

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2014～2016

課題番号：26330113

研究課題名（和文）屋内外シームレスな位置情報サービスを提供するためのオープンプラットフォームの構築

研究課題名（英文）Development of Open Platform for Providing Indoor and Outdoor Seamless Location-Based Services

研究代表者

神武 直彦（KOHTAKE, Naohiko）

慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科（日吉）・准教授

研究者番号：20549836

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、位置情報を利用したサービスを屋内外問わず提供できるようにすることを目的として「屋内外シームレス位置情報サービスオープンプラットフォーム（以下、本プラットフォーム）の構築を行った。具体的には、本プラットフォームの利用者となりうる鉄道駅や商業施設、スポーツ施設の関係者と共に要求仕様を明らかにし、GPSや準天頂衛星、BLEといった位置センサや空間情報基盤、RTKといった測位技術を適用し、屋内と屋外を意識することなく位置情報を収集・分析・可視化することの有用性を確認した。また、自治体職員などの方に利用頂き、専門技術を有せず位置情報サービスを提供可能な本プラットフォームの有効性を確認した。

研究成果の概要（英文）：We developed “Open Platform for Providing Indoor and Outdoor Seamless Location-Based Services” in this research. The purpose of this research is to make it possible to provide location-based service indoor and outdoor seamlessly. First of all, the requirements were clarified together with stakeholders for railway stations, commercial facilities, and sports facilities that may be users of this platform. Second, we applied the position sensor such as GPS, Quasi-Zenith Satellite, BLE, Geospatial Information Infrastructure, Real-Time Kinematic and so on, and confirmed the usefulness of collecting, analyzing and visualizing location information without being conscious of indoor and outdoor. Finally, we collaborate with local government officials and others, and confirmed the effectiveness of this platform that can provide location information service without specialized technology.

研究分野：総合領域

キーワード：屋内外シームレス 位置情報 オープン プラットフォーム 分析 可視化 実証 Real-Time Kinematic

### 1. 研究開始当初の背景

GPS に代表される測位技術はその応用分野を広げており、緊急通報や子供の見守りなどの安全安心情報の提供、位置連動型広告による顧客誘導など、位置情報サービス（以下、LBS）が数多く創出されており、その市場規模は 2010 年時点で 4,000 億円を超え、急速に拡大している。一方、スタンフォード大学の研究チーム(Klepeis NE et al. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology,2001)の調査によると、人間の生活行動の 86.9%は屋内で行われている。そのため、人間の生活行動に応じて柔軟に LBS を提供するには、屋外のみならず屋内を含めた屋内外シームレスな位置情報サービスを実現することが重要である。

GPS 受信機やセンサーから収集された膨大な位置データや分析結果は、モバイル統計データとして、個人情報の取り扱いに課題はあるものの、通信キャリアを中心に第三者への提供が始まっている。例えば、旅行会社は観光ツアー客の位置データから観光エリアへの流入経路や、利用した交通手段の傾向を分析し、安心かつ快適に観光を楽しめるプランを提供している。また、個人での利用も進んでいる。例えば、ナイキが発売している Nike+FuelBand はリストバンド型のデバイスで、腕に装着することで、活動時間や消費カロリー、歩数、距離などを計測することができる。しかし、モバイル統計データは屋内空間の行動履歴を収集し、記録することは難しく、その処理には専門的な技術が必要であり、より正確な観光プランの提案やヘルスケアなどを行うには、専門的な技術を有せずとも屋内外シームレスに位置データの収集や分析、可視化を簡易に実現できる必要がある。

### 2. 研究の目的

様々な課題を解決するための位置情報を利用したサービスが広く普及することを目的とし、そのサービスを屋内・屋外問わず提供するために位置情報を収集し、分析し、可視化することが可能な「屋内外シームレス位置情報サービスオープンプラットフォーム（以下、本プラットフォーム）」を構築する。具体的な目的は以下の 3 つである。

- (1) 屋内外シームレスに位置情報サービスを提供可能にするための要求仕様を明らかにすること
- (2) 屋内と屋外を意識することなく位置情報を収集・分析・可視化できることの有用性を確認すること
- (3) 専門的技術を有せず位置情報サービスを提供可能な本プラットフォームの有効性を確認すること

### 3. 研究の方法

各年度に研究のゴールを設定し、研究を実施した。平成 26 年度は、1. 様々な屋内外測

位システムに対する位置データの分析として、a. 既存の屋内外測位システムの位置データの分析、b. 屋内外測位システムによって取得される新たな位置データについての検討を実施し、2. 屋内外の位置データベースを分析・可視化する手法の検討として、屋外そして、屋内それぞれについて位置データの分析、可視化手法の検討を行った。また、3. 屋内外シームレス位置情報の分析・可視化手法の確立のための検討や有用性の確認のためのプロトタイプによる評価などを行なった。そして、平成 27 年度には、平成 26 年度に構築する本プラットフォームのプロトタイプを対象に 1. 実証実験の計画・設計、2. 実証実験場所を対象としたマップの作成、3. 実証実験場所を対象とした本手法の適用評価を行なった。それらを踏まえ、平成 28 年度には、平成 27 年度までの成果をもとに、二子玉川地区および日産スタジアムを含む新横浜公園において本プラットフォームの実証実験を行うと共に、その成果を踏まえてプラットフォームの改良を行なった。なお、二子玉川にはショッピングセンターに無線 LAN や IMES、BLE といったセンサーが常設されており、日産スタジアムにも無線 LAN と BLE が常設されており、それを活用した。

### 4. 研究成果

平成 26 年度には、鉄道駅周辺や商業施設を主な対象として屋内外シームレス測位システムによる位置データの収集及び管理に関する要求を明確にすると共に、位置データの分析・可視化の手法についての有用性確認を行った。具体的には、対象とした東京駅や二子玉川駅などの駅周辺や、いくつかの商業施設における位置情報サービスに関する需要をヒアリングおよびアンケートなどで調査を行い、その上で、必要だと考えられる位置データの収集および管理に関する要求を整理した。そして、それをもとに、GPS や無線 LAN、BLE、IMES に対応した受信機のような測位デバイスを用い、ヒトやモノの位置情報を取得し、異なる測位デバイスからの一方向を統一的に扱い、その奇跡を 3 次元的に可視化し、その変化を動的に表示できるようにした。それによって、3 次元的なヒトやモノの動きを分析する際の有用性を確認した。

次に、平成 27 年度には、鉄道駅周辺や商業施設を主な対象として屋内外シームレス測位システムシステムによる位置データの分析や可視化に関する要求を明確にすると共に、位置情報サービスに必要な屋内外の地図データ作成の設計と実証を行なった。具体的には、対象とした東京駅や二子玉川駅などの駅周辺やいくつかの商業施設において取得した位置データを分析すると共に、屋内外の地図データを施設管理者から提供を受けたデータと実測により、Open Street Map などを用いて 3D 地図の作成を行った。そして、それをもとに、GPS や無線 LAN、BLE、IMES に

対応した測位デバイスを用い、ヒトやモノの位置情報を取得し、異なる測位デバイスからの位置情報を統一的に扱い、その軌跡を3次元的に可視化した。その上で、それらの情報を活用した対象地の検索や目的地までの移動のための実証を行い、屋内外シームレスな位置情報サービスウィオ提供するためのオープンプラットフォームの有用性を確認した。

そして、平成28年度には、GPSと準天頂衛星による測位信号のみならず、それらを活用したReal-Time Kinematic (RTK) 衛星測位の手法を導入し、より測位性能を向上させた上で、BLEおよびIMESといったセンサーを用いた屋内外シームレス測位を実現した。その上で、Open Street Mapなどによる地図を用いた位置情報サービスのプロトタイピングを行うと共に、データの分析、可視化を比較的容易なオープンソースのCARTOを統合することで、行動な専門的技術を有せず位置情報サービスを提供可能なプラットフォームとして実証を行い、その有用性を確認することができた。また、その利用についてのチュートリアルの需要が高かったため、そのためのセミナーとワークショップを行った。その結果、自治体職員や普段、空間情報を専門としていないような方々にもデータの入力を行なって頂くことができるようになり、位置情報を利用したサービス普及に寄与できる成果を確認することができた。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ① 大越 匡、米澤 拓郎、山本 慎一郎、中島 円、神武 直彦、栗田 治、中澤 仁、徳田 英幸、EverCuate: ユーザ非同期参加型津波避難訓練システム、情報処理学会論文誌、査読有、2016、57巻、pp. 2143-2161
- ② Suelynn Choy, John Handmer, Joshua Whittaker, Yuki Shinohara, Tomohiro Hatori, Naohiko Kohtake, Application of satellite navigation system for emergency warning and alerting, Computers, Environment and Urban Systems, 査読有, 2016, Vol.58, pp. 12-18
- ③ 井上 絵理、中島 円、庄司 昌彦、野村 恭彦、寛 大日朗、野本 紀子、神武 直彦、オープンデータを利用して集合知によって地域課題の発見から解決までを支援するシステム、情報処理学会デジタルプラクティス、査読有、2016、7巻、pp. 148-157

[学会発表] (計7件)

- ① Naohiko Kohtake, Innovative Social Services with Geospatial and Space Technology, 5<sup>th</sup> Philippine Geomatics Symposium (Invited Talk), April 21, 2016, University of the Philippines Diliman, Manila, Philippines
- ② 奥田 知之、神武 直彦、黒須 秀明、舗装維持管理効率化のためのニューラルネットワークを用いた路面性状値予測の検討、情報処理学会第78回全国大会、2016年3月10日、慶應義塾大学(神奈川県横浜市)
- ③ Naohiko Kohtake, Creating Innovation with GNSS Applications, Asia-Pacific Regional Space Agency Forum (Invited Talk), December 2, 2015, Discovery Kartika Plaza Hotel, Bali, Indonesia
- ④ 神武 直彦、ジオロケーションとリモートセンシングによるシステムデザイン、東京エアロスペースシンポジウム2015(招待講演)、2015年10月15日、東京ビッグサイト(東京都江東区)
- ⑤ Kenichi Tabata, Hiroki Konno, Koichi Tsuno, Wataru Morioka, Akihiko Nishino, Madoka Nakajima, Naohiko Kohtake, The Design of Selective Hybrid Positioning by Utilizing Accuracy Information for Indoor-Outdoor Seamless Positioning and Verification in Tokyo Station, International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation, October 15, 2015, The Banff Centre, Alberta, Canada
- ⑥ 西野 瑛彦、中島 円、米澤 拓郎、津村 真理子、山本 慎一郎、神武 直彦、徳田 英幸、防災情報の確達性向上のための準天頂衛星 M2M 情報配信システムの設計、情報処理学会第77回全国大会、2015年3月17日、京都大学、京都府京都市
- ⑦ Naohiko Kohtake, Universal Village Case Study: Space Application in Asia, The Second International Conference on Universal Village(UV2014) (Invited Tals) June 17, 2014, MIT, Boston, USA

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

神武 直彦 (KOHTAKE, Naohiko)  
慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科・准教授  
研究者番号：20549836

### (2) 研究分担者

中島 円 (NAKAJIMA, Madoka)  
慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科・特任講師(非常勤)  
研究者番号：60607802

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：

### (4) 研究協力者

( )