

地下街歩行者ナビのための人流情報提示システムの提案

井上翔^{†1} 河合由起子^{†1} 秋山豊和^{†1} 安井豪基^{†1} 川崎洋^{†2} 若宮翔子^{†3}
 荒牧英治^{†3}

^{†1} 京都産業大学

^{†2} 鹿児島大学

^{†3} 奈良先端科学技術大学院大学

1 はじめに

本研究では、同形状の店舗や看板の多い地下街において、人の混雑状況をランドマークの目印として抽出することで、道案内やイベント推薦、災害時支援に利用可能な人流情報を提案する。道案内におけるランドマークの有効性は高く、象徴的なランドマーク抽出に関する研究は広く行われている [2][3]。これまで我々は、視認性および話題性の高いランドマークを構築した3次元の街並みと数ヶ月分のジオタグツイート等のSNSデータから点、線、面のランドマークとして抽出してきた [1]。しかしながら、先行研究を含め、多様な形状の建物および看板で構成されている地上では道案内として有効性は高いと言えるが、デパートや複合施設等の建物内や地下街は、同形状のテナントおよび看板で構成されており、それらを道案内のための象徴的なランドマークとする有用性は低い。

そこで、本研究では、建物内や地下街における道案内として、混雑状況を動的なランドマークとして抽出することを目的とし、本論文では特に地下街を対象に、ジオタグ付きツイートデータに Wi-Fi から得られるセンサデータを加え、混雑状況の可視化を目指す。これにより、任意の時間帯における店舗前の行列や待ち合わせ場所等をランドマークとして抽出、利用可能になる。本稿では、混雑判定手法および人流情報提示システムを提案し、また、ジオタグツイートデータとの相関を比較検証する。

2 地下街における人流情報提示システム

本研究では、地下街における道案内として、Wi-Fi から得られるセンサデータおよびジオタグ付きツイートデータから人の流れを観測し、混雑状況の可視化を目指す。具体的には、地下街に普及している Wi-Fi ルーターを用いて、ユーザの携帯端末から常時発信される電波強度をアクセスポイントで取得し、その電波強度を用いてアクセスポイントからユーザの位置を測定す



図 1: システム概要

る。次に各アクセスポイントにおいて、一定時間かつ一定範囲内のユーザ数から、滞在時間を算出し、混雑状況を判定する。閾値以上の場合、マップに混雑情報として提示する。また、ジオタグ付きツイートデータも混雑指標として提示する。図 1 に、システムの流れとインターフェースの概要を示す。

2.1 混雑場所抽出手法

本研究では、センサデータとして、屋内に設置されている Wi-Fi ルーター（アクセスポイント）がユーザの携帯端末から定期的に受信する電波強度を用いる。アクセスポイント (AP_i) は、携帯端末の MAC アドレス、電波強度 (RSSI), 受信時刻等を取得する。

提案手法では、RSSI からユーザの位置を測定し、ユーザの歩行状態と停留状態を判定する。ユーザの位置は、任意のアクセスポイント AP_i からユーザの距離を $dist(AP_i) = 10^{\frac{A-RSSI}{B}}$ より算出する [4]。ここで、 A, B は定数であり、本研究では $A = 2, B = 60$ とした。次にアクセスポイントごとに、MAC アドレス、受信時刻、電波強度、 $dist(AP_i)$ を DB に格納し、 t 分間隔で dm 以内に閾値 k 回以上のアクセス履歴のある MAC アドレスをユーザの停留状態と判定する。最後に、停留状態中のユーザ (MAC アドレス) 数が閾値 Th 以上を混雑状態と判定する。

2.2 ジオタグ付きツイートのフロア判定

ジオタグ付きツイートは緯度経度情報を含むが、高さ情報を含まない。そこで、ツイート内容から k 近傍法

A Proposal of People-Flow Visualization system for Underground Shopping Area

^{†1} Kakeru Inoue ^{†1} Yukiko Kawai ^{†1} Toyokazu Akiyama
^{†1} Gouki Yasui ^{†2} Hiroshi Kawasaki ^{†3} Shoko Wakamiya ^{†3}
 Eiji Aramaki

^{†1} Kyoto Sangyo University

^{†2} Kagoshima University

^{†3} Nara Institute of Science and Technology

を用いてツイートを各階層ごとに分類する。最近傍法は、判別対象のデータがどの学習データに一番類似しているかで判別する手法であり、データ間の類似度はユークリッド距離を用いる。まず、各ツイート内容から名詞と形容詞を形態素解析より抽出し、単語ごとのDF値を(単語*i*が出現するツイート数)/(ツイート総数)から求める。次に、DF値を用いてツイートベクトルを生成し、各ツイート間の類似度を $d(p, q) = \sqrt{\sum (p_i - q_i)^2}$ より算出する。判別対象のデータとの類似度が高い順に学習データのクラスを *k* 個のうち最も多いクラス *j* に識別される。ただし、最も多いクラスが複数存在する場合は識別不可とする。これによりツイートを各階層に分類する。分類されたツイートデータは人流情報として、緯度経度を用いてフロアマップ上に提示する。

3 検証

3.1 Wi-Fi センサにおけるユーザ停留数

Wi-Fi センサから人流を観測し、混雑状況を検証する。実験では、2月の土曜と日曜の7日分の任意のアクセスポイント AP_i で取得した約69万レコードとツイートデータを用いた。停留状態として、算出したアクセスポイントまでの距離 $dist(AP_i)$ が $d = 10m$ 以内の携帯端末に対して、 $t = 2$ 分間で $k = 5$ 回以上で、さらに t を連続して取得できた端末を停留状態とした。なお、今回解析したアクセスポイントは地下街の広場ではなく、通路に設置されているものを対象とした。

図2に、時間ごとのユーザの停留数の推移結果のグラフを示す。午後3時から18時までは比較的停留数が少なく、お昼と夜に停留数が多い結果であった。また、同時時間帯のアクセス数も同様の傾向であり、お昼と夜に人の流れが多く、それ以外は少なく、実世界の人の行動に合った結果と言える。また、ジオタグ付きツイート数の多くは0件であったが、ジオタグ付きツイートデータとの相関係数は-0.24、となり、負の相関となった。以上より、Wi-fi センサデータは地下街において停留数観測に有用であると言える。

3.2 混雑状況の可視化

混雑状況の可視化は、図面上にレイヤーを重ねて、ポリゴンやパス、ヒートマップを表示可能なD3.floorplanを用いた。混雑状態と判定された場合に、人数の多さに基づき該当通路にヒートマップ提示する。

4 おわりに

本研究では、建物内や地下街における道案内として混雑状況を動的なランドマークとして抽出することを目的とし、地下街のWi-Fi センサデータからユーザの停留数を算出し、ヒートマップとして提示する人流情

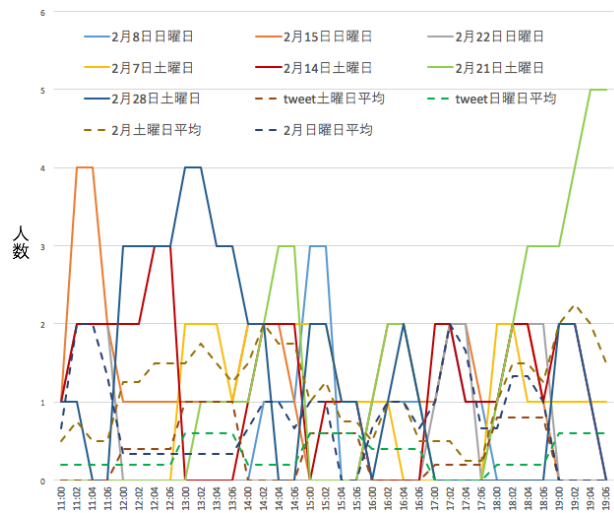


図2: ユーザの停留数の推移

報可視化システムを提案した。実験より、Wi-Fi センサデータを用いた停留ユーザ計測手法により、実世界に即した停留状態を観測でき、また、ジオタグ付きツイートとは負の相関となり、地下街の通路においてはWi-Fi センサデータを用いることの有用性が確認できた。また、センサデータから得られた観測結果はジオタグ付きツイートデータとの負の相関が見られた。今後、停留箇所を動的ランドマークの一つとして利用した道案内を目指す。

謝辞

本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進事業SCOPE (150201013) およびJSPS 科研費15K00162, 16H01722の助成を受けたものである。また、本研究の実施にあたり立命館大学西尾信彦氏、望月祐洋氏にご助言いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] Shoko Wakamiya, Hiroshi Kawasaki, Yukiko Kawai, Adam Jatowt, Eiji Aramaki and Toyokazu Akiyama, "Lets Not Stare at Smartphones while Walking: Memorable Route Recommendation by Detecting Effective Landmarks", In Proc. of UbiComp2016, pp. 1136–1146, 2016.
- [2] Daniele Quercia, Rossano Schifanella, and Luca Maria Aiello, "The shortest path to happiness: recommending beautiful, quiet, and happy routes in the city", In Proc. of HT2014, pp. 116–125.
- [3] 服部 哲, 速水 治夫, "位置情報を含むツイートを効率的に発掘するための基本方式の検討", DICOMO2011 講演論文集, pp. 1526–1530, 2011.
- [4] 暦本 純一, 塩野崎 淳, 末吉 隆彦, 味八木 崇, "実世界集合知に基づくWi-Fi位置情報基盤", インターネットコンファレンス 2006, pp.95-104, 2006.