

M-030

Bluetooth を用いたモバイルコンピュータの位置推定システムの開発 Development of a position estimation system of mobile computers using Bluetooth

福本 剛†
Takeshi Fukumoto

長坂 康史†
Yasushi Nagasaka

1. はじめに

近年、その携帯性・利便性の高さから、多くの人が携帯端末を持ち歩くようになってきている。ユビキタス社会の実現にはそれらの端末の位置の把握が重要であると考えている。位置検出には多くの場合 GPS を利用する方法[1]が取られるが、電波の届かない屋内などではその利用が困難である。

そこで本研究では、近年多くの携帯端末に組み込まれるようになってきた Bluetooth 技術を利用することで、屋内でもそれぞれの携帯端末の位置の把握を行うことが出来るシステムを提案する。

本提案手法では、Bluetooth により距離の推定を行い、その後、周りの端末との連携を取り合い、各端末間の距離からそれぞれの端末の位置を推定する。距離の推定には受信信号強度 RSSI 値を利用する。また、距離推定の精度向上のため遺伝的アルゴリズムを取り入れ、より正確な位置推定を目指す。

本研究では、全ての端末は同一水平面上にあると想定し、携帯端末のリアルタイム位置推定を目的としている。また、絶対座標を保有している基地局の存在しない場所であっても、携帯端末のみで位置推定が行えるシステムを提案する。

2. Bluetooth

本研究では、携帯端末での使用を前提としている。しかし、携帯端末はノートパソコンなどに比べ、バッテリーの容量が極めて少ない。携帯端末で利用するには、低消費電力である必要がある。そこで、低い消費電力で通信を行うことの出来る Bluetooth を使用し、位置推定を行うことにした。

Bluetooth 機器は、それぞれ固有の ID を保有しており、通信時はそれを電波に載せて通信を行う。そのため、それぞれの携帯端末を識別することが出来る。また、Bluetooth の受信電波強度 (RSSI : Received Signal Strength Indicator) を測定することができ、これにより距離の推定を行う。

また、無線通信は周りの環境 (例えば、他の無線機器の干渉) によって、その強度は変化しやすい。Bluetooth は他の無線通信からの干渉を

受けにくくするため、周波数ホッピングという技術を使用している。周波数ホッピングとは、通信を行う際に Bluetooth が許可されている周波数帯の範囲内で、周波数をランダムにずらしながら通信を行う技術である。この周波数の切り替えをととても短い間隔で行っているため、特定周波数で干渉を受けてしまった場合も、他の周波数で通信することにより、他からの干渉を最小限に抑えることが出来る。

3. RSSI 値と距離の関係

距離を推定することに対する RSSI 値の有効性を調べるため、RSSI 値と距離の関係を測定した。測定は 1m 間隔で 10m まで行い、また各点では 10 回の測定を行い、その平均を測定値とした。測定は建物内の廊下の 4 つの場所で行った。測定結果を図 1 に示す。また最もばらつきの幅が小さかった観測場所 3 の結果を図 2 に示す。

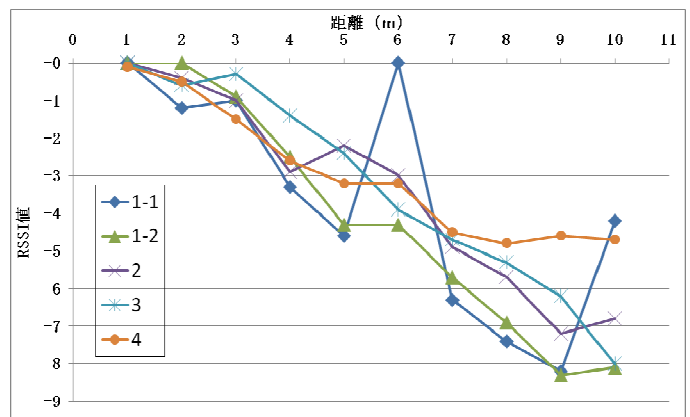


図 1. RSSI 値と距離の関係

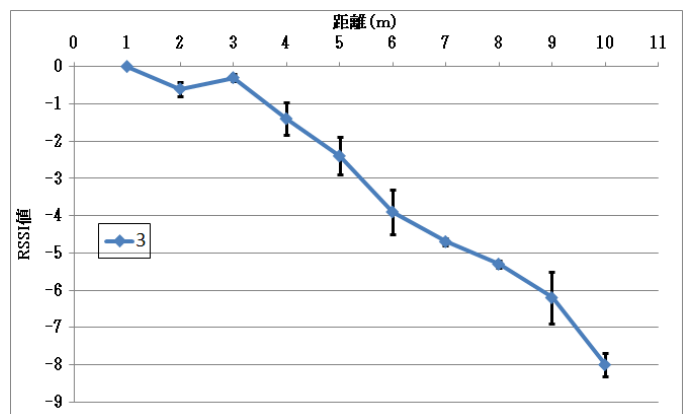


図 2. 測定場所 3 のばらつき

†広島工業大学大学院 工学研究科

4. 考察

図1の結果より、測定場所1-1で急激にRSSI値が変化している部分がある。しかし、後日同じ測定場所で測定を行ったところ(図1の1-2)同じ地点でも急激な変化はなく、値を取得できた。他の測定場所でも時間を置いて測定をし直すことで、値を取得することが出来たため、うまく接続が出来ていない状態でRSSI値の取得を行うと、0の値が与えられるのではないかと考えている。また、測定場所4は、無線通信を行う機器が少ない環境での測定である。測定場所4の結果を見ると他の測定場所に比べ、RSSI値が高いことがわかる。これは周りの無線通信の影響が他の測定場所に比べ少なかったため、高いRSSI値を取得することが出来たと考えられる。

また、図2からわかるように、同じ測定地点で測った場合であっても取得したRSSI値に誤差を生じている。しかし、多少の上下はしているが相関関係を見ることができ、距離推定に利用できると思われる。

5. 提案位置推定手法

図1と図2からわかるように、同じ観測地点であっても多少の誤差が生じてしまい、RSSI値をそのまま利用すると正確な位置推定が行えないことがわかった。

そこで、本研究では提案するRSSI値による推定距離の精度向上を目的とし、遺伝的アルゴリズムを用いた位置推定手法を提案する。提案手法では、遺伝的アルゴリズムに予め構築した学習データ評価関数や一時刻前の状態を使用することにより、RSSI値のみの推定に比べ、より正確な位置推定が可能であると考えられる。

5.1. 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズムではまず、データ(解の候補)を遺伝子で表現した個体を複数個用意する。そして、評価関数によりそれぞれの個体を評価し、個々に適応度を求める。適応度の高い個体は優先的に選択され、選択されなかった個体は淘汰される。選択後、選択された個体同士で個体中の遺伝情報(データ)を交換することにより、新しい遺伝子の組み合わせを持った個体を生成する。そしてまた評価の工程に戻る。遺伝的アルゴリズムはこの操作を決められた世代数(繰り返し回数)まで、または目的関数を満たすまで繰り返すことにより解を探索する。本研究では、観測データを遺伝子の情報一つ一つと表現することにより、位置推定問題を遺伝的アルゴリズムに適用している。

5.2. 遺伝的アルゴリズムを用いた位置推定手法

本研究提案手法における遺伝的アルゴリズム

を用いた位置推定アルゴリズムの流れを以下に示す。

(a) 初期集団の生成

本研究では、初期集団を作る際に、一時刻前に適応度の高かった上位5つのデータを加えることで、過去の情報も付与させている。これにより、誤差の大きいRSSI値を取得してしまった場合であっても、それを補うことが出来ると考えられる。

(b) 評価

本研究では、個体の適応度 f_i は式(1)で求めることが出来る。

$$f_i = (|x_{MAX}| - |\bar{x} - x_i|) \quad (1)$$

x_i をそれぞれの測定データ、 \bar{x} を測定データの平均、 x_{MAX} を測定データ中最も高い値とする。この評価関数により、平均値に近い値ほど適応度が高くなる。

(c) 選択・淘汰

本研究では、選択にルーレット選択方式を採用した。ルーレット選択方式では、式(2)を使い、選択確率 p_i を求める。

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{k=1}^N f_k} \quad (2)$$

これにより、適応度の高い個体を優先的に選択することが可能である。また、選択されなかった個体は削除する。

(d) 交叉

本研究では、交叉に二点交叉を採用した。これは選択された2つの測定データ列の二箇所にランダムで交叉点を決め、交叉点の間のデータを入れ替える手法である。

本研究では、遺伝的アルゴリズムにより得られた値を、その時点でのRSSI値とし、予め構築しておいた実測データ(RSSI値と距離との対応表)と照らし合わせ、距離を推定する。

6. まとめ

本稿では、Bluetooth技術によりRSSI値を測定し、その有効性を検証した。また、測定時のRSSI値の精度向上を目的とし、本研究では、Bluetooth技術のRSSI値と過去情報も解探索に取り入れた遺伝的アルゴリズムを組み合わせて用いた。これにより、位置推定時の精度の向上が期待できると考えられる。

今後は、本提案手法を実装し、検証を行っていく。

参考文献

Tor Bernhardsen, "Geographic Information Systems: An Introduction, 2nd Edition", Wiley, 1999.