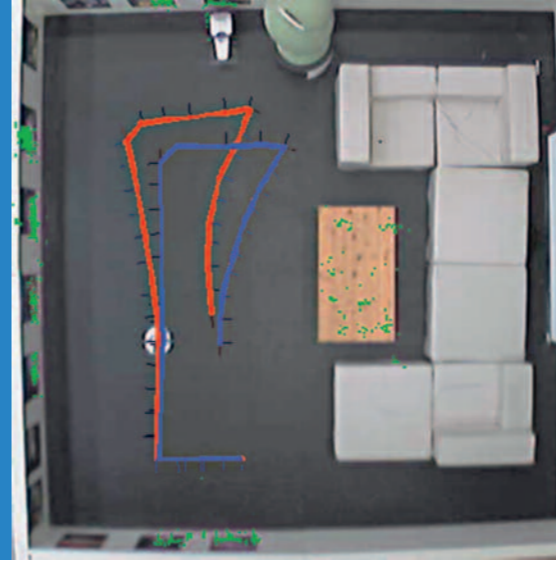




1



2



VISUELLE LOKALISIERUNG VON KLEINROBOTERN

Ausgangssituation

Seit der Markteinführung des ersten Roboterrasenmähers im Jahr 1995 durch die Firma Husqvarna ist ein stetiges Wachstum der Verkaufszahlen von mobilen Kleinrobotern für Haushaltsanwendungen zu verzeichnen. So wurden bis heute allein von der Firma iRobot über drei Mio. Staubsaugroboter verkauft. Praktisch alle derzeit angebotenen Haushaltsroboter dienen der Flächenbearbeitung (Trocken-, Nassreinigung, Rasenmähen) und haben damit u. a. die Aufgabe, eine vorgegebene Fläche (Wohnraum, Rasen) in möglichst kurzer Zeit vollständig zu befahren. Die Marktdurchdringung dieser Systeme ist jedoch vor allem im häuslichen Bereich im Vergleich zu manuellen Lösungen immer noch gering. Hierbei werden als Hauptursachen die eingeschränkten Möglichkeiten der verwendeten Navigationsverfahren zum systematischen Bearbeiten von Flächen angesehen.

Aufgabe

Die derzeit angebotenen Robotermodelle verwenden größtenteils zufallsbasierte Navigationsverfahren. Solche Verfahren sind zwar robust und auf kostengünstiger Hardware realisierbar, arbeiten jedoch sehr ineffizient, da damit eine mehrfache Befahrung desselben Flächenstücks nicht vermieden werden kann. Systematisch arbeitende Navigationsverfahren haben diesen Nachteil nicht, da bereits befahrene Gebiete während der Bearbeitung aufgezeichnet werden. Um diese Verfahren zu realisieren, werden eine Karte der Umgebung, eine hinreichend genaue Positionsbestimmung (Lokalisierung) des Roboters und eine angepasste Bahngenerierung benötigt. Anforderungen an die verwendete Sensorik zur Umgebungserfassung sind zum einen eine hohe Messgenauigkeit und ein großer Informations-

gehalt der Sensordaten und zum anderen geringe Anschaffungskosten. Vor allem dadurch, dass Mobiltelefone in letzter Zeit durch Kamerafunktionen erweitert wurden, ist der Preis für kleine und dennoch leistungsfähige Farbkameras enorm gesunken. Ziel des Forschungsprojekts »Vislok« war, ein Verfahren zur visuellen Lokalisierung von Robotern auf Basis von Low-Cost-Farbkameras zu entwickeln.

Projektbeschreibung

Der im Rahmen des Projekts aufgebaute Prototyp besitzt einen Differenzialantrieb zur Fortbewegung. Weiterhin ist er mit einem Mikrocontroller ausgestattet, welcher die Motoren ansteuert und die Odometriedaten aufzeichnet. Schließlich besitzt der Roboter eine Webcam, deren Daten zur Kartenerstellung und zur Lokalisierung verwendet werden. Als Grundlage wurde die Basisplattform des ebenfalls am Fraunhofer IPA entwickelten »Tabl-o-bot« verwendet. Diese ist aus standardisierten Komponenten aufgebaut und einfach auf spezielle Aufgabengebiete anpassbar.

Das neu entwickelte Verfahren ermöglicht eine exakte Lokalisierung des Roboters im Raum durch die Kombination der gemessenen Eigenbewegung des Roboters mit den entsprechenden Kameradaten. Das Verfahren misst und erkennt dabei kontinuierlich markante Punkte in seiner Umgebung über die Farbkamera und berechnet, basierend auf seiner Eigenbewegung deren dreidimensionale Koordinaten. Diese werden anschließend in eine globale Umgebungskarte eingetragen. Durch den Abgleich der erstellten Karte mit den gemessenen Kameradaten und der Eigenbewegung des Roboters ist es möglich, die absolute Roboterposition in der Umgebung zu jedem Zeitpunkt zu bestimmen.

Ergebnis

Das am Fraunhofer IPA entwickelte Verfahren erzielt eine deutliche Verbesserung der Lokalisierungsgenauigkeit im Vergleich zu Lokalisierungsverfahren, die einzig die Eigenbewegung des Roboters zur Positionsschätzung berücksichtigen. Durch den expliziten Verzicht auf die Verwendung von rechenintensiven Algorithmen ist das Verfahren zur Integration auf Mikrocontrollern geeignet und bietet damit eine kostengünstige Möglichkeit zur Lokalisierung von Kleinrobotern als Grundlage der systematischen Flächenbearbeitung. Des Weiteren eröffnen sich durch diese Kostenreduktion weitere Anwendungsfelder für die autonome Navigation, wie z. B. in gewerblichen Reinigungsmaschinen. In diesem Fall kann die Kamerasensorik neben der Navigation auch zur Kollisionsvermeidung in dynamischen Umgebungen verwendet werden.

1 Basisplattform Tabl-o-bot (links). Erweiterung der Tabl-o-bot-Hardware mit Kamera (rechts)

2 Testumgebung (links). Grüne Punkte markieren erkannte Merkmalspunkte der Umgebung, welchen 3-D-Koordinaten zugeordnet wurden. Die farbigen Linien zeigen die ermittelte Roboterbewegung (Lokalisierung) unter Benutzung der Kameradaten (blau) im Vergleich zur Lokalisierungsgenauigkeit ohne Kameradaten (rot)