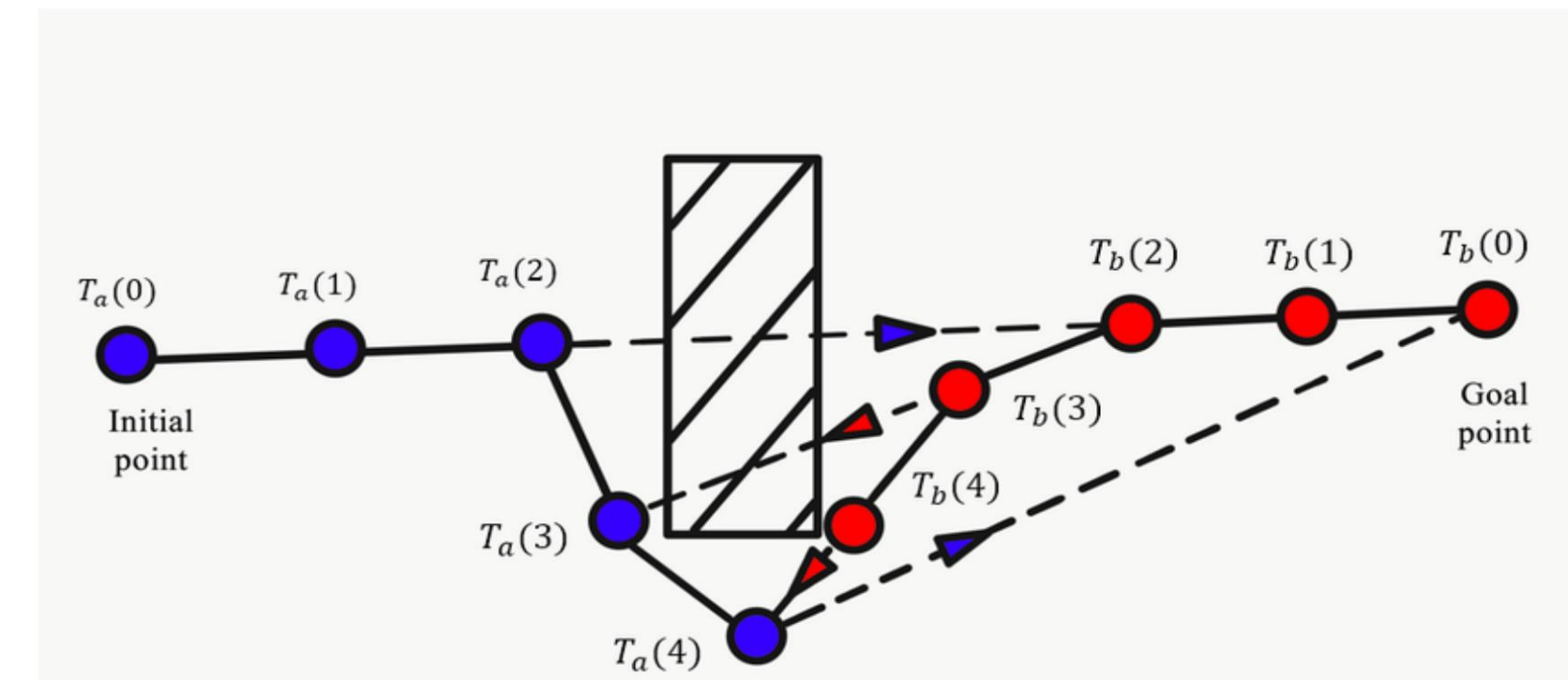
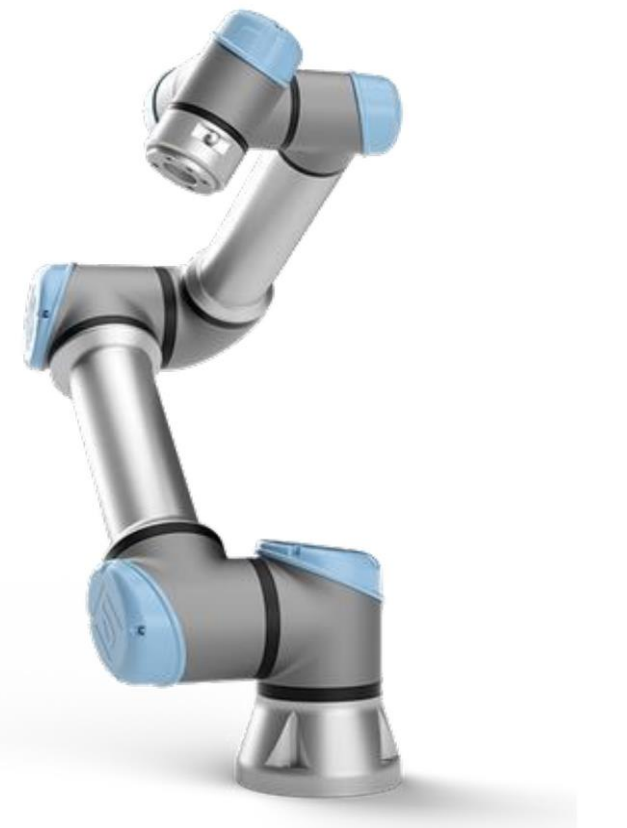


Cíle

- Provést rešerši v bezpečnosti kolaborativních robotů a v algoritmech pro plánování cesty
- Implementovat vhodný algoritmus
- Otestovat systém na laboratorní úloze
- Navrhnout bezpečnostní prvky

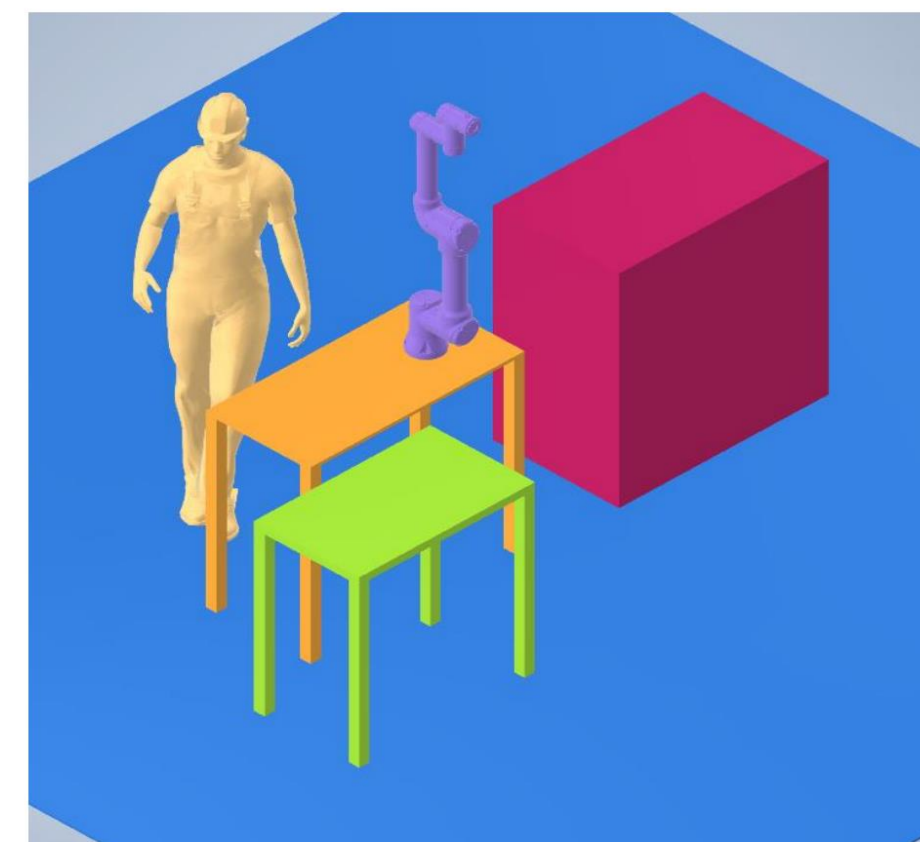
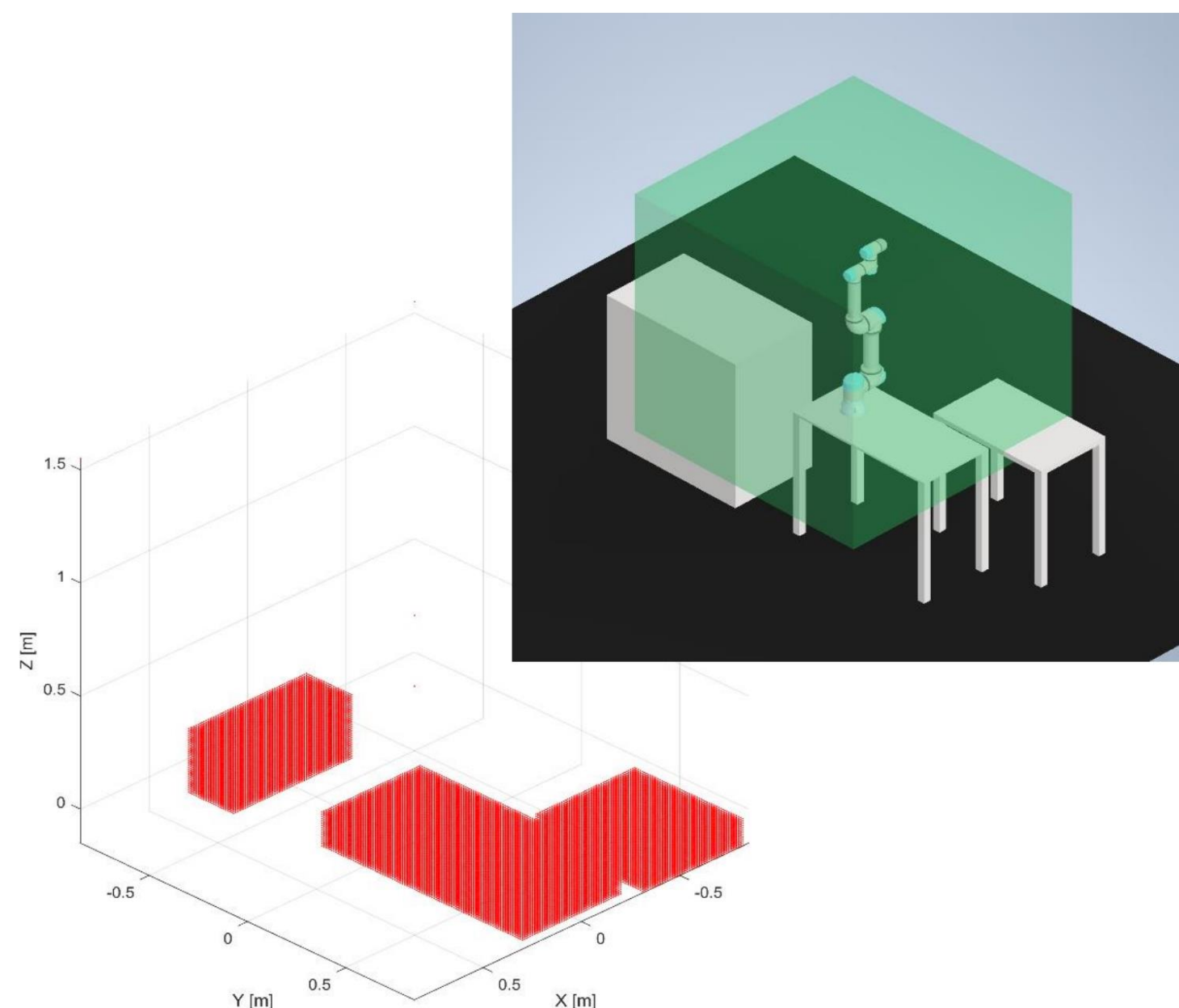
Výběr plánovacího algoritmu

- Plánování v konfiguračním prostoru (6D)
- Vzorkovací metody
 - Náhodné generování bodů v prostoru
 - Vhodné pro vyšší dimenze (6D)
- Výběr RRT-Connect
 - Rychlé nalezení cesty bez optimalizace
 - Dva stromy – ze startu a z cíle



Návrh testovacího pracoviště

- CAD model pracoviště
- Jednoduchá úloha typu pick and place



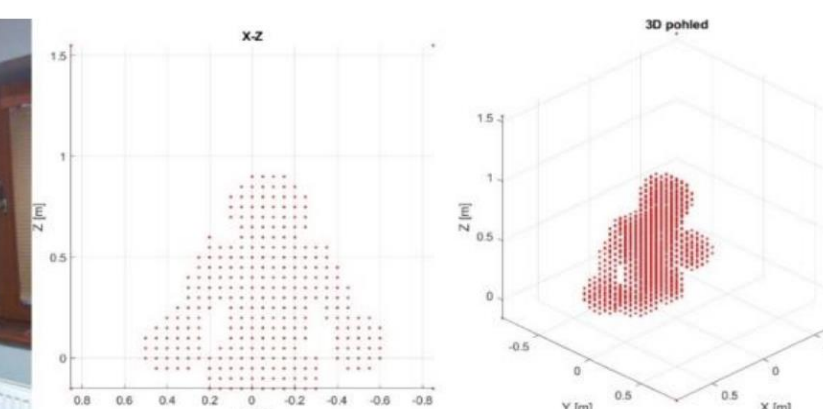
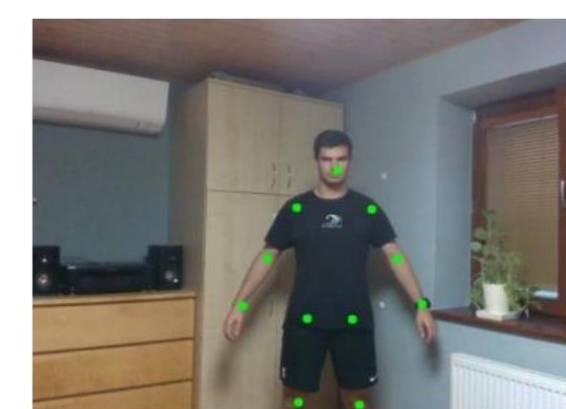
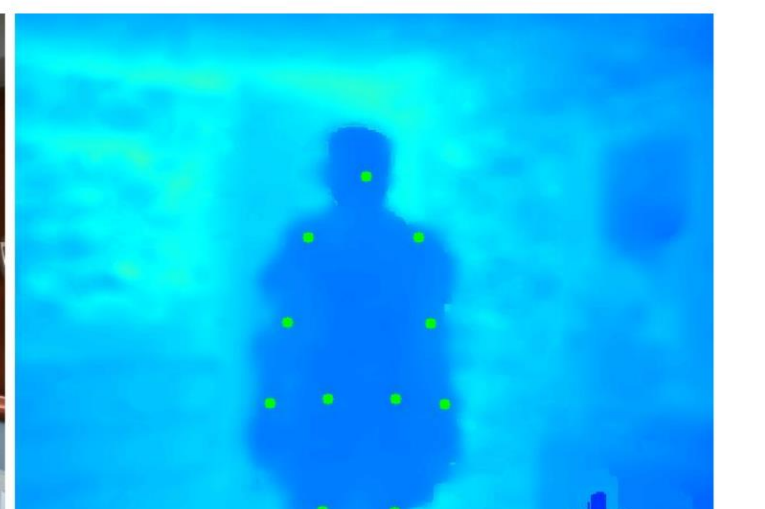
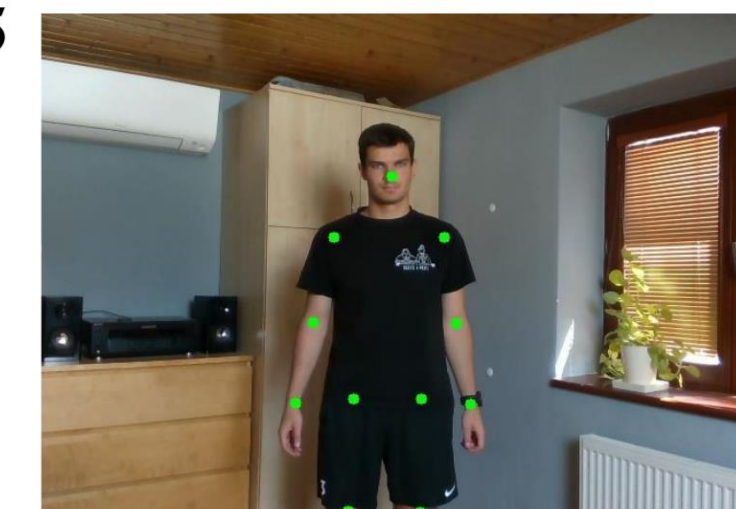
Reprezentace sdíleného prostoru

- Diskrétní 3D mřížka
- Rozlišení 5 cm
- Binární informace o překážkách
- Statické překážky

Detekce člověka

Hloubková kamera Intel RealSense D435

- Umístění pro výhled na sdílený prostor
- Detekce člověka v RGB obraze pomocí MediaPipe
- Přřazení hloubkové informace ke klíčovým bodům

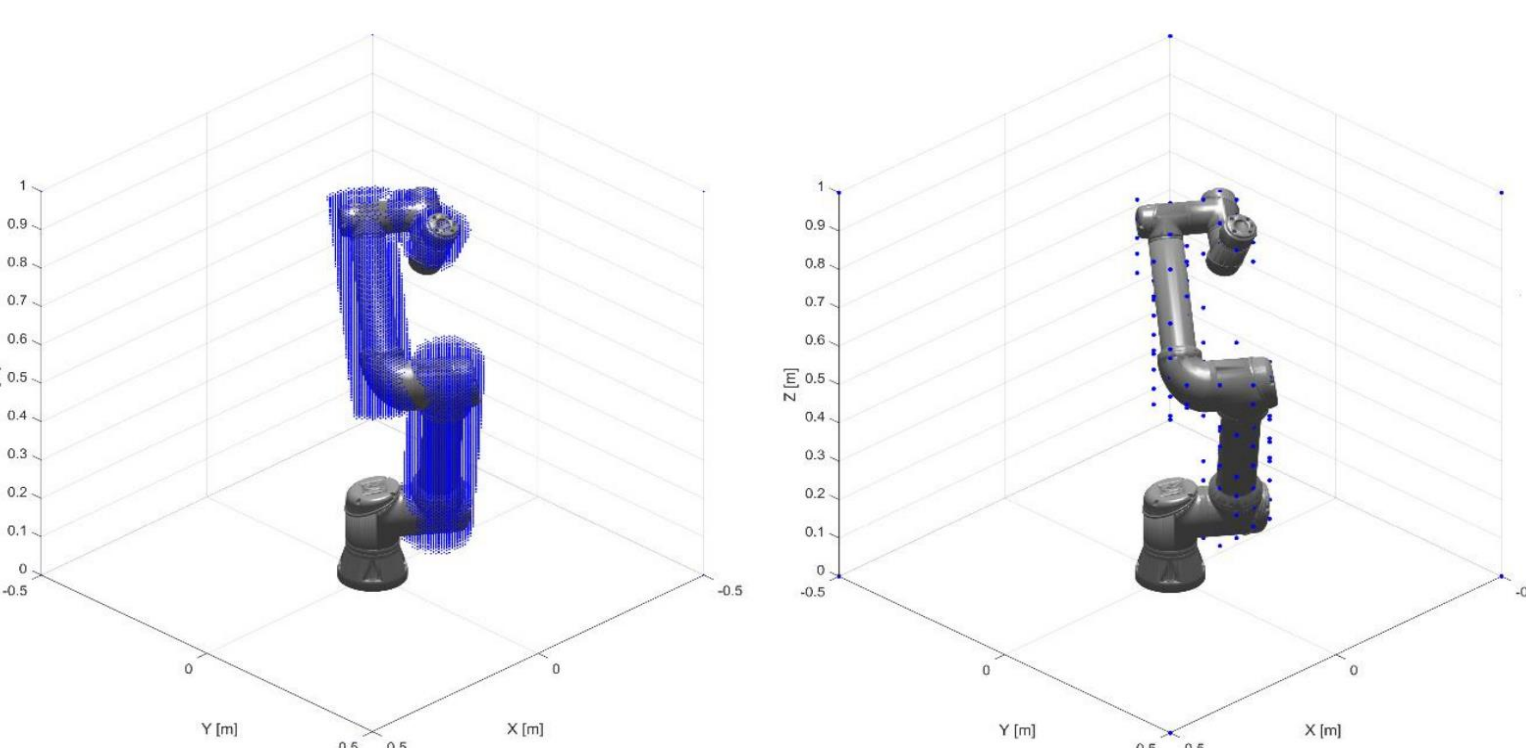


Zpracování dat

- Výpočet 3D kartézských souřadnic klíčovými bodů
- Vytvoření objemového modelu člověka
- Pravidelné doplnění do diskretní mřížky

Hodnocení kolizí

- Generování nových bodů
- Dvoufázová kolizní kontrola
 - Pozice kloubů vůči diskretní mřížce
 - Objemový model robota vůči diskretní mřížce
- Gripper/objekt na konci ramene je součástí objemového modelu

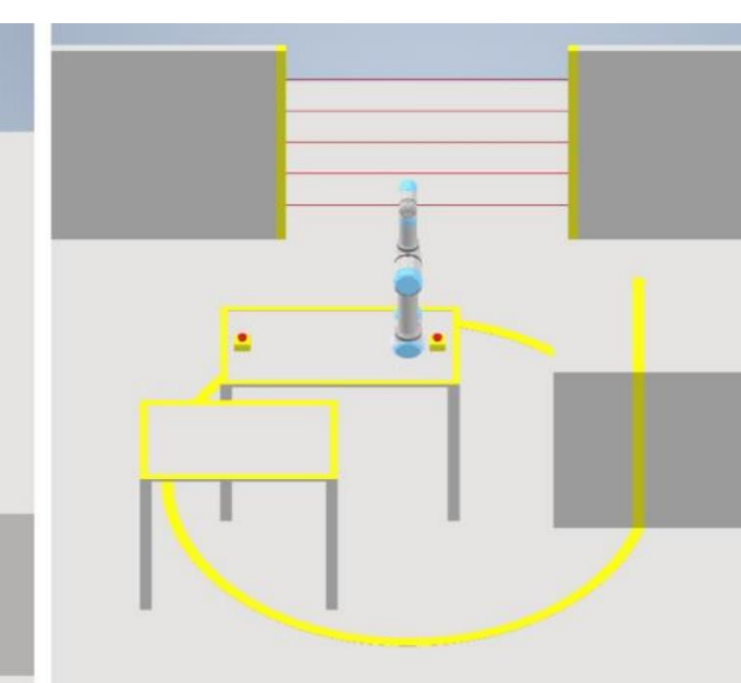
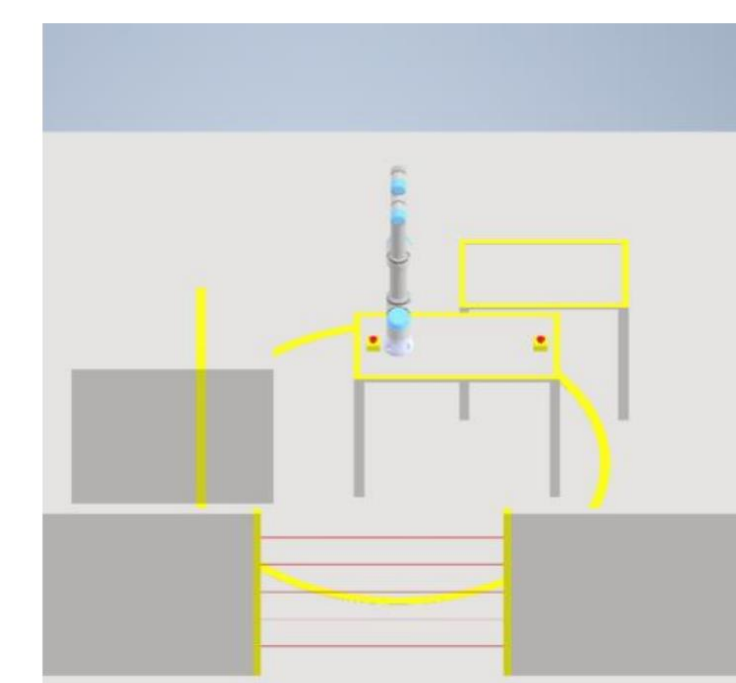
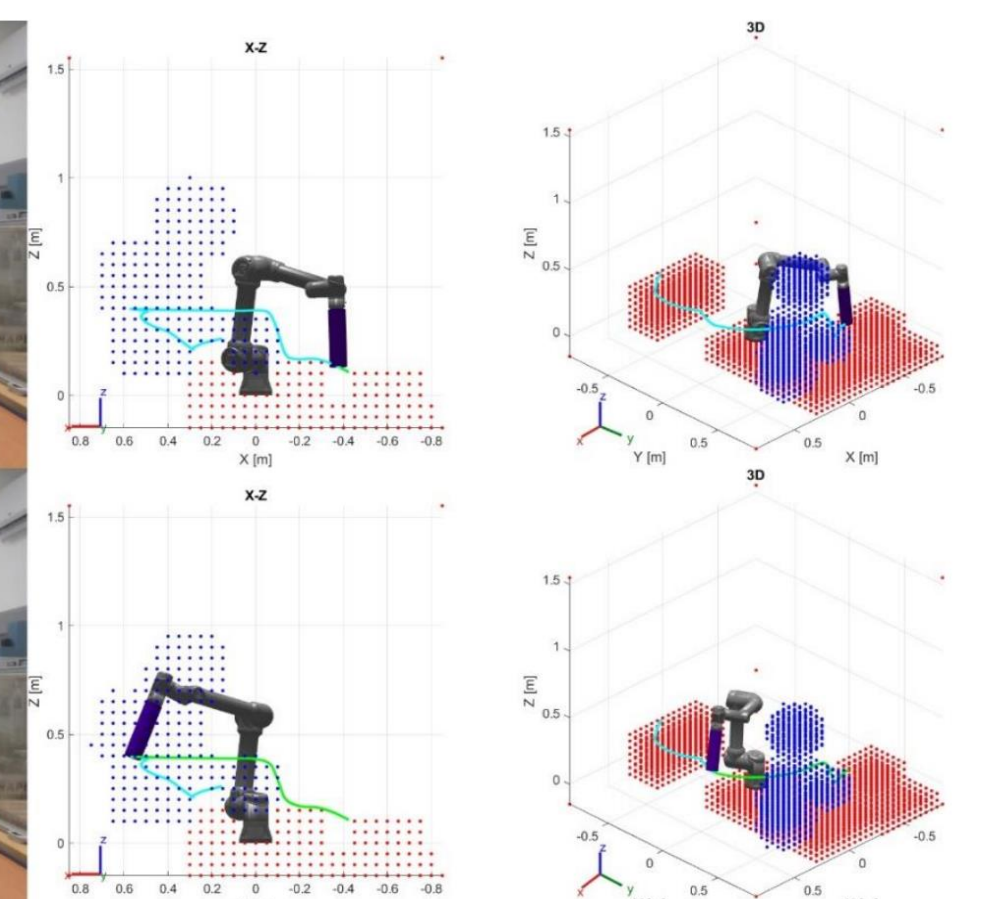


Testování a návrh bezpečnostních prvků

- Reálné pracoviště odpovídající CAD návrhu
- Použití gripperu pro manipulaci s objekty

Testování

- Člověk stojí ve sdíleném prostoru
- Člověk se pohybuje ve sdíleném prostoru
- Člověk blokuje přístup k cíli



Návrh bezpečnostních prvků

- Světelná závora
- Nouzová tlačítka (E-stop)
- Vizuální označení kolaborativní zóny