

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	固定局の外部信号を用いた屋内歩行者測位システムに関する研究
Title(English)	
著者(和文)	菊池典恭
Author(English)	Noriyasu Kikuchi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10872号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小池 康晴,熊澤 逸夫,中村 健太郎,金子 寛彦,吉村 奈津江
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10872号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 物理情報システム 専攻  
Department of  
学生氏名： 菊池 典恭  
Student's Name

申請学位(専攻分野)： 博士 (工学)  
Academic Degree Requested Doctor of  
指導教員(主)： 小池 康晴  
Academic Supervisor(main)  
指導教員(副)：  
Academic Supervisor(sub)

要旨(和文 2000 字程度)  
Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、屋内の各所に設置した固定局の信号を利用することで、時間の経過とともに累積される歩行者の絶対位置と進行方向の誤差を修正する測位システムについて提案し、その性能を検証したもので、「固定局の外部信号を用いた屋内歩行者測位システムに関する研究」と題し、全5章より構成されている。

第1章「序論」では、近年、安全確保のために従業員の位置をリアルタイムに推定するシステムの実現が期待されており、屋外では Global Navigation Satellite System(GNSS)を利用する測位が一般的であるが、屋内で働く従業員に注目すると、GNSSは衛星から送られる信号が届かないため、屋内での利用が可能となる測位システムが検討されていると述べている。そして、屋内外での利用が可能である測位システムの現状について概説し、屋内における歩行者の位置を推定する安価で軽量の測位システムの必要性を述べている。また、コストを抑えながら測位精度を向上させるため、加速度センサやジャイロスコープなどのセンサから得られる情報を組み合わせて測位する歩行者自律航法(PDR: Pedestrian Dead Reckoning)と、測位精度を補償するために外部情報を利用するアプローチとして、固定局から得られる外部情報と PDR の計算手順を組み合わせる測位システムについて提案し、その性能を検証することが本論文の目的であると述べている。

第2章「システム要件と歩行者自律航法の基本方式」では、PDR の基本的な方式を説明し、本システムの要件を定義したうえで、平均測位誤差 1 m以内、連続動作時間 24 時間以上、端末の形状はクレジットカード程度、位置の測定遅延 10 秒以下、端末コストはスマートフォンに比べて、1/10 程度という設計仕様を定めている。また、汎用的なデバイスを用いて従来の PDR 方式を実装し、前述の問題点である絶対位置と推定方向の精度劣化を実験により確認している。

第3章「進行方向及び絶対位置の修正に赤外線レーダを用いるシステム」では、前述の問題点を解決するため、固定局を用いて絶対位置を取得し、その情報を歩行者端末に伝えることで PDR の測位結果を修正する方法を提案している。さらに、2つの固定局の絶対座標の情報を利用し、その座標をもとに計算される教師となるベクトルから進行方向を修正する方法について検討を行っている。ここで、教師ベクトルの精度を上げるためには、高精度に歩行者を検出するため、このシステムでは赤外線レーダを備えた固定局を設置し、その効果を確認している。さらに、赤外線レーダの指向性

により、固定局の近傍の狭い範囲を歩行する場合にのみ絶対位置と進行方向が修正されるため、歩行によっては連続して修正されない課題があることを指摘している。

第4章「進行方向修正に受信電力によるゆ度評価を用いるシステム」は、第3章の課題を踏まえ、固定局の近傍を歩行しない場合であっても進行方向が修正されるように、遠方の固定局から受ける電波の受信強度を利用して統計処理を行い、尤もらしい進行方向を随時推定する方法を提案している。具体的には、第3章の提案システムと同様のPDRによる計算手順に加え、任意の方向から相対的に計算するPDRの測位結果を基準として用意し、この基準の軌跡に対して、同じ軌跡の形でありながら、全方位を分割するように放射的に回転させて配置した複数の軌跡候補を用意し、固定局から連続的に送信される電波の受信電力を測定することで、それぞれの軌跡候補に対して受信電力に基づいたゆ度評価を施し、尤もらしい軌跡候補の推定位置から現在の位置を推定する方法を採用している。また、屋内の実験会場において測位精度の検証を行い、同じ外部情報を利用したアプローチである、電波とPDRを利用した従来システムと比較することで有効性を確認すると共に、150mの歩行ルート区間内の平均測位誤差は、提案システムでは1.16mとなり、第2章で定義した平均測位誤差1m以内をほぼ満たすことを確認している。

第5章「結論」では、得られた結果の総括と今後の展開等について述べる。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 物理情報システム 専攻  
Department of  
学生氏名： 菊池 典恭  
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)  
Academic Degree Requested Doctor of  
指導教員 (主)： 小池 康晴  
Academic Supervisor(main)  
指導教員 (副)：  
Academic Supervisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)  
Thesis Summary (approx.300 English Words)

In recent years, indoor localization technology for pedestrians is getting more and more important, and studies on so-called PDR (Pedestrian Dead-Reckoning) are proceeding. The PDR can be realized by mounting simple devices, and it can be determined by combining information obtained from sensors such as acceleration sensors and gyroscopes. The degradation factor that affects the positioning accuracy of the PDR is the decrease in the accuracy of the estimation direction over time. Since the direction is calculated by integrating the angular velocity, when an error in the same direction occurs in the angular velocity obtained from the gyroscope, it is always accumulated as an error in the estimated direction. With an inexpensive gyroscope, it is difficult to fundamentally remove temperature drift, which is the cause of angular velocity error. Therefore, a positioning system that additionally installs an anchor node is being studied, and the positioning system combines PDR calculation procedure and extrinsic information obtained from an anchor node to perform positioning. Compared with the number of pedestrian terminals, it is considered that the number of anchor nodes installed indoors can be reduced. Therefore, by assembling a pedestrian terminal with an inexpensive device, the overall cost can be suppressed. Furthermore, deterioration of position accuracy is compensated by external information acquired from an anchor node. In this paper, the proposed system supplements the positioning result of PDR by using external information. Specifically, the error of the absolute position and the direction of the PDR is corrected using the signals of the anchor nodes installed in various places.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。  
Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。  
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).