

ROBOTAS – ENTWICKLUNG EINES MOBILEN ROBOTERS ZUM KLEINWAREN-TRANSPORT

Student: PRODROMOU, Dimitrios, PK: 0910331005, 4. Semester

FH-Betreuer: Oberst dhmtD DI PESCHAK, Bernhard

Firmenbetreuer: Dipl.-Ing. Dr.techn. ZILLICH, Michael

Kurzfassung: Diese Masterarbeit befasst sich mit der Entwicklung eines Prototypen, welcher einer Person ab dem Betreten bis zum Verlassen des Supermarktes als Transporthilfe beisteht. Das Hauptthema dieser Arbeit ist dabei die Personenverfolgung mit kostengünstigen Sensoren in einer realen Umgebung. Im weiteren Verlauf wird unter anderem auf die verwendete Kinect Kamera eingegangen. Diese erstellt zusätzlich zum RGB-Bild ein Tiefenbild der Umgebung, welches in der späteren Berechnung der Position der Zielperson von großer Bedeutung ist. Basierend darauf werden die verwendete Vision Bibliothek OpenCv das Robot Operating System und ihre Methoden zur Detektion und Verfolgung der Zielperson betrachtet. Aus der Kombination der gewählten Methoden bilden sich schließlich die Version 1 (3D-Punktwolke und spezieller Template matcher) und die schnellere und verbesserte Version 2 (Tiefenbild und speziell angepasster Particle Filter) des Gesamtsystems. Des Weiteren wurden ein Bluetooth-System zur eindeutigen Identifizierung und Distanzberechnung der Zielperson überprüft. Dieses konnte allerdings keine ausreichend genaue Distanzangabe der Person liefern, weswegen es nicht in das Gesamtsystem implementiert wurde. Die Experimente ergaben, dass bei konstanten Lichtverhältnissen, die Zielperson mit einer hohen Übereinstimmung gefunden werden konnte. Bei variablen Lichtverhältnissen traten hingegen verfälschte Farbinformationen durch die Kamera auf, was zu Berechnungsfehlern und schließlich zur verfälschten Übereinstimmungsergebnissen führte. Zusammengefasst betrachtet wurde eine funktionierende, sehr gute Basis für weitere Projekte gelegt und der Prototyp liefert schon in dieser frühen Phase ausgesprochen gute Ergebnisse.

Schlüsselwörter: OpenCv, Robot Operating System, Kinect, Einkaufsroboter

1. EINLEITUNG

Durch den Einsatz von mobilen Robotern im Staubsauger- und im Rasenmäherbereich wurden schon die ersten Schritte in Richtung Haushaltsrobotik getätigt. Meistens ohne „Augen“, bewegen sie sich nahezu blind in ihrer Umgebung und reagieren auf geringe Kollisionen oder Annäherungen an Wände oder Hindernisse. Was für den simplen Haushalt vollkommen ausreichend ist, wäre für den Einkauf in einem Supermarkt allerdings zu gering. Hierbei spielen je nach Anforderung viel mehr Faktoren eine Rolle, als sie der simple Aufbau eines Staubsaugroboters bewältigt.

2. PROBLEM- UND AUFGABENSTELLUNG

Der Grundgedanke dieser Masterarbeit ist es, einen Prototyp eines vollautomatischen Einkaufswagens zu entwickeln. Dieser soll einer Person ab dem Betreten des Supermarktes bis zum erneuten Verlassen als Tragehilfe bereitstehen. Die Testumgebung für dieses Projekt befindet sich im ACIN-Institut der Technischen Universität Wien.

Der Roboter soll die Zielperson in der Initialisierungsphase erfassen und ihr konstant durch den Raum folgen. Hindernisse und andere Personen, welche sich in der Umgebung der Zielperson befinden oder zwischen Roboter und Zielperson durchgehen, werden nicht als Ziele erkannt. Optional sollen verschiedene Funktechnologien miteinander verglichen und nach eingehender Recherche, eine Implementierung in das Gesamtsystem in Betracht gezogen werden.

3. MATERIALIEN UND METHODEN

Besonders der Softwarebereich spielt in diesem Projekt eine große Rolle. Mit dem Fokus auf Stabilität, Komfort und Effektivität, werden die benutzten Programme ausgesucht und vorgestellt. Neben den Treibern zur Steuerung des Roboters sind im hier verwendeten Robot Operating System (ROS) auch die Treiber zur Kommunikation mit der Kinect Kamera. Die Informationen in den empfangenen Kamerabildern werden durch die Vision Bibliothek OpenCv verarbeitet, welche alle Funktionen zur Erkennung und Verfolgung einer Person in einem Bild beinhaltet.

Die Basis Hardware setzt sich in diesem Falle aus Komponenten zusammen, welche entweder extra dafür ausgewählt wurden oder bereits im ACIN-Institut der Technischen Universität Wien vorhanden waren. Der gewählte mobile Roboter der Firma Pioneer erfüllt weitgehend alle Projektanforderungen und kann sofort eingesetzt werden. Dabei ermöglicht die verwendete Kinect Kamera der Firma Microsoft überaus gute Bilder bei einem günstigen Anschaffungspreis.

Particle Filter

Die Position der Person kann über die bildgebenden Verfahren, dem Tiefenbild und einem speziell angepassten Particle Filter ermittelt werden. Aus der Kombination der Ergebnisse aus den 2D und 3D-Bildverarbeitungsfunktionen überprüft er laufend die Wahrscheinlichkeit, ob die aktuell erfasste Person, auch die Zielperson ist.

4. PRAKTISCHE DURCHFÜHRUNG

OpenCv beinhaltet verschiedene Funktionen, welche in Kombination, den geforderten Kriterien entsprechen können. Da nicht jede Funktion für diese Aufgabestellung geeignet ist werden einige im Detail betrachtet und ihre Implementierungsmöglichkeiten in das Gesamtsystem überprüft. Wie bereits erwähnt, benötigt das System eine Möglichkeit die Distanz zu der Zielperson zu ermitteln. ROS bietet zur Filterung und Bearbeitung der 3D-Punktwolke die Point Cloud Library an. Neben dieser, kann die Distanz auch über das vorhandene, schnellere Tiefenbild ermittelt werden. Dies wurde erst gegen Ende der Projektlaufzeit verwendet.

Drahtlose Systeme

Der Einsatz von Identifikationschips würde einen Roboter genau zu einer Zielperson für ihren Aufenthalt im Supermarkt

binden und außerdem noch eine weitere Distanzmessung ermöglichen. Verschiedene Technologien wurden nun theoretisch analysiert und miteinander verglichen. Dabei untersuchten Grossmann et al. (2007) bereits verschiedene Messparameter des ZigBee-Systems im Vergleich zur Distanz und kamen zu relativ guten Ergebnissen. Aufgrund der teilweise enormen Anschaffungskosten, konnte allerdings nur das Bluetooth-System getestet werden. Der Testaufbau bestand aus einem Bluetooth fähigem Mobiltelefon (LG P990), einem Laptop mit Bluetooth 3.0 und einer Messstrecke von 20 m. Zunächst wurde die Messwerte bei der Startposition von 0m erfasst und in Meterschritten die Messung wiederholt, bis die gesamte Strecke von 10 m erfasst wurde. Abschließend wurde noch eine letzte Messung bei Streckenabschnitt 20 m durchgeführt.

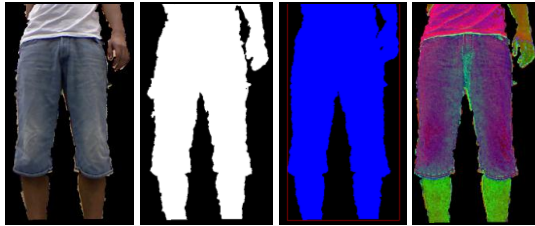


Abb. 1: Verschiedene Ansichten der Version 2 des Gesamtsystems: v.l.n.r. gefiltertes RGB-Bild, gefiltertes Tiefenbild, erfasste Person mit der FloodFill-Funktion, HSV-Ansicht

Komponenten Version 1 und 2 des Gesamtsystems

In der Version 1 des Gesamtsystems wurde eine Kombination aus der 3D-Punktwolke und einem speziellen FastTemplateMatcher (Georgiou 2009) verwendet. Die Version 2 (Abb. 1) des Gesamtsystems hingegen, wurde aus dem Tiefenbild und einem speziell angepassten Particle Filter gebildet.

4. ERGEBNISSE

Für die Versuche mit dem Bluetooth-System, wurde das Linux integrierte hcitool verwendet mit dem ein Bluetoothgerät konfiguriert werden kann. Dabei dienen die Link Quality (LQ), der Received Signal Strength Indicator (RSSI) und der Transmit Power Level (TPL) als Messparameter (vergleiche Farhani 2008).

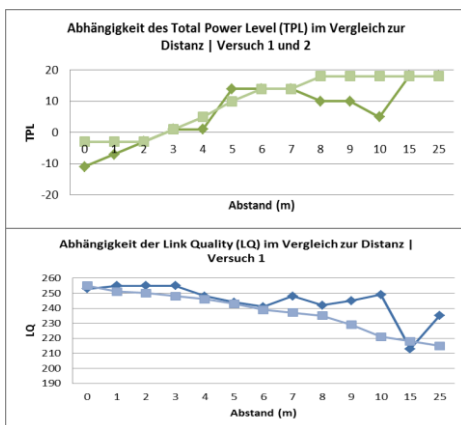


Abb. 2: Ergebnisse des TPLs und der LQ aus Versuch 1 und 2

Wie die Ergebnisse der beiden Versuche in Abb.2 zeigen, konnte beim TPL eine stärkere Veränderung festgestellt werden, als beim LQ. Der RSSI-Wert war dabei ohne Aussagekraft. Des Weiteren hatten die Messwerte eine gewisse zeitliche

Verzögerung bei der Einstellung auf eine neue Distanz, was das Ergebnis möglicherweise weiter verschlechtert. Bei einer bestehenden Datenverbindung zwischen Laptop und Mobiltelefon konnten weitaus bessere Ergebnisse erzielt werden, allerdings sehr zur Last der Batterie. Die Ergebnisse waren nicht praktikabel genug um eine vernünftige Positionsangabe durchführen zu können, weswegen es nicht in das Gesamtsystem implementiert wurde.

Versuche mit der Version 1 und 2 des Gesamtsystems

Da die Version 1 des Gesamtsystems durch die Verwendung der 3D-Punktwolke und des FastTemplateMatchers bei den Versuchen starke zeit- und rechenintensiv war, konnte keine ausreichend gute Erkennungsraten erzielt werden. Durch die Kombination des Tiefenbildes mit dem Particle Filter konnte in Version 2 des Gesamtsystems ein deutlicher Geschwindigkeitszuwachs erzielt werden. Dabei wurde jeweils die Verfolgung einer Person mit einer langen blauen Jeanshose, einem bunten Rock und einer kurzen blauen Jeanshose getestet (Abb.3 links). Dabei konnten die Personen relativ gut detektiert und verfolgt werden. Auch bei einer erschwerten Testbedingung durch eine zweite Person im Bild (Abb.3 mitte und rechts), wurde die Zielperson weiterhin sicher ermittelt. Probleme bei der internen Farbeinstellung der Kinect Kamera führten zeitweise zu falschfarbigen Bildern, und schließlich zu fälschlichen Übereinstimmungen mit anderen Objekten wie Schränken oder Kartons.



Abb. 3: Verschiedene Ansichten des Particle Filters, links: gefundene Zielperson, mitte und rechts: gefundene Zielperson trotz zweiter Person im Bild

5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Zusammengefasst betrachtet wurde das Projekt erfolgreich abgeschlossen. So wurde eine Person erfolgreich in einem Bild detektiert und schließlich verfolgt. Auch wenn, je nach Lichtverhältnissen, andere Objekte als korrekte Ziele erkannt wurden, fand eine stabile Detektion und Verfolgung der Zielperson statt.

Das Potential für Erweiterungen und Verbesserungen ist dabei überaus groß. So lässt die Version 2 des Gesamtsystems sehr viel Spielraum für neue Detektionsalgorithmen und besseren Personenerkennung. Vor allem die Implementierung einer besseren drahtlosen Identifikationsmethode sollte ein Hauptbestandteil in Folgeprojekte sein.

6. LITERATURVERZEICHNIS

- Farhani, S., 2008. *ZigBee wireless networks and transceivers*. Frankfurt: Elsevier Information Systems GmbH Verlag.
- Georgiou, T., 2011. *Fast Match Template* [online]. Verfügbar unter: opencv.willowgarage.com/wiki/FastMatchTemplate [Zugang am 12. August.2011]
- Grossmann R., Blumenthal, J., Golasowski, F., Timmermann, D., 2007. *Localization in Zigbee-based wireless sensor networks* [online]. Verfügbar unter: <http://www.loms-itea.org/publications/LocalizationZigbee.pdf>