

屋内高精度位置測位に向けたデッドレコニングの 累積誤差補正モデルの検討

金岡 諒[†] 柏本 幸俊[‡] 荒川 豊[‡] 戸辺 義人^{‡‡} 安本 慶一[‡]

青山学院大学大学院理工学研究科理工学専攻知能情報コース[†]

奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科[‡]

青山学院大学工学部情報テクノロジー学科^{‡‡}

1. はじめに

低コストな屋内位置推定法として、Wi-Fi を用いる手法や加速度センサ等を用いるデッドレコニング (Dead Reckoning:DR) 手法が幅広く研究されている。前者は、複数 Wi-Fi アクセスポイント (Access Point:AP) が設置された環境が必須である為、位置推定精度が低い。後者は、加速度センサを用いて相対的な移動距離を算出し位置を推定するが、累積誤差の発生によって、高精度な位置推定が難しい。本稿では、時間経過とともに累積する、DR における累積誤差のスマートフォン間の違いについて予備調査を行った結果を報告する。また、予備調査をもとに累積誤差補正モデルを作成し、評価実験を行った結果を報告する。累積誤差補正モデルを作成するための予備実験、モデル作成、評価実験について述べる。

2. 関連研究

Wi-Fi や Bluetooth の RSSI を用いた手法では、複数の AP や発信機を設置するコストがかかる点、屋内では建物建造物の影響で正確な位置推定が難しい点などの課題が存在する¹⁾。また、屋内に超音波を発信するスピーカを複数設置し、超音波がスピーカから Android スマートフォンへ到達した受信時間の差を用いて測位する手法も存在する²⁾。しかし Wi-Fi や Bluetooth と同様に、複数のスピーカを設置するコストが必要である。本稿では、普及デバイスであるスマートフォンを用いた手軽かつ高精度な屋内位置推定を目指す。

3. 予備実験

DR は時間経過に伴い距離誤差が累積する。ここで、距離誤差を補正するための誤差モデルを検討するために、2つの予備実験を行った。

A compensatory model for suppressing cumulative error of dead reckoning toward a high accuracy indoor positioning system

[†], ^{‡‡} Ryo Kanaoka, Yoshito Tobe/Aoyama Gakuin University
[‡] Yukitoshi Kashimoto, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto
/Nara Institute of Science and Technology

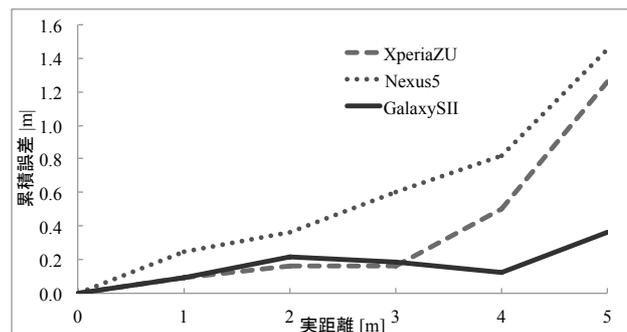


図1 スマートフォン毎の累積誤差

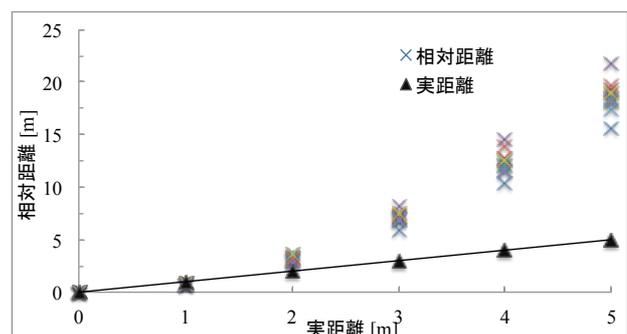


図2 DR手法による1m毎の距離測定

1つ目の実験は、スマートフォン間の累積距離誤差の違いについて調査した。実験では、3種類のAndroidスマートフォンを用いて、0-5 mを移動したときにスマートフォンの加速度センサの2回積分で推定した距離を記録した。ただし、実験では各距離で10回距離を計測した。また、3つのスマートフォンは台車の上に固定し、他の軸に影響しないように端末の向きを変えずに台車を移動させることによって相対距離を測定した。本実験に用いた端末は、SONY社のXperia Z Ultra, LG社のNexus 5, Samsung社のGalaxy SIIの3機種である。本予備実験の結果を図1に示す。この結果より、累積距離誤差に機種間の差異が存在すること、また測定距離と測定時間の増加とともに、累積誤差が指数関数的に増加していることが分かった。また、本実験で使用した端末の中では、Galaxy SIIが最も誤差が小さかったため、以降の実験では本端末

を用いることとした。

2 つ目の予備実験では、累積誤差補正モデルを作成するため、Galaxy SII を台車の上に固定し、端末を一定距離移動させたときの、DR によって算出される測定開始点からの相対距離を 1 m から 5 m まで、1 m 毎に台車を停止させ測定した。また、1 つ目の予備実験と同様に端末が動く向きを X 軸に固定した。測定は各距離で 10 回行い、計測された相対距離を図 2 のマーカで示す。図 1 と比べ、誤差が大きくなっているのは、加速度センサの誤差により停止中にも移動距離が加算されたためである。

4. 累積誤差補正モデルの作成

3 章の予備実験で得た相対距離をもとに、最小二乗法によって回帰関数を求め、累積誤差補正モデルを作成する。モデルによる差異を評価するため、モデルは 2 種類作成するものとした。モデル 1 は、予備実験 2 で計測した相対距離の全サンプル 60 個に対し最小二乗法を適用した回帰直線である。但し、モデルの高精度化の為 0-1 m と 1-5 m の区間に分けモデル化した。モデル 2 は、1 m 間隔でそれぞれ最小二乗法を適用した擬似曲線である。作成した補正モデルを用いて DR で算出した相対距離を補正し、正確な距離を推定する。2 種類のモデルを図 3 に示す。

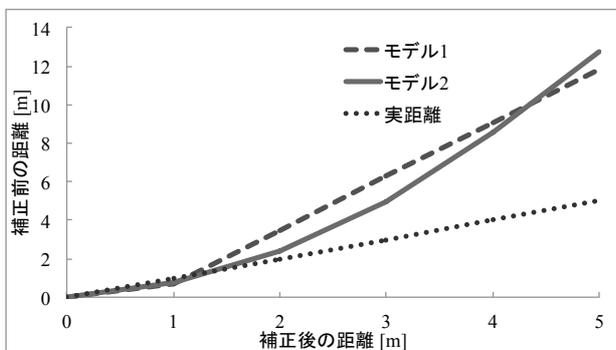


図 3 2 種類の累積誤差補正モデル

5. 評価実験および結果

4 章で作成した 2 種類の累積誤差補正モデルを用いて評価実験を行った。本実験では、3 章での 2 つ目の予備実験と同様の内容を行い、それぞれの補正モデルを用いた場合と用いなかった場合の測定開始点からの相対距離の誤差を比較する。実験の結果を図 4 に示す。実距離の増加とともに累積誤差が増加している補正前の距離と比較すると、補正モデル 1, 2 を適用した補正後の距離には累積誤差の減少が見られる。表 1 に示すように、実距離が 5 m のときの補正前の相対距離の平均が 14.3 m であるのに対し、補正後の相

表 1 補正モデル適用前と適用後の平均距離

実距離 [m]	1	2	3	4	5
補正前 [m]	0.74	2.55	5.39	9.30	14.3
補正後(モデル1) [m]	1.04	1.90	3.31	5.19	7.43
補正後(モデル2) [m]	0.98	2.06	3.12	4.18	5.36

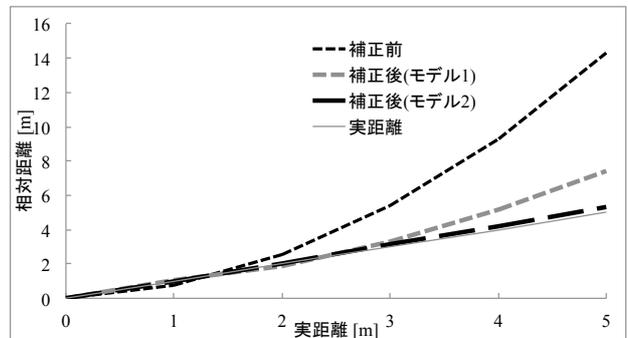


図 4 補正モデル適用前と適用後の比較

対距離の平均はモデル 1, 2 それぞれ 7.43 m, 5.36 m であり、モデル 2 では 5m のときの誤差を 0.36 m まで減少できた。また、モデル 1, 2 を比較すると、モデル 1 が 3 m 以降の指数関数的な増加に対応できていないのに対し、モデル 2 はより高精度に累積誤差を補正できていることがわかる。以上より、作成した累積誤差補正モデルを用いて、DR で生じる誤差を補正できた。また、2 つの補正モデルの比較より、擬似曲線を用いたモデルは、より高精度に誤差を補正できた。

6. むすび

本稿では、DR の累積誤差のスマートフォン毎の差異の調査、また累積距離誤差補正モデルを提案した。実験の結果、スマートフォンのベンダによって、DR による累積距離誤差の差異が存在することがわかった。また、累積誤差補正モデルによって、累積誤差を補正できた。本研究で得られた知見をスマートハウス内での位置推定等に活用する予定である。

謝辞

本研究の一部は、戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE: Strategic Information and Communications R&D Promotion Programme) の支援のもと行った。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 古舘達也, 堀川三好, 菅原光政, 「受信信号強度を用いた屋内測位手法の提案」, 情報処理学会研究報告, Vol. 2014-MBL-73, No. 21, (2014)
- 2) 岩崎改, 五百蔵重典, 「高周波可聴音を用いた屋内測位に関する検討」, DICOM02014, (2014)