

Indoor Personen Ortung

Personenlokalisierungssysteme benötigen als integralen Bestandteil das Wissen um die Position eines Nutzers, die je nach Applikation im Innen- oder Außenbereich von Gebäuden liegen kann. Außerhalb von Gebäuden wird zur Bestimmung der Position des Nutzers häufig GPS verwendet. Im Innenbereich muss jedoch auf andere Technologien zurückgegriffen werden, da hier GPS nicht nutzbar ist.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde zusammen mit der Solcon Systemtechnik GmbH ein Lokalisierungssystem realisiert, das die zuverlässige Ortung von Nutzern innerhalb von Gebäuden ermöglicht. Dazu wurde ein probabilistischer Algorithmus adaptiert, um eine Funklokalisierung über Funklaufzeitdifferenzen, eine Schritterkennung und eine Orientierungsbestimmung zu einer Position zu fusionieren.

Projektleitung
Prof. Dr. Christof Röhrig

Wiss. Mitarbeit
Julian Lategahn
Marcel Müller
René Unkrig

Zeitraum
2012 - 2013

Kooperationspartner
Solcon Systemtechnik
GmbH

Förderung
Gefördert durch das
Bundesministerium für
Wirtschaft und Energie
im Rahmen des Förder-
programms „Zentrales
Innovationsprogramm
Mittelstand (ZIM)“

Hintergrund und Zielsetzung

Für Location Based Services (LBS) ist die Bestimmung der Position eines Nutzers ein bedeutender Bestandteil ohne den ein solcher Service häufig nicht nutzbar wäre. LBS sind zum Beispiel bei der Nutzung eines Smartphones nicht mehr wegzudenken. Mit Apps zur Routenplanung für das Auto oder einem Finder von Restaurants seien an dieser Stelle nur zwei erwähnt. Weitere potentielle Anwendungsgebiete sind die Ortung von Personal in Lagerhallen, Krankenhäusern oder ähnlichen Einrichtungen, Erleichterung der Orientierung für Besucher von Großveranstaltungen (z.B. Messen) oder die Bereitstellung von positionsabhängigen Informationen bezüglich der Akteure verschiedener Sportarten.

Da diese Anwendungen häufig innerhalb von Gebäuden Einsatz finden, ist es dementsprechend nicht möglich GPS zur Lokalisierung des Nutzers zu verwenden. Hier muss auf andere Technologien, wie Messung von Funk-Signallaufzeiten oder Signalstärken in einem drahtlosen Netzwerk von Funkknoten, zurückgegriffen werden. Um eine möglichst hohe Nutzerzahl zu ermöglichen, wurde ein Time-Difference-of-Arrival (TDoA) System genutzt, da hier der zur Lokalisierung benötigte Kommunikationsaufwand der Teilnehmer auf ein Minimum reduziert wird. Jede zu ortende

Person muss dazu eine mobile Einheit, auf dem ein Funkmodul integriert ist, bei sich tragen.

Da in den beschriebenen Szenarien häufig eine höhere Genauigkeit benötigt wird, als dieses bei der alleinigen Nutzung der Funklokalisierung möglich ist, wurde darüber hinaus eine Schritterkennung sowie die Ermittlung der Schrittweite über einen Beschleunigungssensor und eine Bestimmung der Orientierung des Nutzers über ein Gyroskop implementiert. Beide Sensoren werden ebenfalls auf der mobilen Einheit, die bereits das Funkmodul integriert hat, angebracht.

Das Ziel des Projektes ist es schlussendlich alle genannten Methoden über ein probabilistisches Verfahren zu kombinieren, um eine Genauigkeit zu erreichen, die für alle angestrebten Anwendungen ausreichend ist.



Abb. 1: Die Schritterkennung ist ein integraler

Funklokalisierung

Die TDoA-Funklokalisierung ist die Basis des im Projekt entwickelten Positionierungssystems. Dabei werden Differenzen in der Signallaufzeit bestimmt, die bei der Kommunikation zwischen einer mobilen Einheit und mehreren sogenannten Ankerpunkten auftreten. Diese Anker sind fest installierte Knoten mit bekannter Position und identischer Zeitbasis, die über Ethernet mit einem zentralen Rechner verbunden sind. Die Zeitdifferenzen werden nun benutzt, um daraus Hyperbeln zu bilden. Sind mindestens zwei Hyperbeln vorhanden, kann der Schnittpunkt der Hyperbeln berechnet und somit die Position des Nutzers erkannt werden. Die Schwierigkeit liegt bei der Benutzung von Funksystemen darin, dass das Funksignal nicht immer über den direkten Weg den Empfänger erreicht, sondern über Reflektionen an sein Ziel gelangt und somit die Messung sowie Position verfälscht sind. Daher wurden verschiedene Filter implementiert, um solche Messungen möglichst gut zu erkennen und vom späteren Prozess der Fusionierung auszuschließen [1].

Innerhalb des Projektes wurde ebenfalls untersucht, ob eine Zusammenführung von TDoA- und Signalstärke-Messungen einen positiven Effekt auf die Lokalisierung hat. Es wurde gezeigt, dass die Nutzung der Signalstärke in Situationen, in denen das TDoA-System eine schlechte Genauigkeit aufweist, das Ergebnis deutlich verbessern kann [2].

Schritterkennung

Die Detektion von Schritten geschieht häufig über das Erkennen der Erschütterungen, die bei Berührungen des Fuß mit dem Boden auftreten. Dabei entstehen starke Beschleunigungen, die mit einem Beschleunigungssensor erfasst werden und dem Schritt zugeordnet werden können. Darüber hinaus kann aus der Stärke der Erschütterungen abgeleitet werden, welche Distanz ein Nutzer mit dem Schritt zurückgelegt hat. Aus diesen beiden Informationen, dass ein Schritt stattgefunden hat und wie weit dieser war, kann nun abgeschätzt werden, welche Distanz die Person während der Nutzungsdauer zurückgelegt hat [3, 4].

Orientierungsbestimmung

Ohne das Wissen um die Orientierung des Nutzers kann die zurückgelegte Distanz jedoch nicht zur Bestimmung der Position benutzt werden. Dazu wurde in diesem Projekt ein Gyroskop eingesetzt, mit dem es möglich ist Änderungen in der Orientierung zu messen. Da es keine Bedingungen an die Anbringung des Tags gibt, ist es eine spezielle Herausforderung

die Lage des Tags zu bestimmen, um die Daten des Gyroskops auswerten zu können. Dazu wird in einer initialen Ruhephase mit dem Beschleunigungssensor die Erdanziehung ermittelt und die mobile Einheit an dieser ausgerichtet. Anschließend kann aus den Rohdaten des Gyroskops eine Änderung in der Bewegungsrichtung des Nutzers abgeleitet werden [3, 4]. Zusammen mit der Schritterkennung bildet dieses Verfahren das sogenannte Pedestrian Dead Reckoning (PDR), mit dem es möglich ist, den Weg einer Person ausgehend von einer bekannten Startposition nachzubilden.

Fusionierung der Sensoren

Zur Fusionierung der einzelnen Sensordaten wurde ein Erweiterter Kalman Filter (EKF) genutzt. Mit diesem ist es möglich den Einfluss der auftretenden Messfehler auf die Positionsschätzung zu minimieren. Ein Vorteil gegenüber anderen Algorithmen, die für eine Fusion nutzbar wären, ist, dass der EKF nur sehr wenig Rechenzeit benötigt und daher in einem System mit vielen Benutzern sehr gut geeignet ist. Untersuchungen in verschiedenen Umgebungen konnten zeigen, dass die Fusionierung der verschiedenen Sensordaten eine deutliche Verbesserung der Genauigkeit zum Ergebnis hat.

Literatur

[1] M. Müller, J. Lategahn, and C. Röhrig, "Pedestrian Localization using IEEE 802.15.4a TDoA Wireless Sensor Network", in 1st IEEE International Symposium on Wireless Systems within the Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS-SWS'2012). Offenburg, Germany. September 2012

[2] J. Lategahn, M. Müller, and C. Röhrig, "TDoA and RSS based Extended Kalman Filter for Indoor Person Localization", in Proceedings of the IEEE 78th IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2013-Fall). Las Vegas, USA. September 2013.

[3] J. Lategahn, M. Müller, and C. Röhrig, "Robust Pedestrian Localization in Indoor Environments with an IMU Aided TDoA System", in Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation 2014 (IPIN 2014). Busan, Korea. October 2014

[4] J. Lategahn, M. Müller, and C. Röhrig, "Extended Kalman Filter for a Low Cost TDoA / IMU Pedestrian Localization System", in Proceedings of the 11th IEEE Workshop on Positioning Navigation and Communication (WPNC 2014). Dresden, Germany. March 2014.

Kontakt

Prof. Dr. Christof Röhrig
Intelligent Mobile
Systems Lab
Fachhochschule
Dortmund
Emil-Figge-Str. 42
44227 Dortmund
Tel.: 0231 755-6778
E-Mail:
christof.roehrig@
fh-dortmund.de



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages