**Obraz zawierający logo, tekst, symbol, Czcionka

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.**

**RAPORT Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO**

**Modele i Systemy Sterowania w Robotyce**

Rok akademicki 24/25 Semestr I

Nr ćwiczenia 3

**Skład sekcji:**

Bartłomiej Murmyłowski

Jakub Kawalec

1. **Cel ćwiczenia laboratoryjnego**

Celem ćwiczenia laboratoryjnego było zapoznanie się z metodą SLAM.

1. **Otrzymane wyniki**

Do zrealizowania ćwiczenia skorzystano z gotowej mapy z dokumentacji

(https://www.mathworks.com/help/robotics/ug/perform-path-planning-simulation-with-mobile-robot.html).

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, Prostokąt, diagram

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Następnie wprowadzono symulację robota typu „husky” z połączonym lidarem.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, Czcionka

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

|  |  |
| --- | --- |
| **Opcja** | **Zastosowanie** |
| |  | | --- | |  |   UpdateRate=100 | Częstotliwość aktualizacji LiDAR-a w Hz (100 razy na sekundę) |
| MaxRange=10 | |  | | --- | | Maksymalny zasięg skanowania w metrach (LiDAR wykrywa obiekty do 10 m) |  |  | | --- | |  | |
| RangeAccuracy=0.20 | Dokładność pomiaru odległości w metrach (błąd pomiaru do ±0.20 m) |
| AzimuthResolution=0.16 | Rozdzielczość kątowa w azymucie w stopniach (LiDAR mierzy co 0.16° w poziomie) |
| ElevationResolution=1.25 | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | Rozdzielczość kątowa w elewacji w stopniach (LiDAR mierzy co 1.25° w pionie) | |
| AzimuthLimits=[-180 180] | Zakres skanowania w azymucie (LiDAR skanuje pełne 360° wokół) |
| ElevationLimits=[0 10] | Zakres skanowania w elewacji (LiDAR skanuje od 0° do 10° w pionie) |
| HasNoise=false | |  | | --- | | Brak zasymulowanego szumu w danych LiDAR-a |  |  | | --- | |  | |
| HasOrganizedOutput=true | Dane wyjściowe LiDAR-a są w zorganizowanej postaci (siatka punktów zamiast chmury) |

Do planowania trasy robota wykorzystano algorytm PRM.

Obraz zawierający tekst, Czcionka, zrzut ekranu, linia

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Obraz zawierający zrzut ekranu, mapa, design

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Skany z lidara były obiektem typu pointCloud, przez co zawierały ogromne ilości dane – ze względu na to dodawano do slama co 15 skanów.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, Czcionka, linia

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Następnie obracano dane (sprowadzano do globalnego układu współrzędnych) je do z lidara, by móc porównać wyniki z mapą z slama.

Do obrotu/przesunięcia wykorzystano dane z symulowanego robota (jego orientację, w tym przypadku kąt yaw oraz pozycję).

Do obrotu wykorzystano polecenia z dokumentacji Robotic Toolbox.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, Czcionka

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Dane uzyskane przy powyższych parametrach lidara oraz odpowiednim obrocie.

Obraz zawierający zrzut ekranu, Grafika, design

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Przy mniejszej częstotliwości działania symulacji, obroty lidara nie nadążały za danymi z robota, przez co dane wyglądały jak poniżej (UpdateRate = 20 i pobieranie co 15 skanów):

Obraz zawierający zrzut ekranu, Grafika, sztuka, Wielobarwność

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, diagram, Prostokąt

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

UpdateRate = 20 i pobieranie co 3 skanów:

Obraz zawierający zrzut ekranu, Wielobarwność

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, diagram, Czcionka

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

UpdateRate = 100, MaxRange = 5

Obraz zawierający zrzut ekranu, design

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Obraz zawierający tekst, diagram, zrzut ekranu, design

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

UpdateRate = 100, MaxRange = 10, ElevationLimits=[-15 10]

Obraz zawierający zrzut ekranu, Wielobarwność, sztuka, Grafika

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, diagram, Prostokąt

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

UpdateRate = 100, MaxRange = 10, AzimuthResolution = 1

Obraz zawierający zrzut ekranu

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, diagram, Prostokąt

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

HasNoise=true

Obraz zawierający zrzut ekranu, symbol, Grafika, logo

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Obraz zawierający tekst, diagram, szkic, design

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

ElevationLimits=[0 1]

Obraz zawierający zrzut ekranu, słoneczny

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, diagram, Prostokąt

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

1. **Wnioski**

Z analizowanych parametrów wynika, że zastosowany LiDAR o częstotliwości aktualizacji 100 Hz zapewnił w symulacji precyzyjne skanowanie otoczenia, co jest kluczowe dla dokładnego odwzorowania przestrzeni. Maksymalny zasięg 10 metrów umożliwił wykrywanie obiektów w stosunkowo niewielkiej odległości, co sprawdza się w zastosowaniach mobilnych robotów w ograniczonych przestrzeniach.

Dzięki azymutalnej rozdzielczości 0.16° oraz elewacyjnej 1.25° LiDAR dostarczył dokładne dane w układzie siatkowym, co usprawnia analizę chmury punktów. Brak szumu w danych zapewnia czystsze skany, co jest szczególnie istotne w kontekście algorytmów SLAM.

Podczas eksperymentów zauważono, że niższa częstotliwość aktualizacji (np. 20 Hz) powoduje niedopasowanie skanów względem pozycji robota, prowadząc do błędów w odwzorowaniu przestrzeni. Ograniczony zakres elewacji (np. [0,1]) zmniejsza liczbę rejestrowanych punktów, co może wpłynąć na jakość mapy.

Eksperymenty pokazały, że właściwe dobranie parametrów, takich jak częstotliwość aktualizacji i rozdzielczość kątowa, jest kluczowe dla uzyskania dokładnych i użytecznych danych LiDAR-a w zastosowaniach robotycznych.