

スマートウォッチの振動機能を用いた屋内ナビゲーション手法の提案

寺坂 拓哉† 白石 陽†

公立はこだて未来大学システム情報科学部†

1. はじめに

近年、スマートフォンやタブレットなどの携帯端末が広く普及している。それに伴い、携帯端末上で屋外を対象とした歩行者向けナビゲーションサービスが多く利用されている。屋外においては、GPS(Global Positioning System)衛星を用いた測位によりナビゲーションが可能である。しかし、屋内では建物の天井や壁による遮蔽によりGPS衛星から発せられる電波を受信できない場合が多く、GPS衛星を用いた測位は難しい。そのため、屋内における歩行者向けナビゲーションの普及率は高くない。

一方で、スマートウォッチやスマートグラスなどのウェアラブル端末の発達に伴い、ウェアラブル端末上で歩行者向けナビゲーションを実現する研究が行われている。ウェアラブル端末を用いることで、携帯端末を必要としない歩行者向けナビゲーションが可能となる。

本研究では、屋内環境で利用可能な歩行者の安全面に考慮した歩行者向けナビゲーション手法を提案する。具体的には、常に身につけることが容易なスマートウォッチを適切なタイミングで振動させることによりナビゲーション情報の通知を行う。

2. 関連研究

ナビゲーション情報の確認を行いやすい手法としてウェアラブル端末を利用する手法が提案されている。文献[1]では、腕時計型ウェアラブル端末の問題点である画面が小さいため視認性が悪い点を、スマートウォッチの画面上に簡略化した略地図を表示することで解決している。しかし、文献[1]では歩行者が端末確認を何度も確認しなければならないため、端末確認時に周囲の確認が疎かになり歩行者の安全性が低下する恐れがある。

歩行者が認識しやすく、歩行を妨げないナビゲーション情報の提示方法として振動を用いた手法が提案されている。文献[2]では、両腕の前腕に振動装置を装着することで、振動によって利用者を誘導するシステムの提案を行っている。右左折を行うときには、曲がる直前に曲がる方向の腕に装着された振動装置が振動する。また、経路から外れたときや振動によるナビゲーションが困難になるような複雑な経路を歩行する際には、両方の腕に装着された振動装置が同時に振動し、利用者に携帯端末を見るよう促している。しかし、文献[2]では両前腕に特殊な振動装置を装着する必要があるため、コストの問題がある。

3. 提案手法

本研究では、スマートウォッチの振動機能を用いることで、端末確認回数・端末確認時間を減少させ、歩行者の安全面に悪影響を与えない歩行者向け屋内ナビゲーション

手法を提案する。文献[1]の手法は、端末確認が何度も必要なため安全性が低下する問題がある。文献[2]の手法では、特殊な振動装置が必要なためコストの問題がある。また、文献[1,2]の手法はGPSによる位置推定を用いているため、屋内環境で利用することは困難であり、本研究の研究目的を実現するには不十分である。そこで本研究では、通路の分岐点にジオフェンスを設置し、ジオフェンスの進入判定によりスマートウォッチを振動させ、ナビゲーション情報の通知を行う手法を提案する。

3.1 ナビゲーション情報の提示方法

提案手法では、ナビゲーション情報の提示方法としてターンバイターン方式を用いる。ターンバイターン方式とは進行方向を変更すべき地点に差し掛かった時、音声や矢印アイコンによって次の進行方向を提示する方式のことである。ターンバイターン方式を採用したナビゲーションシステムは、どの方向へ進むべきかが明確であるという利点がある。そのため、直感的に理解することが可能であり、端末の確認時間を減らすことが出来るため、提案手法の目的に適していると考えられる。本研究では、スマートウォッチの振動と同時に、スマートウォッチの画面上に進行方向を矢印で表示することで利用者を目的地まで誘導する。振動は利用者にとって認識しやすく、歩行を妨げない通知方法である。また、適切なタイミングで通知することによって、ナビゲーション情報が必要な時のみ端末を確認すればよいので、端末確認回数・端末確認時間の減少が期待でき、利用者の安全性、自由度が損なわれることが少なくなると考える。

3.2 ジオフェンシング

提案手法では、右左折などの直進以外の行動が必要となる箇所では振動による通知を行う。振動を行うタイミングの判定には、ジオフェンシングを用いる。ジオフェンシングとは、地図上にバーチャルな柵を設置して、柵内の出入りを検知する技術であり、O2O(Online to Offline)などのサービスを自動で提供することに用いられる。屋内環境ではGPSを利用することが困難なため、本研究ではWi-Fi Fingerprint方式を用いた位置推定によってジオフェンシングを実現する[3]。Wi-Fi Fingerprint方式は機器設置のコストがかからず、データベース作成時と同じ環境下では高い推定精度を得ることが可能である。Fingerprint(位置指紋)をジオフェンシングに用いる場合は、事前に進入判定が必要な箇所、本研究の場合では通路の分岐点に基準点を設置し、基準点を中心とした円形の領域をジオフェンスとする。そして、ジオフェンス内のWi-Fi電波情報をデータベース化する。実際に進入判定を行う際は、現在地で受信した電波情報とジオフェンス内の電波情報との類似度と、ある経路を歩いた際の類似度の変化量を計算し、その類似度が閾値以上かつ変化量が閾値範囲内となった時に、そのジオフェンス内に進入したと判定することで進入判定を行う。

Wi-Fi Fingerprint手法の類似度計算アルゴリズムには、WkNN(Weighted k-Nearest Neighbor)法[4]を用いる。WkNNアルゴリズムの計算には式(1)を用いる。 $j(j =$

A Proposal of an Indoor Navigation Method Using a Smart Watch with its Vibration Function

†Takuya Terasaka †Yoh Shiraiishi

†School of Systems Information Science, Future University Hakodate

1, 2, ..., k)は基準点番号, $i(i = 1, 2, \dots, n)$ は基地局の番号, k は基準点の数, n は基地局の数をそれぞれ示す. E_j は非類似度, q_i は現在地で基地局 i から取得した RSSI(Received Signal Strength Indication), d_{ji} はデータベース内の基準点 j における基地局 i から取得した RSSI を示す.

$$E_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - d_{ji})^2} \quad \dots(1)$$

そして, 式(1)で得たそれぞれの基準点の非類似度を用いて重み付き類似度 W_j を計算することで, 精度を向上させる. 重みの計算には式(2)を用いる.

$$W_j = \frac{1/E_j^2}{\sum_{j=1}^k 1/E_j^2} \quad \dots(2)$$

4. 実験および考察

腕時計型ウェアラブル端末 SmartWatch3 (ソニー社製)を用いて, ナビゲーションシステムを作成した.

4.1 実験環境

実験は公立はこだて未来大学内の通路を対象として行った. 実験環境の地図と各基準点の位置関係を図 1 に示す. 事前準備として Fingerprint 方式のデータベース作成のため, 図 2 の 7 つの地点をそれぞれ基準点とし, RSSI の測定を行った. RSSI の測定は各基準点で 1 分間行った. そのときの RSSI のサンプリングレートは 1Hz とした. 測定後には, 基準点ごとに各基地局の RSSI の平均値を計算し, データベースに格納した.

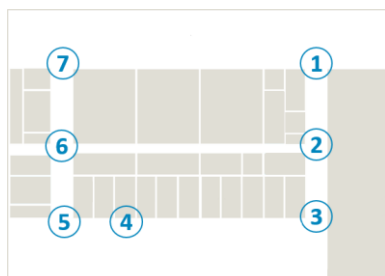


図 1 実験環境と基準点の位置関係

4.2 基礎実験

提案手法におけるジオフェンシングの進入判定精度についての基礎実験を行った. 図 1 の基準点 1 を始点とし, 基準点 2, 3, 4 を通過し, 基準点 5 を終点とする経路を歩行速度 1.3 m/s で歩行し, 進入判定を行った. また, スマートウォッチは歩行者の左腕に装着した. 基準点から 5m 手前までの範囲内で進入を判定した場合を正解として経路を 10 回歩行した. ジオフェンシングの進入判定のための閾値設定は事前に経路を歩行し各基準点で定めた. この経路を歩行した際の基準点 4 における重み付き類似度と閾値を図 2 に示す. 縦軸は重み付き類似度を示し, 横軸は通過基準点を示す.



図 2 実験経路歩行時の基準点 4 類似度

4.3 実験結果と考察

実験結果として, 表 1 に正解位置で進入判定を行った回数を示す. 基準点 4, 5 に関しては正解率 100%となったが, 基準点 2, 3 に関しては 80%の正解率となっていた. 要因としては, 基準点付近で設置物の配置や人の配置などの環境が位置指紋作成時と異なることにより, 類似度が下がったこと, Wi-Fi 情報を取得できなかったことが考えられる.

表 1 ジオフェンシング進入判定の正解回数

	正解数	不正解数
基準点 2	8	2
基準点 3	8	2
基準点 4	10	0
基準点 5	10	0

5. おわりに

本研究では, スマートウォッチの振動機能とジオフェンシングによる適切なタイミングでの通知を用いて端末確認回数・端末確認時間を減少し, 歩行者の安全面に悪影響を与えない歩行者向け屋内ナビゲーション手法を提案した. 基礎実験として, スマートウォッチを左腕に装着した状態で歩行し, ジオフェンシングへの進入判定精度評価実験を行った. 今後は, 本手法と広く普及している地図表示型のナビゲーションシステムと比較実験を行う必要があると考える.

参考文献

- [1] 河野圭亮, 新田知之, 石川和明, 柳澤政生, 戸川望, “歩行者の方向判断基準を用いた腕時計型ウェアラブル端末向け略地図生成手法”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2016 論文集, Vol.2016, No.1, pp.411-418, (2016).
- [2] 山本篤史, 屋代智之, “振動を用いた歩行者ナビゲーションの提案”, 情報処理学会研究報告, Vol.2003, No.56, pp.55-62, (2003).
- [3] 副島康太郎, 白石陽, “屋内ジオフェンシングのための位置推定手法の提案”, 情報処理学会 第 76 回全国大会講演論文集, Vol.2014, No.1, pp.191-192, (2014).
- [4] 小西秀典, 大木哲史, 金井謙治, 甲藤二郎, “Wi-Fi を用いた Indoor Fingerprint Localization における精度の検討”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集, Vol.2013, pp.1111-1115, (2013).