



MASTERARBEIT

„Boden-Berechnung für Roboter“

Carolin Bösch

Elitestudiengang „Satellite Technology“

Julius-Maximilians-Universität Würzburg, 2024

Verarbeitung von Laserscandaten für Roboter

Carolin Bösch hat im Elitestudiengang „Satellite Technology“ an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg studiert. Dort hat sie sich im Rahmen ihrer Masterarbeit auf die Echtzeitverarbeitung von Laserscandaten zur Berechnung der Steigung des Bodens, anhand des Normalenvektors der Bodenebene, beschäftigt.

DAEDALUS- Kugelroboter für planetare Erforschung

Die Masterarbeit von Carolin Bösch im Studiengang „Satellite Technology“ untersucht die Echtzeitberechnung des Bodenebenen-Normalvektors aus Laserscanner-Punktwolken eines kugelförmigen Roboters. Diese Forschung basiert auf der DAEDALUS ESA-Studie der Universität Würzburg, welche sich mit der Entwicklung innovativer Robotertechnologien für planetare Explorationen beschäftigt. Im Rahmen dieser Studie wird ein kugelförmiger Roboter entwickelt, der sich durch seine Form und Bewegungsfähigkeit besonders für unwegsames Gelände eignet und für die Erforschung von Mondhöhlen eingesetzt werden soll. Ein zentrales Element dieser Technologie ist die präzise Lokalisierung und Bestimmung der Orientierung des Roboters, welche durch die Berechnung des Bodenebenen-Normalvektors (Steigung des Bodens) verbessert werden kann.

Ansätze zur Berechnung des Normalenvektors

Um den Normalenvektor der Bodenebene aus den Laserscanner-Punktwolken zu ermitteln, wurden verschiedene Ansätze implementiert und verglichen. Bevor mit der eigentlichen Berechnung begonnen werden kann, müssen die Punktwolken zunächst gefiltert werden, um ausschließlich die relevanten Punkte zu extrahieren, die die Bodenoberfläche darstellen. Dies reduziert die Komplexität der Daten, sowie die Laufzeit des Programms, und erhöht die Genauigkeit der anschließenden Berechnungen. Zwei Hauptansätze werden hierbei verfolgt: einer basiert rein auf geometrischen Methoden, während der andere eine spezielle Datenstruktur verwendet, um die Punkte effizient zu speichern und zu filtern.

In der Arbeit werden vier moderne Algorithmen zur Erkennung von Ebenen in Punktwolken verwendet. Zwei dieser Algorithmen gehören zur Kategorie des "Plane Fitting", bei dem eine Ebene an die Bodenpunkte angepasst wird. Die anderen beiden Algorithmen fallen unter "Plane Detection", bei dem es darum geht, die Ebene innerhalb der Punktwolke zu identifizieren. Diese Methoden bieten unterschiedliche Ansätze zur Bearbeitung und Analyse der Punktwolken. Jede dieser Methoden hat ihre eigenen Vor- und Nachteile, die im Detail untersucht und dokumentiert werden.

Integration des Normalenvektors in den Kalman-Filter

Der in Echtzeit berechnete Normalenvektor des Bodens wird anschließend in einen Kalman-Filter integriert, der zur Lokalisierung des kugelförmigen Roboters dient. Der Kalman-Filter ist ein weit verbreitetes Werkzeug in der Robotik, das zur Schätzung des Zustands eines Systems aus einer Reihe von Messungen verwendet wird, die mit Unsicherheiten behaftet sind. Durch die Integration des Normalenvektors in den Kalman-Filter kann die Genauigkeit der Positionsbestimmung des Roboters erheblich verbessert werden.



Abbildung 1: Kugelförmiger Roboter

© Dr. Linn Leppert

Mehr zum Elitestudiengang:

www.elitenetzwerk.bayern.de

<https://www.uni-wuerzburg.de/satec/>