

歩行者事故削減のための GPS と車両からの電波を用いた歩行者位置精度向上の提案

山下 遼[†] 湯 素華[‡] 小花 貞夫[‡]

電気通信大学 情報理工学部[†] 大学院情報理工学研究科[‡]

1. はじめに

平成 24 年度における交通事故発生件数[1]は約 66 万件, 死亡事故発生件数は 4280 件であり, 死亡事故のうち, 歩行者対車両の事故が全体の約 44%を占めており, 歩行者の安全性向上が急務である. そこで筆者らは, 歩行者が携帯するモバイル端末から周辺車両に位置情報等を通知する歩車間通信の検討を行っている[2]. ここでは, 歩行者の位置を高精度に特定することが極めて重要であるが, 都市部では建物の遮蔽・反射の影響によりモバイル端末に搭載される GPS 受信機の測位精度が大幅に劣化し, 数 10m にのぼり, または衛星数が足りなくて測位できないことがよく発生する. この問題に対して, 本稿では, 周辺車両からの情報を GPS 測位信号に加えて歩行者の位置精度を向上させる方式を提案する.

2. 従来の位置測位の精度と先行研究

2.1. 歩行者の位置推定

現在, 屋外測位では GPS を用いた手法が主として用いられる. 各 GPS 衛星の測位信号から計測した距離情報を S/N 比に基づき重み付けを行うことにより, 測位精度を向上させる先行研究[3]があるが, 衛星数が足りない場合対応できない問題が残っている.

また GPS 信号が届かない屋内において既知の位置にアクセスポイント (AP) を設置し, 電波の距離減衰の特性を用いて, AP からの受信状況から AP との距離を推定して, 測位する先行研究[5]がある. AP からの距離の推定には, 直接波や反射波などのマルチパス波を含むすべての信号の総受信信号強度 (RSSI) を用いず, 直接波の強さのみから距離の推定をすることで測位精度を向上させた. しかし, 最も早く到着した電波を直接波と見なすため, 直接波が障害物により存在しない場合など, 判別が出来ていない場合もあり誤差の原因となっている.

Improvement of pedestrian's position measurement precision for avoiding road accidents by combining radio waves from GPS satellites and vehicles
[†]Ryo Yamashita, [‡]Suhua Tang, [‡]Sadao Obana
[†]Faculty of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications
[‡]Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications
 University of Electro-Communications

2.2. 車両の位置推定

車両に搭載されるカーナビ等の車載器の位置測位では, GPS だけではなく電子地図を用いて車両の位置を車道上に位置補正するマップマッチング, ジャイロセンサーや車速信号などを組み合わせることにより, 測位誤差を数 m 程度以内に抑えている.

3. 提案手法

3.1. 概要

前提条件として車両は周期的に位置情報を配信しているものとする. これは将来的に車間通信が発達し, 互いの位置情報を交換するという予測のもとと設けた. また車両の位置情報は正しく誤差がないと仮定する.

提案手法では, (1) 先行研究[3]の GPS 数が足りなくて測位できない問題, (2) 先行研究[5]の直接波とマルチパス波の誤識別による位置測位誤差, という欠点を改善する. そのために車両も衛星の一つとみなすことで, 受信できる GPS の数が不足している場合でも, 歩行者は周囲の車両から送られてくる位置情報及びその受信によって計測した歩車間距離を加えて歩行者自身の位置を演算する. ここでは, 車両からのすべての電波の RSSI は使用せず, 直接波の強さから車両との距離を求める. 図 1 は提案手法を図に示したものである.

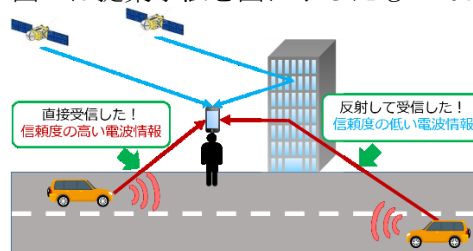


図 1. 提案手法

3.2. 信頼性の判別

各車両からの信号を基に計測した車両との距離の信頼性は, 受信した電波が直接波であるかマルチパス波であるかを判別する. 直接波の有無の判別には教師あり学習の一つである SVM (サポートベクターマシン) を用いる. 様々な地形, 送受信機の位置において, 通信が行い得られる電波の直接波・反射波などの振幅情報と直接波の有無に関する情報を SVM に与え学習させる. 次に作成

した SVM に、ある振幅情報を与えたときに、その情報に直接波があるか、ないかを判定して信頼度を測る。

3.3. 位置測位方法

GPS と車両から計測した情報を組み合わせ、車両も衛星の一つと見なして位置測位を行う。

4. 実験

レイトレーシングツールを用いて、衛星と車両から信号の電波伝搬特性を模擬し、路側の建物による、車両からの信号の距離推定誤差をシミュレーションで計測した。車両からの信号を受信する際、時間分解能に制限がないとした。仰角が 65 度以下の GPS に対して、建物の反射による GPS 衛星と歩行者の距離推定誤差を 20~70m とした。また、GPS 衛星の仰角マスクを 15 度にする。

4.1. 直接波の有無の判別

直接波のあるシナリオ 75 個、直接波のないシナリオ 75 個を用意し、SVM モデルを学習させた。判別には直接波のあるシナリオ・ないシナリオをそれぞれ 25 個ずつ用意し、作成した SVM モデルの評価をし、その精度を表 1 に示す。

表 1. 直接波の有無の判別

	直接波あり	直接波なし
判別成功率	84%	88%

4.2. 歩車間距離の推定

直接波ありと判定された信号の直接波成分を用いて車両との距離を推定する。距離は受信した電波のうち、最も強い電波から距離を求める。これは直接波なしの場合を考慮すると最初に届いた電波の強さではなく、最も強い電波から求めると距離の誤差が小さいためである。電波の強さと距離情報を線形回帰することで距離と振幅の関係を求める。

$$d = 10^{(-\log_{10} a - 0.6111)} \quad \text{式(1)}$$

d:歩車間の距離(m) a:最も強い振幅(w)

4.1 で直接波と判別された信号から直接波と見なす成分の振幅から距離を算出する。表 2 に直接波あり・直接波なしそれぞれ 25 シナリオから得られた推定距離と実距離の誤差の平均を示す。

表 2. 直接波の有無の判別

	直接波あり	直接波なし
推定距離の誤差(m)	0.003267	23.0151

4.3. 歩行者の位置推定

以下の 2 パターンで歩行者の位置を推定した。

1. GPS+直接波のある車両のみ
2. GPS+直接波のある車両・ない車両

水平測位誤差を図 2 に示す。

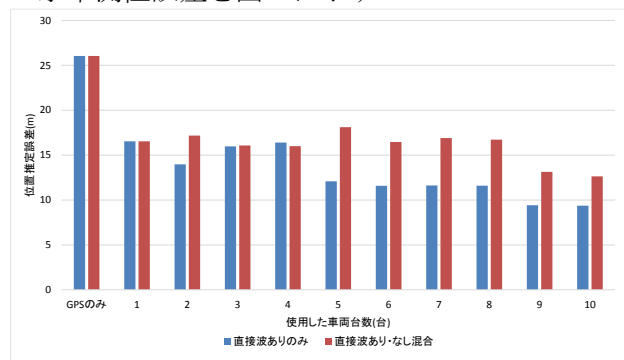


図 2. GPS と車両を用いたときの推定誤差

図 2 より GPS と車両情報を併用することで、GPS 単体のときと比較して位置推定誤差が小さいことがわかる。精度は GPS 単体時が 26m 程度であるのに対して、車両情報を加えることで誤差を 18m 以下に抑えた。また直接波の有無の判別ができていない場合でも、GPS 単体のときと比較して誤差が小さいことがわかる。さらに位置推定に使用できる車両数が増えることで誤差が小さくなることが確認できた。

5. おわりに

本稿では、GPS の情報に車両の情報を加えることで位置推定する手法を提案し、精度が向上できることを確認した。今後は車両位置情報に誤差を含めた場合などの測位精度の検証、また受信時の時間分解能に制限があった場合でも、位置推定誤差を 1m 以下の精度で得ることを目標に研究を進める予定である。

6. 参考文献

- [1]公益財団法人交通事故総合分析センター, 交通事故統計年報, pp. 5, 2012.
- [2]齋藤他, コンテキストに基づく歩車間通信方式に関する一検討, 信学総大, A-17-11, pp. 229, 2014
- [3]Nabil Drawil, Haitham Amar, and Otman Basir, "A solution to the ill-conditioned GPS accuracy classification problem: context based classifier," GLOBECOM Workshops, 2011 IEEE, pp. 1077-1082, 2011.
- [4]Jizhong Li, "Improving the accuracy of GPS positioning with an exponential stochastic model," Networks Security Wireless Communications and Trusted Computing (NSWCTC), Second International Conference on, pp. 162-165, 2010.
- [5]Souvik Sen, Jeongkeun Lee, KyuHan Kim, and Paul Congdon, "Avoiding multipath to revive inbuilding WiFi localization," MobiSys13, Proceeding of the 11th annual international conference on Mobile systems, applications, and services, pp. 249-262, 2013.