

令和 2 年 6 月 11 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01762

研究課題名(和文) 実世界データに基づく屋内コンテキスト推定技術の高度化

研究課題名(英文) Sophisticated indoor context estimation based on real world data

研究代表者

河川 信夫 (KAWAGUCHI, Nobuo)

名古屋大学・工学研究科・教授

研究者番号：10273286

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、行動認識や屋内測位を統合的に行う枠組みを検討することを目的とし、特に深層学習の活用を目指した。PDR(歩行者自律測位)においては、End-to-Endで直接的に相対的位置変化を獲得する深層学習PDRを構築した。環境設置デバイスを活用した屋内コンテキスト推定では、BLE(Bluetooth Low Energy)の電波強度を用い、深層学習に基づくノイズ削減により屋内推定を行う手法を構築した。また、研究活動を通じて得られたデータを <http://hub.hasc.jp> を通じて世界に公開した。また、データ収集のための基盤システムとして、需給交換プラットフォーム Synerex の構築を進めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

屋内コンテキスト推定技術は、ユーザの行動意図を理解し、支援することが究極の目的と言える。本研究はその基盤技術の獲得を目指しており、「屋内コンテキスト推定」という新しい普遍的な研究分野の確立が期待でき、その社会適用範囲も非常に広い。また代表者はこれまですでに国際ワークショップ(HASCA2013-2020)、国際コンペティション(PDR Challenge)を実現しており、本研究により日本の「コンテキスト・アウェア」研究技術を世界に広めることができた。さらに、End-to-endの深層学習による成果や、開発された基盤システム Synerex は多様な活用可能性が期待できる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we examined a framework for integrating activity recognition and indoor positioning, and in particular, we aimed to make use of deep learning. In PDR (Pedestrian Dead-Reckoning), we constructed an end-to-end deep learning PDR that directory acquires a relative position change from sensor data. We also propose indoor context estimation using environmentally installed devices. We use noise reduction based on deep learning for BLE (Bluetooth Low Energy) radio strength. Our data obtained through the research activities were made available to the world via <http://hub.hasc.jp>. In addition, we have developed a system named Synerex for supply and demand exchange as a fundamental platform for data collection.

研究分野：知覚情報処理

キーワード：コンテキスト推定 行動認識 深層学習 歩行者自律測位 屋内測位 回転磁石マーカ PDR 行動推定

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

屋内コンテキストの重要な構成要素としての行動認識技術は、2004 年ごろから研究室レベルでは多くの研究成果が得られており、スマートフォンが普及した 2009 年ごろからは、急速に多くの研究がなされている。例えば Kwapisz [1]らは 29 人の被験者に 6 種類の行動認識を行い 9 割以上の性能を出している。最近ではクラウドソーシングを用いたデータ収集の手法[2]などの検討も進んでおり、大規模データの収集が可能になっている。しかし、実環境における社会応用は十分とは言えない。もう一つの重要な構成要素としての屋内測位技術は 2000 年ごろから WiFi 測位を中心に研究が進んでいるが、スマートフォンの普及と BLE(Bluetooth Low Energy)の登場や内界センサのみを用いて経路が推定可能な PDR(Pedestrian Dead Reckoning)との併用により、近年一段と高度化が進みつつある。我々も 2006 年には混合ガウス分布(GMM)とパーティクルフィルタに基づく無線 LAN 屋内測位技術を早くから確立し、さらに磁場、PDR までを加えた高度な手法を提案し、屋内測位に関する知見を蓄積してきた。本研究が対象とする屋内コンテキスト推定技術は、これら 2 つの技術を基盤に、社会応用のためにそのロバストな統合を目指すものであり、その学術的重要性は極めて高く、特に屋内に特化し、実世界データに基づいて行動認識と屋内測位の統合を目指す点でその独創性が高い。

参考文献：

- [1] J.R. Kwapisz, G.M.Weiss, S.A.Moore, Activity Recognition Using Cell Phone Accelerometers, ACM SIGKDD Newsletter, Vol.12, Issue 2, pp.74-82(2010).
- [2] Y.J.Chang, G. Paruthi, M.W.Newman, A Field Study Comparing Approaches to Collecting Annotated Activity Data in Real-World Settings, UbiComp2015, pp.671-682(2015).

### 2. 研究の目的

本研究では、従来研究のように行動認識、屋内測位を個別に行うのではなく、統合して行う。また実世界データを利用するため、様々な環境・条件において実世界データの収集を積極的にを行い、他の研究者に利用できる形での提供を行う。具体的な研究項目と個々の目標を以下に挙げる。

(1) PDR (歩行者自律測位) と行動認識技術の統合による屋内コンテキスト推定：内界センサ(スマートフォンに搭載されているセンサ)のみで屋内コンテキスト推定を実現するための技術を追求める。PDR により相対的な移動経路が取得できるため、屋内環境の推定が可能になる。移動経路によるコンテキスト推定と行動認識、さらには行動オントロジを合成した技術を構築し、屋内コンテキスト推定の基盤技術を確立する。

(2) 環境設置デバイスを活用した屋内コンテキスト推定：高度でロバストな屋内コンテキスト推定を実現するためには、BLE や WiFi, LIDAR といったデバイスを環境側に設置することが望ましい。(1)の精度向上や、正解データとしても活用可能である。特に設置費用対効果を最大にするデバイス設置ノウハウを確立する。

(3) 実世界データ収集：NPO 法人 Lisra (位置情報サービス研究機構) と連携し、多様なイベント会場やショッピングモール・空港・スポーツスタジアム・工場等において、実用可能性を考慮した実世界データの収集を進め、将来の研究基盤コーパスとして利用可能にする。

(4) 屋内コンテキスト推定プラットフォームの構築:(1),(2),(3)などを容易に実現するための基盤ソフトウェアやツールの構築を進める。特にクラウドサーバと端末ソフトウェア間で適切な役割分担を行い、分散処理によるコンテキスト推定を実現する。

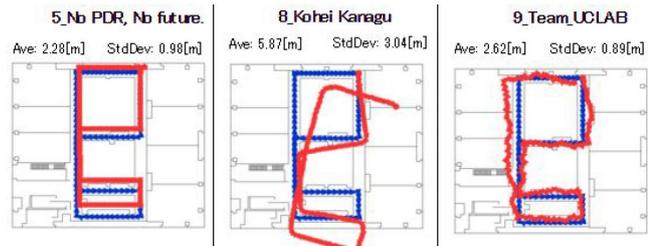
(5) 屋内コンテキスト推定の応用検討：(1),(2)で得られる屋内コンテキスト推定結果を用いた応用を検討する。具体的には、家庭内における家事記録・推薦、空港・駅・スポーツ会場・モール向けナビゲーション、マーケティング用の人流分析などを行う。人流分析では時空間データの可視化・分析技術を同時に進行中の萌芽研究と連携する。

### 3. 研究の方法

本研究では、各研究要素を段階的に進捗させることによって、リスクの低い研究計画を立案している。初年度は、行動認識技術及び屋内測位技術の現状をサーベイすると共に、本研究が目指す「屋内コンテキスト推定技術」の適用先についても随時調査を行う。以下では、個別の研究項目について計画の詳細を示す。

(1) PDR (歩行者自律測位) と行動認識技術の統合による屋内コンテキスト推定:

本テーマでは PDR のロバスト性を向上させるために、2015 年 9 月に実施した PDR Challenge にて収集したデータを用い、PDR のロバスト化・高度化を進める。右図は PDR Challenge で得られたサンプル経路データを、参加者が提出したアルゴリズムで可視化したものである (青が正解、赤が推定軌跡)。同じデータであってもアルゴリズムによって異なる軌跡が表示されることが確認でき、スマートフォンのセンサを用いた PDR の難しさを示している。この課題解決のために、より多様な移動環境・デバイス・被験者での実世界データ収集と PDR の高精度化・ロバスト化や低消費電力化・安定化・レスポンス速度の向上などの検討を進める。また既存のコンテキスト・ウェア技術や行動認識技術のサーベイを行う。また、任意の日常生活行動 (ADL: Activity of Daily Living) の認識をユーザの保持するスマートフォンのみで行うことは困難である。生活行動間の接続関係や時間、場所依存性などに加え、PDR で得られる相対軌跡を用いることにより高度な屋内コンテキスト推定を行う。地図が存在しない未知の屋内において、継続的な PDR と行動認識により場所の役割を自動推定し、事前の知識やアノテーション無しで ADL の認識を行う枠組みを構築する。さらにこれまでに取得した長期間の行動データに対しユーザの行動目的のタグ付けを行うことにより、行動目的までを含んだ屋内コンテキスト推定の実現を目指す。また、データの大規模化に従いディープラーニングの活用を行う。



(2) 環境設置デバイスを活用した屋内コンテキスト推定:

環境設置デバイスとして、WiFi 基地局、BLE ビーコン、LIDAR (レーザ測距装置) を想定する。特に BLE ビーコンと PDR の組合せにより、相対測位と絶対位置を確率的に統合する手法を検討する。具体的には、PDR と BLE ビーコンの EKR (Extended Kalman Filter) を用いた統合などを検討する。本研究は多様な実環境での安定動作を目指すため、まずは既存技術の調査を行い、その実装を行うと同時に次年度以降の統合比較評価の準備を進める。環境設置デバイスとして WiFi と BLE ビーコンの両方を用いることを検討する。初年度に取得した実世界データを用い、認識精度向上が進められる。また、LIDAR (レーザ測距装置) の利用の検討を 2 年度に行い、3 年度は移動正解データとして LIDAR データを用いるために、人流トラッキングのロバスト化を進める。また、G 空間 EXPO2016 で得られたデモグラフィック情報 (年齢・性別・イベント参加への目的等のアンケート結果) を有する移動データを用いて、移動経路からユーザの目的やデモグラフィック情報の一部を推定する手法を開発する。また、ユーザの移動目的推定と移動推薦を実装した屋内位置情報サービスの実証実験を G 空間 EXPO で行う。推定されたユーザの移動経路を用い、デモグラフィック情報の推定や屋内コンテキスト認識を行うことにより、ユーザへの目的地推薦が実現できることを示す。

(3) 実世界データ収集:

評価に用いる実世界データ収集を行うために、大規模展示会において屋内位置情報サービスを提供し、同時にデータ収集を行う。また、名古屋のセントラルパークにおいても、NPO 法人 Lisra の 020 デジタルマーケティング研究会と協力し、BLE を用いた人流データ収集を継続的に行う。被験者による日常生活行動データ収集の準備を進める。INTEROP LBJ や G 空間 EXPO での実世界データ収集を進める。NPO Lisra と連携し、屋内コンテキスト推定プラットフォームを利用し、実世界データ収集と参加者データ分析を他イベントでも利用できる枠組みを構築し、複数イベントでの実世界データ収集を行う。2 年度はパッケージの試行的なデータ収集を行い、3 年度は外部組織でも実世界データ収集と屋内コンテキスト認識やマーケティングデータ分析を容易に行う枠組みとして実現する。また、イベントだけでなく、2 年度からは日常生活行動のデータ収集を行う。具体的には、名古屋 COI が保有している生活行動データ収集実験室を用い、被験者に実際に生活を行ってもらいながらデータ収集を行う。スマートルームでのデータ収集では、アノテーションが問題になるが、本研究では、行動オンロジを用いて可能な限り自動的なアノテーションを行い、データ整備の手間を減らす。また最終的に収集されたデータは「実世界データコーパス」として研究利用できる形態とする。

(4) 屋内コンテキスト推定プラットフォームの構築:

屋内コンテキスト推定のためのプラットフォームで重要な点は (A) バッテリー・通信料等への負荷軽減、(B) 異なる端末への適用容易性、(C) 将来的な拡張性、であると考えられる。まず (A) を対象とした検討を進める。屋内コンテキスト推定には、携帯端末側でのデータ収集処理と、クラウドサーバ側での推定処理が必須となる。端末側で特徴量取得やデータの纏め上げなどのローカルな処理を行えば、サーバ側での負担を減らすだけでなく、通信用のバッテリーや通信料の削減が期待できる。既存手法の調査と共に、省エネ化・低通信量化の手法の検討を進める。実世界データ

収集のパッケージのためにも、サーバ環境の整備を進める。また、端末側では、生データの収集から特徴量やメタデータのための収集といった異なるデータタイプでの収集が行えるようなダイナミックな枠組みを構築する。また2年度は、(B)の異なる端末への対応の検討を進める。具体的には端末毎にセンサの挙動が異なる点が挙げられる。サンプリングレートや精度が異なり、キャリブレーションの有無や特性が異なっても、認識精度が劣化しない枠組みを構築する。3年度は(C)の拡張可能性を検討する。具体的には、サーバ側の同時接続端末の増大のためのスケーラビリティの検討や、新センサや新しい認識処理方法が増えた場合でも、端末やサーバ側を簡便なアップデートで継続利用できるプラットフォームを構築する。

(5) 屋内コンテキスト推定の応用検討：

国際カンファレンス・コンペティションの開催:本研究が目的とする「屋内コンテキスト認識」に関わる国際的な研究討議・交流を行うために、国際ワークショップ HASCA を開催する。現時点では UbiComp2017(2017 年 9 月)の併設ワークショップとして開催することを予定している。また歩行者自律測位(PDR)についても、日本で開催する国際会議 IPIN2017 (Indoor Positioning and Indoor Navigation) にて国際コンペを実施する。(研究代表者は Competition Chair に就任) 具体的な応用としては(a)家事分担記録アプリ, (b)活動推薦アプリ, (c)人流解析, (d)コンテキストウェアマーケティング, (e)移動目的推定, (f)目的推定ナビゲーション、などが挙げられる。個々の説明はここではできないが、屋内コンテキスト推定により実現可能なアプリケーションは多数想定可能である。本技術が構築できれば、社会に大きなインパクトを与えることが期待できる。

4. 研究成果

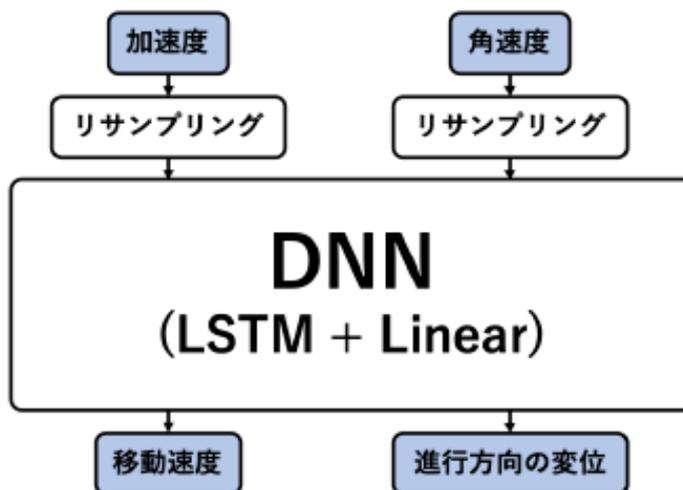
以下では、本研究による成果を述べる。

(1) PDR (歩行者自律測位) と行動認識技術の統合による屋内コンテキスト推定：

本研究では、高度な PDR を実現するため、深層学習を用いる。歩行者の移動速度と進行方向の変位の推定を行うモデルの学習のためには、端末の正確な位置情報と入力データとなる加速度、角速度が必要となる。そこで本研究では正解位置情報を Google Tango, 入力データは HASC Logger を用いて取得した。Google Tango は加速度や角速度に加えてカメラや深度センサを用いることで、端末の向きや移動量を高精度に推定でき、計測開始時を原点として相対位置を取得できる。本研究では2次元空間での位置推定を行うため、3次元位置情報のままではモデルの学習に使えないため、2次元位置ベクトルから水平位置ベクトルを計算する必要がある。まず、3次元正解位置情報と同時に取得した加速度と角速度データからカルマンフィルタを用いて重力方向を推定する。そして求めた重力方向  $g$  と3次元位置ベクトルを用いて水平位置ベクトルを算出する。経路は直線と右回り、左回りの方向転換がバランスよく含まれているものを複数用意した。被験者の人数は11名で、そのうち8名は訓練用データ、1名は検証用データ、1名は深層学習モデルの評価用データ、1名は提案手法と既存手法の比較評価用データとなるように分けた。

提案手法で用いる深層学習モデルは LSTM をベースとした構造で、概要を右図に示す。評価は速度、進行方向、経路における推定値と正解値の誤差を求め、誤差の平均と標準偏差を比較し行う。深層学習モデルの学習には訓練用データ、検証用データ、深層学習モデルの評価用データを使用し、提案手法と既存手法の比較を行った。結果として、全ての項目において提案手法の方が誤差の平均と標準偏差が小さく、推定精度が高いことが確認できた。

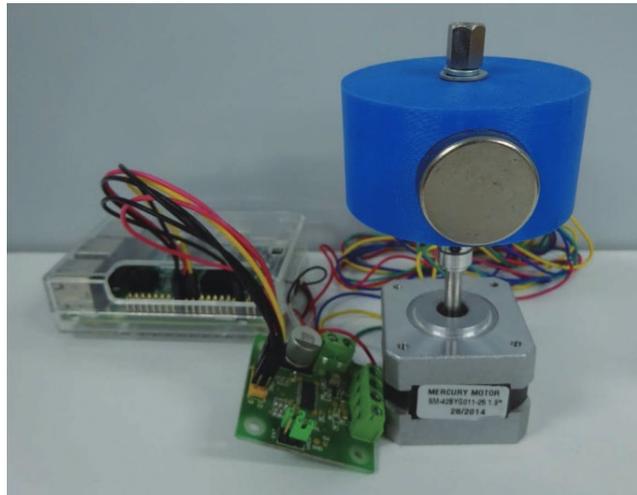
また、行動認識技術としては、社交ダンス向けの応用認識技術の検討を行った。ダンス認識では、加速度センサだけでなく、カメラ画像を用い、ダンスの振り付けであるフィガーを認識する問題として定式化し、高精度で認識が可能であることを確認した。



## (2) 環境設置デバイスを活用した屋内コンテキスト推定：

環境設置型デバイスとして、BLE(Bluetooth low energy)デバイスと、回転磁石マーカを対象とした研究を推進した。まず、BLE デバイスによる位置推定では、移動する BLE タグからのパケットを環境内の複数のスキャナで受信し、受信信号強度を使う BLE 屋内位置推定において、ニューラルネットワークを用いた手法を考案した。無線電波を使う位置推定では、受信信号強度の不安定さが精度に影響する。そこで、Fingerprint や三点測位に代わり、ニューラルネットワークの利用が試みられており、精度の改善が可能になっている。本研究では、(1)デノイジングオートエンコーダと既存手法を組み合わせた位置推定と、(2)ニューラルネットワークによる End-to-end の位置推定を比較し、高精度に推定できる手法を検討した。(1)では、受信信号強度からノイズ除去や欠損値の補完を行い既存手法で位置推定を行った。(2)は全結合層と LSTM 層からなり、受信信号強度の時系列を用いて位置推定を行った。ネットワークの学習時は、単純なシミュレーションで生成したデータでの学習の後、実環境で収集したデータで追加の学習を行った。大規模展示会での実験データでの評価では、デノイジングオートエンコーダと既存手法の組合せは精度で劣り、End-to-end のニューラルネットワークのほうが良い精度で推定できることを確認した。

回転磁石マーカ(右図)は、強力な磁石をモータで回転させ、その磁気変化を、スマートフォンのセンサで計測し、詳細な位置推定を行うものである。発生する磁気の周波数が 1Hz~10 Hz であるため、スマートフォンのサンプリング周波数でも計測可能である。これらの研究では磁気の振幅からスマートフォンの 3 次元位置を平均誤差数 cm で推定可能だが、ノイズ軽減のために同じ場所に 10 秒程度静止する必要があるため、スマートフォンの移動経路を推定するのが困難であるという問題があった。本研究では、回転磁石マーカを用いたスマートフォンの 2 次元移動経路推定手法を提案する。前述のとおり、スマートフォンでは 100 Hz 以上の動的磁気を正確に計測できないため、磁気の周期ごとに位置推定する方法では経路推定が難しい。そこで我々は、一定時間計測した磁気から経路を推定する手法を提案し、動的磁気を用いたスマートフォンの経路推定を可能にした。



## (3) 実世界データ収集：

実世界データ収集では、PDR 向けのデータや行動認識データ、人流データなどを収集し、その一部については、<http://hub.hasc.jp> を通じて世界に公開し、世界の多くの研究者に利用されている。

また、人流データについては、マーケティングデータとも連携し、完全な公開は困難であるが、産学官でデータ連携を行うために NPO 位置情報サービス研究機構(Lisra)と連携し、「中部おもてなしプラットフォーム」の構築を進めている。このプラットフォームを通じて、様々な条件・粒度で相互に実世界データの活用が可能になる。

## (4) 屋内コンテキスト推定プラットフォームの構築：

データ収集のための基盤として、需給交換プラットフォーム Synerex の構築を進めている。屋内コンテキストだけでなく、人流の収集も可能であり、可視化・分析基盤との連携も期待できる。上記の「中部おもてなしプラットフォーム」の基盤としても活用しており、多様なシステム間連携を実現できる。

## (5) 屋内コンテキスト推定の応用検討：

IPIN2017 では、PDR の国際コンペティションを開催した。また、その後の IPIN においても、xDR Challenge として産総研が中心となったコンペティションに参加し、2019 年の IPIN の xDR Challenge においては、2 つの部門で 1 位・2 位を獲得した。また、名古屋セントラルパーク、中部国際空港や東山総合講演などを対象に人流データ収集を進めた。

## 研究成果：

- [1] 渡邊 康祐, 廣井 慧, 米澤 拓郎, 梶 克彦, 河口 信夫 回転磁石マーカを用いたスマートフォン 2 次元経路推定, 情報処理学会論文誌, Vol. 61, No. 2, pp. 362-374(2020)
- [2] Kenta Urano, Kei Hiroi, Takuro Yonezawa, Nobuo Kawaguchi, An End-to-End BLE Indoor Location Estimation Method using LSTM, ICMU2019(Best Paper Award)(2019).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 浦野 健太, 廣井 慧, 梶 克彦, 河口 信夫	4. 巻 60
2. 論文標題 配布型BLEタグとタンデムスキャナを用いた屋内位置推定手法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 58-75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kosuke Watanabe, Kei Hiroi, Takeshi Kamiyama, Hiroyuki Sano, Masakatsu Tsukamoto, Masaji Katagiri, Daizo Ikeda, Katsuhiko Kaji, Nobuo Kawaguchi	4. 巻 60
2. 論文標題 A Smartphone 3D Positioning Method using a Spinning Magnet Marker	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 1882-7764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 嶋田光佑, 廣井慧, 梶克彦, 河口信夫	4. 巻 59-1
2. 論文標題 仮想空間を利用した空間認識能力の計測手法の提案	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 150-167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 武島知勲, 梶克彦, 廣井慧, 河口信夫, 神山剛, 太田賢, 稲村浩	4. 巻 59-1
2. 論文標題 回転磁石マーカに基づくスマートフォン位置推定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 138-149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 渡邊 康祐, 廣井 慧, 米澤 拓郎, 梶 克彦, 河口 信夫	4. 巻 61
2. 論文標題 回転磁石マーカを用いたスマートフォン2次元経路推定	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 362 ~ 374
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Watanabe Kosuke, Hiroi Kei, Kamiyama Takeshi, Sano Hiroyuki, Tsukamoto Masakatsu, Katagiri Masaji, Ikeda Daizo, Kaji Katsuhiko, Kawaguchi Nobuo	4. 巻 27
2. 論文標題 A Smartphone 3D Positioning Method using a Spinning Magnet Marker	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Information Processing	6. 最初と最後の頁 10 ~ 24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2197/ipsjjip.27.10	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計27件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 15件)

1. 発表者名 Hitoshi Matsuyama, Kei Hiroi, Nobuo Kawaguchi
2. 発表標題 Hybrid Activity Recognition for Ballroom Dance Exercise using Video and Wearable Sensor
3. 学会等名 International Conference on Activity and Behavior Computing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hitoshi Matsuyama, Kenta Urano, Kei Hiroi, Katsuhiko Kaji, Nobuo Kawaguchi
2. 発表標題 Short Segment Random Forest with Post Processing Using Label Constraint for SHL Recognition Challenge
3. 学会等名 International Workshop on Human Activity Sensing Corpus and Its Application (HASCA2018, SHL Recognition Challenge) [Poster] (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuta Yuki, Junto Nozaki, Kei Hiroi, Katsuhiko Kaji, Nobuo Kawaguchi
2. 発表標題 Activity Recognition Using Dual-ConvLSTM Extracting Local and Global Features for SHL Recognition Challenge,
3. 学会等名 International Workshop on Human Activity Sensing Corpus and Its Application (HASCA2018, SHL Recognition Challenge)[Poster] (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosuke Watanabe Kei Hiroi, Katsuhiko Kaji, Nobuo Kawaguchi
2. 発表標題 A Smartphone Short-Range Path Estimation Method using Spinning Magnet Marker
3. 学会等名 the 9th international conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN 2018) [Poster Session] (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊康祐, 廣井慧, 梶克彦, 河口信夫
2. 発表標題 回轉磁石マーカを用いた基礎的なスマートフォン経路推定
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2018) シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosuke Watanabe, Kei Hiroi, Takeshi Kamiyama, Hiroyuki Sano, Masakatsu Tsukamoto, Masaji Katagiri, Nobuo Kawaguchi
2. 発表標題 A Three-Dimensional Smartphone Positioning Method using a Spinning Magnet Marker
3. 学会等名 the Tenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kotaro Hananouchi, Junto Nozaki, Kenta Urano, Kei Hiroi, Nobuo Kawaguchi
2. 発表標題 Trajectory Estimation Using PDR and Simulation of Human-Like Movement
3. 学会等名 The Eighth International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation Conference (IPIN2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kenta Urano, Kei Hiroi, Katsuhiko Kaji, Nobuo Kawaguchi
2. 発表標題 A Location Estimation Method using Mobile BLE Tags with Tandem Scanners
3. 学会等名 International Workshop on Human Activity Sensing Corpus and Its Application (HASCA2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Junto Nozaki, Kei Hiroi, Katsuhiko Kaji, Nobuo Kawaguchi
2. 発表標題 Compensation Scheme for PDR using Sparse Location and Error Model
3. 学会等名 International Workshop on Human Activity Sensing Corpus and Its Application (HASCA2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡邊 康祐, 廣井 慧, 米澤 拓郎, 梶 克彦, 河口 信夫
2. 発表標題 高精度MI磁気センサを用いたSMM位置推定の精度評価
3. 学会等名 情報処理学会研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松山 仁, 廣井 慧, 梶 克彦, 米澤 拓郎, 河口 信夫
2. 発表標題 マルチモーダル社交ダンス認識における従来手法と深層学習の比較評価
3. 学会等名 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田 拓人, 野崎 惇登, 廣井 慧, 梶 克彦, 米澤 拓郎, 河口 信夫
2. 発表標題 歩容に頑健なPDRのための深層学習を用いた歩行速度推定手法
3. 学会等名 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田 拓人, 廣井 慧, 米澤 拓郎, 河口 信夫
2. 発表標題 歩容に頑健なPDRのための深層学習を用いた進行方向推定手法
3. 学会等名 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊康祐, 廣井慧, 米澤拓郎, 梶克彦, 河口信夫
2. 発表標題 回転磁石マーカを用いたスマートフォン所持者の2次元経路推定
3. 学会等名 マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム2019論文集(DICOM02019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浦野健太, 廣井慧, 米澤拓郎, 河口信夫
2. 発表標題 ニューラルネットワークを用いた大規模イベント向けBLE屋内位置推定の比較評価
3. 学会等名 マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム2019論文集(DICOM02019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浦野健太, 廣井慧, 米澤拓郎, 河口信夫
2. 発表標題 LSTMを用いた大規模イベント向けBLE屋内位置推定手法の検討
3. 学会等名 第91回MBL研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浦野健太, 松山仁, 湯木悠太, 野崎惇登, 廣井慧, 梶克彦, 河口信夫
2. 発表標題 ランダムフォレストとルールベース処理を用いた大規模スマートフォンデータに対する行動認識
3. 学会等名 HCGシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊 康祐, 廣井 慧, 神山 剛, 佐野 博之, 塚本 昌克, 片桐 雅二, 池田 大造, 梶 克彦, 河口 信夫
2. 発表標題 回転磁石マーカによるスマートフォンの3次元位置推定手法
3. 学会等名 マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム2017論文集(DICOM02017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野崎 惇登, 廣井 慧, 梶 克彦, 河口 信夫
2. 発表標題 疎な位置情報と誤差モデルを用いたPDRの補正手法
3. 学会等名 マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム2017論文集(DICOM02017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 浦野健太, 廣井慧, 梶克彦, 河口信夫
2. 発表標題 タンデムスキャナを用いた配布型BLEタグ位置推定手法
3. 学会等名 マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム2017論文集(DICOM02017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kenta Urano, Kei Hiroi, Takuro Yonezawa, Nobuo Kawaguchi
2. 発表標題 An End-to-End BLE Indoor Location Estimation Method Using LSTM
3. 学会等名 ICMU2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuto Yoshida, Junto Nozaki, Kenta Urano, Kei Hiroi, Katsuhiko Kaji, Takuro Yonezawa, Nobuo Kawaguchi
2. 発表標題 Sampling rate dependency in pedestrian walking speed estimation using DualCNN-LSTM
3. 学会等名 UbiComp2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Nobuo Kawaguchi , Junto Nozaki , Takuto Yoshida , Kei Hiroi , Takuro Yonezawa , Katsuhiko Kaji
2 . 発表標題 End-to-End Walking Speed Estimation Method for Smartphone PDR using DualCNN-LSTM
3 . 学会等名 The Tenth International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation(IPIN2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Hitoshi Matsuyama , Kei Hiroi , Katsuhiko Kaji , Takuro Yonezawa , Nobuo Kawaguchi
2 . 発表標題 Ballroom dance step type recognition by random forest using video and wearable sensor
3 . 学会等名 UBICOMP/ISWC'19 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kenta Urano , Kei Hiroi , Takuro Yonezawa , Nobuo Kawaguchi
2 . 発表標題 Basic Study of BLE Indoor Localization using LSTM-based Neural Network (poster)
3 . 学会等名 Mobisys2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Takuto Yoshida , Junto Nozaki , Kenta Urano , Kei Hiroi , Takuro Yonezawa , Nobuo Kawaguchi
2 . 発表標題 Poster: Gait Dependency of Smartphone Walking Speed Estimation using Deep Learning
3 . 学会等名 Mobisys2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenta Urano, Kei Hitoi, Katsuhiko Kaji, Nobuo Kawaguchi
2. 発表標題 A Location Estimation Method using Mobile BLE Tags with Tandem Scanners
3. 学会等名 HASCA2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	梶 克彦  (Kaji Katsuhiko)  (40466412)	愛知工業大学・情報科学部・准教授   (33903)	
連携研究者	廣井 慧  (Hiroi Kei)  (30734644)	名古屋大学・工学研究科・助教   (13901)	