

Indoor Positioning System Utilizing Mobile Device with Built-in
Wireless Communication Module and Sensor

March 2016

Masaaki Yamamoto

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 第 号	氏 名	山本 正明
主 論 文 題 目： Indoor Positioning System Utilizing Mobile Device with Built-in Wireless Communication Module and Sensor (無線モジュール及びセンサ内蔵携帯端末を活用した屋内測位システム)			
(内容の要旨)			
<p>近年、GPS(Global positioning system)デバイスの内蔵されたスマートフォンや携帯電話の普及により、GPS を活用した様々な位置情報サービスが提供されている。しかしながら、GPS は、屋内環境において GPS デバイスの位置を推定することが困難という問題がある。屋内環境における位置情報サービスとしては、大規模商業施設内における経路案内サービスと大規模製造工場内における作業員位置管理サービス等の実現が期待されている。そこで、主論文においては、大規模屋内環境における位置情報サービス提供の実現に向けて、長距離通信可能な無線モジュール(WLAN, RFID)とセンサデバイスを内蔵した携帯端末を活用した屋内測位システムを提案した。</p> <p>1章では、研究の動機および目的について説明する。そして、携帯端末を活用した屋内測位システムを開発する為、想定する位置情報サービスの要求仕様を抽出及び明確化する。</p> <p>2章では、屋内測位システムの既存研究に関する調査内容を報告する。そして、想定する位置情報サービスに対して、既存の屋内測位システムを実適用する際の課題について述べる。経路案内サービスとしては、システム構築の低コスト化と高精度測位の両立が期待される。そこで、アクセスポイント(AP)の設置間隔を長くして、安価にシステム構築可能な WLAN 屋内測位システムを採用する。そして、WLAN 屋内測位システムの高精度測位を実現する方法を3章及び4章で提案する。</p> <p>製造工場の作業員位置管理サービスとしては、作業エリア (20m 程度)レベルで作業員位置を把握することが期待される。よって、屋内測位システムを作業員位置管理サービスに実適用する際の主な課題は、システム構築の低コスト化と考えられる。そこで、常設の基地局を不要にする安価な RFID 測位システムを5章で提案する。</p> <p>3章及び4章では、スパースな AP 配置の WLAN 屋内測位システムでスマートフォンを保持したサービス利用者を高精度測位する為、測位誤差の要因となるサービス利用者の人体電力損失を推定及び補正可能な人体電力損失モデルを提案する。尚、人体電力損失の発生する方位については、スマートフォン内蔵地磁気センサで測定する。さらにマルチパスフェージングに起因した測位誤差を低減する為、2つの周波数帯(2.4GHz, 5.2GHz)の信号を活用した測位方式を提案する。そして、会議室及び講義室における測位実験により、提案方式が、スパースな AP 配置間隔(9m)と高精度測位(Root-means-square error : 2.11m)の両立を達成することを確認した。</p> <p>5章では、携帯電話に内蔵可能な小型 RFID モジュール(24×57×4 mm)を開発する。RFID モジュールの通信機能としては、パッシブタグのリーダー機能、アクティブタグ機能、基地局機能がある。そして、RFID モジュールの全機能を活用する RFID 測位システムを提案する。製造工場内における測位実験により、提案システムが、常設基地局を不要であり、かつ作業員の作業エリア(20m)を測位可能となること確認した。</p> <p>6章では、2章から5章を総括した結言と今後の課題について述べる。</p>			

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Graduate School of Science and Technology	Student Identification Number	SURNAME, First name YAMAMOTO Masaaki
Title Indoor Positioning System Utilizing Mobile Device with Built-in Wireless Communication Module and Sensor		
Abstract <p>Global positioning system (GPS) is utilized in a number of applications such as navigation service, since mobile phones and smartphones built-in a GPS receiver have been widely spread. However, GPS is difficult to determine the position of the receiver in an indoor environment. Some examples of applications in an indoor environment, a navigation service in a large-scale shopping mall and an employee-location-management service at a factory are desired. This dissertation focuses on an indoor positioning system utilizing a mobile device with a built-in long range wireless communication module (WLAN (wireless local area network), RFID (radio frequency identification)) and sensor for a large-scale indoor environment.</p> <p>In Chapter 1, we present the motivations and objectives of this dissertation. We also present requirements for the indoor positioning system to realize the above mentioned applications.</p> <p>In Chapter 2, the related work in the indoor positioning system is described. Then, issues for applying the indoor positioning system to these services are clarified. Regarding the navigation service, a low cost and high accuracy positioning system is desired. To achieve the high accuracy positioning with low cost, a novel WLAN positioning system is described in Chapter 3 and Chapter 4. Regarding the employee-location-management service at factory, a main issue of applying a positioning system is cost to construct it. A general positioning system requires installation of many base stations. To resolve this problem, a novel RFID positioning system is proposed in Chapter 5.</p> <p>In Chapter 3 and Chapter 4, to achieve accurate WLAN positioning using a smartphone in the case of sparse AP (access point) deployment in an indoor environment, a positioning method is proposed. The unexpected power absorption by the user causes the positioning error. Therefore, the proposed method utilizes a novel model of a power absorption by a user at dual frequency bands (i.e. 2.4 GHz and 5.2 GHz). The directivity of the power absorption is measured using a magnetic sensor built into the smartphone. The proposed method is realized to provide accurate positioning using the smartphone in the case of sparse AP deployment.</p> <p>In Chapter 5, to construct the RFID positioning system without settlement of the base stations, the passive tag is set up instead of the base station in working area. A novel RFID mobile phone held by the worker receives a signal containing the identification data of the passive tag, when the worker stays in the working area. Then, the RFID mobile phone as a virtual base station transmits a signal. Consequently, the proposed RFID positioning system achieves to construct without settlement of the base station.</p> <p>In Chapter 6, we conclude this dissertation and discuss future work.</p>		