

スマートフォンによる歩行速度を用いた歩行者グループの人数推定手法の検討

合田 和馬^{1,a)} 白石 陽^{1,b)}

概要: 近年、位置情報を利用した情報推薦のサービスが注目されている。しかし、人は日常生活において周囲の人々とグループの形成/解消を繰り返し行っており、グループを形成している場合、購買の動機や結果は、単独の場合とは異なる。そこで、グループの属性を把握することで、よりユーザに適したサービスを提供することができると考える。グループの属性には、構成人数や人間関係、親密度などが挙げられるが、グループの構成人数は、歩行者が店舗の空席状況を把握する場合や店舗側が利用状況を把握する場合特に重要な属性であると考えられるため、本研究では歩行者グループの人数を推定することを目的とする。既存研究として、歩行者グループやグループ人数を推定する研究があり、歩行者グループを推定するために、グループを構成するメンバー全員の位置情報や歩行情報を取得している。しかし、導入コストや計測場所の問題、他ユーザの端末のGPSなどの利用状況に影響される問題がある。本研究では、歩行者のグループ化を行わず、グループ人数を推定する手法として、歩行速度と歩行者グループ人数には相関があるという既存研究の知見に基づき、歩行速度を用いた手法を提案する。歩行速度はグループメンバー1人の歩行速度が、そのままグループの歩行速度と同じになると考えられるため、グループメンバーの1人を計測対象とすれば良い。また、導入コストと計測場所の問題を解決するために、普及率が高く様々なセンサを搭載しているスマートフォンを使用する。以上のことから、スマートフォンを用いて取得したグループメンバー1人の歩行速度からグループの歩行速度を推定し、単独歩行時の歩行速度と比べ、どの程度変化したかによって歩行者グループ人数を推定する。

1. はじめに

近年、位置情報を利用した情報推薦のサービスが注目されている。例えば、ビーコンを用いて、周囲のユーザに商品情報を提供するサービスがある。しかし、人は日常生活において周囲の人々とグループの形成/解消を繰り返し行っており、井上によるとグループ行動時の購買の動機や結果は、単独時と比べ大きく異なるという報告がある [1]。そのため、グループの属性を把握し、属性によって推薦する情報を選択することで、よりユーザに適したサービスを提供できると考える。グループ属性には、構成人数や人間関係、親密度などが挙げられる。その中でも特に、グループの構成人数は、歩行者が店舗の空席状況を把握する場合や店舗側が利用状況を把握する場合で重要な属性であると考えられる。具体的な活用例として、飲食店を訪れる場面がある。入店前に、グループ人数に合わせた店舗の空き状況を

把握できれば、スムーズな入店を促すことができる。また、情報推薦以外に、店舗の利用状況の把握にも活用することができる。飲食店の利用状況として、何人グループでの来店が多いかを把握することで、店舗の座席配置などに活用することができる。このようにグループの構成人数を把握することは重要な意味を持っていると考える。

歩行者グループの人数推定を実現する方法として、グループ歩行時の特徴を使用する方法 [2,3] が提案されている。その特徴として、歩行軌跡、会話におけるリアクション動作、歩行速度などが挙げられる。歩行軌跡や会話におけるリアクション動作を用いる場合、グループメンバー全員を計測する必要があるため、他ユーザのGPSやBluetoothの利用状況に左右されるという問題がある。しかし、歩行速度はグループメンバー1人の歩行速度が、そのままグループの歩行速度と同じになると考えられるため、グループメンバーの1人に注目すれば良い。また、グループ歩行時の歩行速度は単独歩行時に比べ、遅くなることが報告されており [4]、グループ人数の増加に伴い、その速度は低下することも報告されている [2]。これにより、グループ歩行時の歩行速度は、グループ人数を表す指標となると考え

¹ 公立はこだて未来大学システム情報科学部
School of Systems Information Science, Future University
Hakodate.

a) b1014155@fun.ac.jp

b) siraisi@fun.ac.jp

られる。本研究では、グループメンバー1人の歩行速度を計測することで、グループ全体の歩行速度を推定し、その推定結果からグループ人数を推定する手法を提案する。

2. 関連研究

歩行者グループの人数推定に関する研究として、歩行者グループ推定に関する研究があり、カメラの映像を用いた研究 [2,3,5] や、位置情報を用いた研究 [6,7] がある。

カメラの映像を用いたグループ推定の研究として、Mousaidらは、歩道上を歩くグループを上からカメラで撮影し、歩行速度とユーザ同士の位置関係から得られるグループの形状を用いて、歩行者グループの推定を行っている [2]。山本らは、監視カメラ映像のデータセットを用いて、歩行者をグループ化するための特徴量の評価を行っている [3]。特徴量として、ユーザ間距離、歩行速度、歩行軌跡などを挙げており、その有用性について評価している。Chamvehaらは、駅に設置されている監視カメラの映像から、進行方向やユーザ間の距離を計測し、歩行者グループを推定している [5]。文献 [2,3,5] から、グループ歩行時に見られる特徴を用いることで歩行者グループを推定することができると思われる。しかし、カメラを用いる場合、設置コストがかかる上、カメラが設置された環境でしかグループ人数の推定ができない。

位置情報を用いたグループ推定の研究として、瀬占らは、GPSによる位置情報を用いて、ユーザ間の距離と同行時間を把握し、歩行者グループの推定を行っている [6]。樋口らは、スマートフォンによるBluetoothの電波強度を用いて計測されたユーザ間の距離に加え、歩行者デッドレコニング(PDR)による歩行軌跡を用いることで、グループ推定を行っている [7]。しかし、ユーザ間距離を用いる場合、グループメンバー全員が端末を持ち、GPSやBluetoothの機能をオンにしなければならない。日経デジタルマーケティングが2015年に行った調査 [8] では、GPSを常時オンにしているユーザは24.7%、Bluetoothを常時オンにしているユーザは19.7%とかなり低いため、グループ人数推定に使用するのには現実的ではない。したがって、計測対象であるユーザ以外のグループメンバーの端末状況(端末保持の有無、GPSやBluetoothの設定)に依存しない方法が必要であると考えられる。

3. 提案手法

3.1 研究の目的

本研究の最終目的は、グループの属性によって、ユーザに適した情報を推薦するために、グループの属性を推定することである。本研究では、グループ属性の中でも重要と考えられる歩行者グループの人数を推定することを目的とする。

3.2 研究課題

本研究では、以下の3つを研究課題とする。

- ①導入コストの削減
- ②他ユーザの端末状況に依存しないグループ特徴の選択
- ③歩行速度によるグループ人数推定

3.3 アプローチ

研究課題①に対するアプローチとして、スマートフォンを使用する。従来のグループ推定に関する研究として、カメラを使用しているものがある。しかし、カメラを用いて広範囲の領域をカバーしたグループ推定を行う場合、導入コストが大量にかかってしまうという問題点がある。本研究では、その問題点を解決するために、スマートフォンを使用する。スマートフォンを用いる理由として、スマートフォンの所持率が増加傾向にあり、歩行速度の計測に必要な加速度センサなど多くのセンサが内蔵されているため、計測の際、新たに計測用の端末を用意する必要がない点が挙げられる。また、計測場所を限定しないため、広範囲の領域をカバーでき、導入コストを削減できると考える。

研究課題②に対するアプローチとして、ユーザの歩行速度を用いる。グループ歩行時に現れる特徴としては、ユーザ間の距離や歩行軌跡の類似性など様々なものが挙げられるが、ほとんどの場合がグループメンバー全員を計測する必要がある。しかし、前述の通り、グループメンバー1人の歩行速度がグループ全体の歩行速度と同じになると考えられる。そのため、歩行速度を用いることで、他ユーザの端末状況に依存せず、グループメンバー1人の計測で、グループ人数を推定できると考える。歩行速度の推定は、スマートフォンを用いたPDRによる推定手法を検討している。歩行による加速度の変化や計測するユーザの身長から歩数と歩幅を計測し、移動距離を算出することで歩行速度を推定する。PDRを用いることで、屋内屋外など計測場所を限定せず計測できると考える。

研究課題③に対するアプローチとして、単独歩行時の歩行速度に対する、グループ歩行時の歩行速度の差から、グループ人数を推定する手法を検討している。文献 [2,4] から、グループ歩行時の歩行速度は、グループ人数推定の指標になると考えられる。しかし、歩行速度は個人によって異なる。そのため、単独歩行時の歩行速度を事前に収集し、その歩行速度と計測して取得した歩行速度の差を検出することで、個人の歩行速度の違いを考慮することができると考える。

4. おわりに

本稿では、グループ人数推定の重要性を述べ、グループメンバー1人の計測からグループ人数を推定するため、スマートフォンから計測した歩行速度を用いる手法について述べた。既存のグループ推定の手法では、導入コストが大

量にかかる，設置環境でしか計測できない，他ユーザの端末状況に左右されるなどの課題があった．提案手法では，スマートフォンを用いて歩行速度を計測することで，これらの課題を解決する．今後は，歩行速度を推定するにあたりどのくらいの時間計測すれば良いかについて検討を進める予定である．さらに，グループ歩行時のセンサデータを収集し，提案手法を確立させ，実験を行うことで，提案手法の精度評価を行っていく．

参考文献

- [1] 井上淳子，“購買行動における同伴者の影響：母娘ショッピングの観点から”，産研アカデミック・フォーラム，Vol.13，pp.29-40 (2005)
- [2] M. Moussaid, N. Perozo, S. Garnier, D. Helbing and G. Theraulaz, “The Walking Behavior of Pedestrian Social Groups and Its Impact on Crowd Dynamics, ” PLoS ONE, Vol.5, No.4, p.e10047, 04 2010. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0010047> (Accessed : 2017/07/23)
- [3] 山本雄大，宮下侑大，中村明生，“歩行者のグループ化のための歩行特徴評価”，電子情報通信学会論文誌 D，Vol.J99-D，No.1，pp.35-44 (2016)
- [4] 田中啓之，“歩行速度に関係する要因の影響力分析：GPSデータを用いて”，人間社会研究，No.13，pp.63-69 (2016)
- [5] I. Chamveha, Y Sugano, Y. Sato, and A. Sugimoto, “Social Group Discovery from Surveillance Videos: A Data-Driven Approach with Attention-Based Cues,” British Machine Vision Conference, BMVA Press, pp.1-11 (2013)
- [6] 瀬古俊一，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ユビキタスコンピューティングシステム (UBI)，Vol.110，No.20，pp.65-72 (2008)
- [7] 樋口雄大，山口弘純，東野輝夫，“デッドレコニングとBluetoothの受信電波強度を用いたスマートフォンユーザ間の位置関係認識”，情報処理学会論文誌，Vol.54，No.8，pp.2048-2060 (2013)
- [8] 日経デジタルマーケティング，“スマートフォン活用に関するアンケート調査”， [Online]. Available: <http://business.nikkeibp.co.jp/atcl/dmg/15/217984/091500006/> (Accessed : 2017/07/23)