

複数センサを用いた移動集団判定方式の検討

Detection Method of Moving Groups with Multiple Sensors

佐藤 純平
Jumpei Sato

新津 善弘
Yoshihiro Niitsu

1. まえがき

総務省令により携帯電話への GPS が原則搭載となるなど[1], 情報端末に複数の小型センサが搭載されるようになってきた。それに伴い, 端末に搭載されたセンサを利用した機能やサービスの検討, 提供が行われている。

また, ユーザ自身や周辺の情報 (ユーザコンテキスト) を用い, ユーザの嗜好に合った情報を配信するサービス等の提供が行われている[2]。

本稿では, 携帯端末に搭載可能なセンサを用い, ユーザが集団として移動しているかどうかをユーザのコンテキストとして取得可能とする方式を提案する。

2. 現状の問題点

センサを用いてユーザコンテキストを取得する研究はいくつか存在するが[3], その多くはユーザ自身のコンテキストを取得するものであり, 周囲のユーザと連携したコンテキストの取得はあまり行われていない。

周辺ユーザとの連携により, ユーザと同様の移動経路を取るユーザが存在するかというコンテキストの取得が可能となれば, 子供の見守りや混雑回避といったサービスに応用できると考えられる。

現在, その手段としては, 定期的に周囲の端末と通信することで周囲の端末の存在を確認する方法が考えられるが, 周辺ユーザの存在を認知するために継続的に通信を行うことは電力資源や電波干渉の点から好ましくない。

3. 移動集団判定方式

3.1 想定環境

全てのユーザは携帯端末を所持し, 携帯端末には, GPS および3軸地磁気センサが搭載されているものとする。また, 携帯端末は, アドホック機能により周囲の端末と基地局を介すことなく通信が可能であるものとする。

携帯端末では, ユーザの移動に合わせて, 搭載されたセンサによりサンプリングを行う。

携帯端末は, ユーザから移動集団のコンテキスト要求があった際に, サンプリングしたデータを周囲の端末へブロードキャストする。データを受信した各端末は, 自身のサンプリングデータと受信したデータの比較を行い, 同一の移動集団であると認められた際には, 発信元端末に応答パケットを送信する。

発信元端末では, 受信した応答パケットに応じて, ユーザが移動集団に含まれているかどうかを決定する。

3.2 提案方式

移動集団であるかを判定する際の方式として, 利用するセンサによって, 以下の2方式を提案する。

3. 2. 1. ベクトル比較方式

携帯端末では, GPS によりユーザの位置情報を一定間隔ごとにサンプリングする。サンプリングされた2点間の位置情報より, ユーザの進行方向ベクトルを生成する。

移動集団コンテキストが要求された際に, 過去に生成されていたベクトルから, 直近に生成されたベクトルまでのベクトル列を周囲にブロードキャストし, それを受信した各端末で自身のサンプリングデータより生成されたベクトル列の向きと長さを比較することで, 移動集団の判定を行う。

3. 2. 2. 磁気変化量比較方式

携帯端末では, 地磁気センサにより磁気量を一定間隔ごとにサンプリングする。移動集団コンテキストが要求された際に, サンプリング間隔から磁気の変化量を算出し, その変化量をブロードキャストする。受信した端末側では, 各端末がサンプリングした磁気の変化量と送信されてきた磁気の変化量を比較することで, 移動集団の判定を行う。

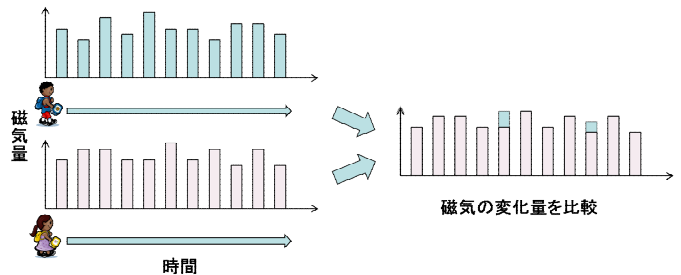


図1. 磁気変化量比較方式

4. 評価

4.1 評価方法

センサを装着したユーザ二名による実験を行い, 各センサからデータを取得した。その後, 取得したデータを提案方式に基づき加工し, 集団移動をしていると判定できるかどうかの評価を行った。

4.2 実験環境

二人のユーザにそれぞれ GPS ロガーおよび USB ケーブルにてノート PC に接続した地磁気センサを携帯してもらい, 大学キャンパス内を移動し, データを取得した。

実験時における各センサのサンプリングレートは, GPS ロガーが 0.1 Hz, 地磁気センサは 10 Hz で取得している。

実験に使用した機器を以下に示す。

[GPS ロガー]

- ・ HTC 社製 「S21HT」 + 「WMMMiniGPS」
- ・ Transystem 社製 「photoMate 887」

[3軸地磁気センサ]

- ・ パイテック社製 「TDS-01V」

† 芝浦工業大学大学院 工学研究科, SIT

[地磁気データ取得用 PC]

- ・ Panasonic 社製 「CF-R3」
- ・ ASUSTeK 社製 「EeePC S101」

4.3 実験方法

被験者 2 名が同一地点から、同行したまま屋内を含む同一経路 (GPS は屋外のみ) を歩行する場合について、実験を行った。

4.4 実験結果

被験者 2 名が同行した実験によって得られた GPS による経路図と地磁気センサによって得られた地磁気の総量比較図を以下に示す。



図 2. GPS による経路比較

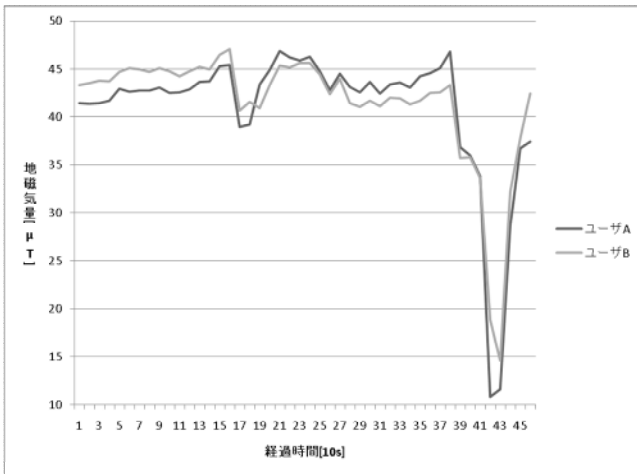


図 3. 地磁気総量比較

4.5 評価項目

- ・ 集団推定正解率

2 者が同一集団である際に同一集団判定できた確率 [%]

4.6 評価結果

実験にて得られたデータに基づき評価を行った結果を以下に示す。なお、両方式における評価間隔は、10 秒としているため、磁気変化量比較方式では、100 データの平均値を用いている。

具体的な評価方法としては、ベクトル比較方式では、評価間隔時間内に得られた相手のベクトル方向と自身のベクトル方向が $\pm 4.5^\circ$ の範囲内に入っており、なおかつユーザー間の 1 分間の平均移動速度差が 1 m 毎秒以内で

あるかどうかで判定し、磁気変化量比較方式でも同様に評価間隔時間内に得られた自身の磁気変化量の標準偏差内に相手ユーザーの磁気変化量が含まれるか、もしくはその逆を満たしている場合に集団であると判定している。

集団推定正解率を表 1 に示す。

表 1. 集団推定正解率

提案方式	成功	失敗	正解率
ベクトル比較	46	7	87%
地磁気変化量比較	42	4	91%

4.7 考察

表 1. より両方式案共に比較的高い精度で判定ができていくことが分かる。

特に磁気変化量比較方式では、屋外のみならず屋内も含めた上で 90% 程度の正解率を示した。通常地磁気センサは、建物によるシールド効果等により、本来地表から発生している地磁気を取得することが困難になるが、屋内においては、逆にこれらの効果により経路のトレースが容易になったと考えられる。

また、評価数 46 回のうち 4 回失敗しているが、これはどれも屋外から屋内に入る瞬間など、磁気の変化が起きやすい場所において、各ユーザーの地磁気センサにノイズが乗ったことが影響していると考えられる。

ただし、移動集団という観点から見れば、ある地点において判定を失敗している場合でもその前後における推定結果を含めて判定することで、ノイズによる判定失敗は十分無視できると考えられる。

GPS 方式においては、屋外での正解率は 87% となっているが、ベクトルの方位角の誤差許容範囲を低く設定しているため、精度としては不十分の可能性はある。

特にデータの取得間隔が短いほど、平均速度やベクトル方向に誤差が生じやすいため、現時点ではある程度長期的なサンプリングレートを設定する必要がある。

したがって、GPS の誤差情報である DOP 値を考慮した判定方法[4]等を用いた改善が必要であると考えられる。

5. むすび

本稿では、複数センサを用いた移動集団判定方式について、提案および評価を行った。

今後は、集団でない場合に集団として判定していないかを検証のための評価や判定精度向上を目指したサンプリングレートの調整および評価方式の検討を行うと共に、実際に想定されるサービスに基づいたサンプリングおよび判定間隔について、実験を行いながら検討していきたい。

参考文献

- [1]総務省, “事業用電気通信設備規則の一部を改正する省令案等に係る情報通信審議会答申及び意見募集の結果”, http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/051220_3.html
- [2]NTT DOCOMO, “i コンシェル”, http://imodepress.jp/imode/top/new_service/concierge/index.html
- [3]林智天, 川原圭博, 田村大, 森川博之, 青山友紀, “小型モバイルセンサを用いたコンテキスト適応型コンテンツ配信サービスの設計と実装”, 電子情報通信学会技術研究報告. NS, ネットワークシステム, 2005
- [4]古瀬俊一, 西野正彬, 青木政勝, 山田智広, 武藤伸洋, 阿部匡伸, “誤差情報を考慮した同行判定手法”, 情報処理学会 研究報告会, 2008-UBI-20