

# OmniRob – Funklokalisierung eines omnidirektionalen Roboters mit Mecanum-Antrieb

## Projektleitung

Prof. Dr. Christof Röhrig

## Wiss. Mitarbeit

Daniel Heß

Frank Künemund

Christopher Kirsch

## Zeitraum

2009–2010

## Förderung

Fachhochschule

Dortmund

Forschungsbudget

## Kontakt

Prof. Dr. Christof Röhrig

Fachbereich Informatik

Fachhochschule

Dortmund

Emil-Figge-Str. 42

44227 Dortmund

Tel.: 0231 755-6778

E-Mail: christof.roehrig

@fh-dortmund.de

## Kurzfassung

Mobile Roboter finden in immer mehr Bereichen, wie z. B. in der Logistik oder in der Produktion, Einsatz. Dabei setzen viele Roboter auf einen Differentialantrieb, der die Beweglichkeit von Kettenfahrzeugen wie z.B. Panzern aufweist. Während diese für Einsatzszenarien mit großen freien Flächen für Rangierfahrten geeignet sind, verlangt z. B. die Intralogistik eine höhere Flexibilität von mobilen Robotern, als sie mit einem Differentialantrieb zu erreichen ist. Eine Lösung stellen hier Roboter mit omnidirektionalem Mecanum-Fahrwerk dar, die eine Beweglichkeit ähnlich der von Luftkissenfahrzeugen aufweisen.

Die hohe Flexibilität, die eine Ausnutzung aller Freiheitsgrade in der Ebene bietet, ermöglicht die Fahrt durch enge Gänge, wie sie in der Intralogistik oft zu finden sind. Für das autonome Ausführen von Fahraufträgen bedeutet dies allerdings, dass eine hohe Positioniergenauigkeit erreicht werden muss, um die gewonnene Flexibilität nicht wieder zu verlieren. Dieses hochschulintern geförderte Forschungsprojekt beschäftigt sich sowohl



Abbildung 1: Omnidirektionaler Roboter des Intelligent Mobile Systems Lab der Fachhochschule Dortmund auf der medLogistica 2011 in Leipzig. (Foto: Leipziger Messe GmbH / Uwe Frauendorf)

mit dem omnidirektionalen Mecanum-Antrieb, als auch mit der zur optimalen Nutzung des Antriebs notwendigen hoch genauen Lokalisierung.

## Hintergrund und Zielsetzung des Forschungsprojekts

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines omnidirektionalen Roboters, der für den Transport von Lasten in der Intralogistik eingesetzt werden kann. Um den Forderungen moderner Produk-

tions- und Distributionssysteme nach kleineren Transporteinheiten gerecht zu werden, ist der Roboter für den Transport von Euro-Behältern ausgelegt. Lokalisiert und navigiert wird er über ein neuartiges Funklokalisierungssystem in Echtzeit, welches an der Fachhochschule entwickelt wurde. Das Lokalisierungssystem nutzt dabei Technologien, die ohnehin für den Betrieb eines mobilen Roboters notwendig sind, wodurch Kosten eingespart werden. Kernelement der Lokalisierung ist eine Funktechnologie, mit der neben der für Fahraufträge und Statusmeldungen notwendigen Kommunikation auch eine initiale Lokalisierung des Roboters durchgeführt werden kann.

Fusioniert werden die Abstandsmessungen des drahtlosen Sensornetzwerks während der Fahrt mit den Bewegungsinformationen des Roboters und den Messungen der zwei verwendeten Sicherheits-Laserscannern. Diese ermöglichen, dank ihrer Messgenauigkeit, präzise Andockvorgänge an den Lastübergabestationen. Sicherheits-Laserscanner sind für den Einsatz in Bereichen mit Personenverkehr notwendig, um den Arbeitsschutz zu gewährleisten. Bei der Konstruktion des omnidirektionalen Fahrzeugs wurden die Laserscanner, die jeweils einen Bereich von 270° abdecken, diagonal am Fahrzeug angebracht, um die vollen 360° abdecken zu können. Die Verwendung der ohnehin notwendigen Sicherheits-Laserscanner und die Fusion mit den Abstandsmessungen eines drahtlosen Sensornetzwerks stellt eine innovative und kostengünstige Alternative zu bestehenden Lokalisierungsverfahren dar.

## Ergebnisse

### Modulare Software

Die modular entworfene Software ermöglicht sowohl die Steuerung des konzeptionierten omnidirektionalen Fahrzeugs, als auch die Verwendung des Simulators im viel genutzten Roboter-Frameworks Player/Stage. Es wird dabei nicht nur auf Stage zur Simulation des Roboters zurückgegriffen, auch eine Ansteuerung der entwickelten Software über das Player-Framework ist möglich. Durch die Modularität ist die Schnittstelle zu den Motoren des Antriebs austauschbar. Somit besteht eine einfache Möglichkeit, die Software auf ein neues Fahrzeug zu übertragen.

Die Struktur in Clients und Server ermöglicht eine einfache Verlagerung der Software auf einen oder verschiedene Rechner. Auf dem Roboter selbst muss zwingend die Regelung ausgeführt werden, welche nicht nur die Drehzahlen der vier verwen-

deten Motoren sondern auch die Position innerhalb eines globalen Koordinatensystem regelt. Es besteht die Möglichkeit dem Roboter über ein Client-Interface Fahraufträge in Form von Bahnsegmenten zu übermitteln. Auf diesen Bahnsegmenten führt die Lokalisierung im Zusammenspiel mit der Regelung zu einer genauen Einhaltung der vorgegebenen Bahn.

### **Lokalisierungssoftware**

Zur Lokalisierung des mobilen Roboters wurde ein neuartiger Algorithmus entwickelt, der die Daten des drahtlosen Sensornetzwerks mit den Daten der Sicherheits-Laserscanner fusioniert. Wenn das Transport-Fahrzeug nach einem Akku-Wechsel oder einer Störung angeschaltet bzw. neu gestartet werden muss, müsste eigentlich ein Mensch dem Fahrzeug dessen korrekte Position mitteilen. Bei der Interaktion mit dem Menschen kann es zu Fehlern kommen, welche sich vor allem in der Navigation negativ auswirken. Um diese Interaktion zu vermeiden und somit auch das autonome Verhalten des mobilen Roboters zu verbessern, werden die Messungen des drahtlosen Sensornetzwerks zur initialen Positionsbestimmung genutzt. Das drahtlose Sensornetzwerk hat die Vorteile, dass mit den ortsfesten Sensorknoten kein zwingender Sichtkontakt vorhanden sein muss und dass die Abstandsmessungen genau zugeordnet werden können. Ein neues Verfahren nutzt die Abstandsmessungen des drahtlosen Sensornetzwerks und Modelle, welche die Ungenauigkeiten der Messungen widerspiegeln, zur initialen Positionsbestimmung [2].

Nachdem die initiale Position des Fahrzeugs mittels des drahtlosen Sensornetzwerks bestimmt wurde, werden die weiteren Sensoren für die sogenannte „Positionsverfolgung“ während der Fahrt genutzt. Das omnidirektionale Fahrverhalten ist mit einer gewissen Unsicherheit in der Bewegung versehen. Um diese Unsicherheit modellieren zu können und dadurch die Lokalisierung zu verbessern, wurde ein sogenanntes „Bewegungsmodell“ entwickelt. Dieses Bewegungsmodell gibt an, wie ungenau welche Art von Bewegung ist. Dies wurde mit experimentellen Ergebnissen und einem „Andock-Szenario“ in [3] präsentiert. Um die Lastabgabe- und Lastaufnahme-Manöver zu gewährleisten, werden die Lastübergabestationen mit Reflektorfolie ausgestattet. Diese ermöglichen eine einfache Erkennung innerhalb einer Messung der Sicherheits-Laserscanner und gewährleisten eine zentimetergenaue Positionierung. Zwischen den Lastübergabestationen wird das drahtlose

Sensornetzwerk zur Positionsverfolgung verwendet, um eine sichere Navigation zu gewährleisten.

Eine detaillierte Beschreibung des Lokalisierungsverfahrens einschließlich experimenteller Ergebnisse wurde in [1 - 4] veröffentlicht. Die ersten Ergebnisse der Funklokalisierung wurden auf der Hannovermesse 2010 auf einem Stand mit Fahrfläche präsentiert. Der aktuelle Software-Stand mit akustischen Warnmeldungen für Personen und einer robusten Lastabgabe und -aufnahme wurde im Mai 2011 auf der med. Logstica in Leipzig ausgestellt (Abbildung 1). Beide Messen führten zu Kontakten mit der Industrie, aus denen bisher zwei drittmittelfinanzierte Forschungsprojekte resultieren.

### **Literatur**

- [1] Kirsch, C; Röhrig, C: Global Localization and Position Tracking of an Automated Guided Vehicle. In: Proceedings of the 18th IFAC World Congress, Mailand 2011
- [2] Röhrig, C; Heß, D.; Kirsch, C.; Künemund, F.: Localization of an Omnidirectional Transport Robot Using IEEE 802.15.4a Ranging and Laser Range Finder. In: Proceedings of the 2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Taipeh 2010
- [3] Röhrig, C.; Kirsch, C.: Particle Filter Based Sensor Fusion of Range Measurements from Wireless Sensor Network and Laser Range Finder. In: Proceedings of the joint 41st International Symposium on Robotics and 6th German Conference on Robotics, München 2010
- [4] Kirsch, C.; Röhrig, C.: Position Tracking Using Sensor Fusion of a Wireless Network and a Laser Range Finder. In: Proceedings of the 7th IEEE Workshop on Positioning Navigation and Communication, Dresden 2010