

Exposé – Niklas Hellmann

1 Einführung:

Von immer mehr Maschinen wird heutzutage erwartet, dass diese autonom, also ohne zusätzlichen menschlichen Einfluss arbeiten können. Sei es in der virtuellen Welt um Cyberangriffe abzuwehren, Fragen jeglicher Art zu beantworten oder in der realen Welt um Personen zu transportieren oder fremde Planeten zu erkunden. Das autonome Fahren, wie es zum Beispiel bei manchen Kraftfahrzeugen bereits möglich ist, muss neben ethischen Fragen natürlich auch viele technische Probleme lösen. Die Erkennung von Hindernissen wie Fußgänger oder andere Autos, das Berechnen und Umsetzen zielführender Ausweichmanöver oder generell das Anfahren eines bestimmten Zieles sind nur wenige solcher Fragestellungen zeigen aber sehr schnell wie aufwendig eine solche simple zu scheinende Aufgabe wie „das Fahren von A nach B durch ein unbekanntes Gebiet“ sein kann. In der folgenden Arbeit soll hinsichtlich dieser Aufgabe, ein in der Pfadplanung sehr populäres Modell namens „artificial potential fields“ (APF) vorgestellt werden. Dieses Modell liefert vor allem in einer statischen Umgebung gute Ergebnisse, also einer Umgebung, wo sich die Hindernisse nicht bewegen. Darüber hinaus wird dieses Modell hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit in einer Dynamischen Umgebung, also eben solcher wo sich Objekte auch bewegen, analysiert und erweitert.

2 Verwandte Arbeiten:

Der ‚Potential Field‘ Algorithmus wurde bereits Mitte der 80er von Khatib [1] vorgestellt und bietet durch ein recht simples Modell eine effiziente Möglichkeit einen zielführenden Pfad für den Roboter zu generieren ohne währenddessen mit einem Hindernis zu kollidieren. Das generelle Prinzip besteht in einer Kombination von zwei gedachten Kräften: einer anziehenden Kraft zum Ziel und einer Abstoßenden von Hindernissen. Als Ergebnisses dieses Algorithmus entsteht ein Bewegungsvektor, welcher der Roboter folgen soll. Da nicht jeder Roboter beliebig viel Bewegungsfreiheitsgrade besitzt, muss dieser Vektor den möglichen Steuerungen zum Beispiel eines Turtlebot3 angepasst werden [2][3]. Aufgrund der Einfachheit des APF und der guten mathematischen Analyse konnte dieses Modell in vielen Bereichen Anwendung finden und bestehende Probleme, wie das ‚Lokale Minimum‘ wodurch der Roboter durch ungünstige abstoßende Kräfte dauerhaft an einem Ort festgehalten wird, durch Ergänzungen gelöst werden. Darüber hinaus wurden unter anderem mit dem ‚Improved artificial potential field‘ (IAPF) [4] auch eine Möglichkeit geschaffen den APF-Algorithmus in dynamischen Umgebungen zunutze. Auf diese Ergebnisse soll in Verlaufe der Arbeit eingegangen werden und mit den Ergebnissen von anderen Möglichkeiten, den APF-Algorithmus in dynamischen Umgebungen zu nutzen, verglichen werden.

3 Forschungsfrage:

Der APF-Algorithmus ist in vielen Bereichen gut geeignet, da dieser relativ einfach zu implementieren und gute Ergebnisse liefert. Allerdings sollten die Ergebnisse beim Einsatz in einem dynamischen Umfeld schnell schlechter werden. Genau nach dieser Problematik soll sich die Bachelorarbeit

handeln: diesen Sachverhalt darstellen und mögliche Anpassungen am Algorithmus testgetrieben vorstellen.

Themenvorschlag: „Artificial Potential Field mit bewegenden Hindernissen: eine Arbeit über die Verwendung des APF-Algorithmus in einer dynamischen Umgebung.“

4 Methodik:

Zunächst wird eine Umgebung für einen Roboter, z.B. den TurtleBot3, erstellt. In dieser soll der Roboter einen gewissen Zielpunkt erreichen. Auf seinem Weg wird dieser ein Gebiet mit Hindernissen passieren. Die Hindernisse können sich je nach Durchführung auch in diesem Feld bewegen um dynamische Hindernisse wie Passanten vereinfacht zu simulieren.

Zunächst wird der klassische APF-Algorithmus vorgestellt werden und anhand diesem Versuchsaufbau analysiert. Nach und nach kommen Erweiterungen hinzu, wie die Vorprojektion der abstoßenden Kräfte oder den Ergebnissen des IAPF, die ebenfalls analysiert werden. Ermittelt werden könnten hier die Anzahl der Kollisionen oder zurückgelegte Weg im Zusammenhang mit der Anzahl/Geschwindigkeit der Hindernisse.

Die Analysen der verschiedenen Methoden sollten einen guten Aufschluss darüber geben, inwiefern das APF und seine Erweiterungen in einer dynamischen Umgebung geeignet sind.

5 Erwartete Ergebnisse:

Der APF-Algorithmus sollte mit jeder Erweiterung nacheinander immer bessere Testergebnisse (i.e. weniger Kollisionen) erzielen. Die Modelle sollten bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten der Objekte ähnlich gut funktionieren, da die relative Geschwindigkeit zum Roboter ebenfalls gering wird und so diese für den Roboter bei ausreichend hoher Fahrtgeschwindigkeit als stillstehend angenommen werden kann. Die erste Erweiterung, also der Vorprojektion, sollte dem klassischen Modell im Hinblick auf Anzahl der Kollisionen allerdings deutlich überlegen sein, da dieses darauf Abzielt den Raum in den sich ein Objekt bewegen wird zu räumen und falls die Geschwindigkeiten nicht zu groß werden, dies auch immer erreicht werden. Der zurückgelegte Weg könnte sich dadurch aber deutlich verschlechtern, da schnell lokale Minima entstehen könnten. Dieses Problem sollte durch die letzte Erweiterung geringer werden, da dieses adaptiver mit den Geschwindigkeiten arbeitet.

6 Zeitplan:

21 oder 28.08, wenn möglich anmelden, 9 Wochen Bearbeitungszeit:

1.Woche: Erste Texte wie Einleitung oder Beschreibung des APF schreiben, parallel Programmcode des simplen APF verbessern

2.Woche: Simplen APF soweit auswerten und abschließen. Selbes Prozedere für 1. Und 2. Erweiterung.

3.Woche: Auch diese auswerten und verschriftlichen. Erste Überlegungen um Modell auf realen Turtlebot3 laufen zulassen, wie zum Beispiel Objekterkennung oder mögliches Mapping

4.Woche: Fertigstellung der reinen theoretischen 3 Modelle (simpler APF, Projektion, IAPF) in Text

5.Woche: Bearbeitung an Realisierung der Anwendung auf realen Roboter.

23.10 – 30.10 spätestens Abgabe

Die generelle Struktur der Arbeit sollte ähnliche der vorherigen Beschreibung der Methodik sein. Zunächst wird der allgemeine Sachverhalt erklärt, danach die verschiedenen Modelle behandelt. Darauf folgend werden diese nochmal gegenseitig verglichen und auf Unterschiede hingewiesen. Als letzter Abschnitt werden ausgewählte Modelle noch auf den realen Roboter gebracht. Hierzu müssen dann auch noch mehrere Abschnitte folgen, wie der Objekterkennung oder der generellen Vorstellung des Turtlebots.

6 Schlussfolgerung:

Durch diesen Versuchsaufbau mit bewegenden Hindernissen und der ständigen Erweiterung des APF-Algorithmus, sollte ein guter Einblick in die Funktionalität und der Nutzbarkeit des Modells in einer dynamischen Umgebung geliefert werden.

[1] O. Khatib, "Real-time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots," in Proceedings. 1985 IEEE International Conference on Robotics and Automation, vol. 2, pp. 500-505.

[2] <https://doi.org/10.3390/robotics12030081>

[3] <https://medium.com/@sarim.mehdi.550/mapping-path-following-for-a-two-wheeled-robot-b8bd55214405>

[4] C. Tingbin and Z. Qisong. 2013. Robot Motion Planning Based on Improved Artificial Potential Field. pp. 1208- 1211.

Ende des Exposés

Bemerkungen:

Je nach Besprechung am 16.08 mögliche Änderungen oder weitere Modelle die bearbeitet werden sollen

Plan für diese Besprechung: Besprechung dieses Exposés; Einschätzung des aktuellen Standes und Überlegung einer möglichen Anmeldung der Arbeit; Vorstellung der bisherigen sonstigen Ergebnisse