

## 携帯端末を用いた混雑状況リアルタイム共有システムの構築

高下康浩<sup>1</sup>宮本陽介<sup>2</sup>飯塚佳代<sup>3</sup>飯塚泰樹<sup>1</sup><sup>1</sup> 東海大学理学部情報数理学科<sup>2</sup> 東海大学理学部物理学科<sup>3</sup> 専修大学ネットワーク情報学部

### 1 はじめに

日本最大の同人誌即売会であるコミックマーケットなどを始め、参加者数がとても多いイベントの開催時、その整理において会場の混雑状況を把握する事はリスク管理の上からも非常に重要である。会場の混雑状況をリアルタイムで把握・参加者と共有する事により、効率的なイベントの整理や参加者自身による混雑箇所の回避が可能となる。しかし、イベント開催者のスタッフ数は限られており、会場が広く参加者が多い場合等は把握が困難である。近年、スマートフォンやPDA等、通信機能やGPSによる測位機能をもった携帯端末が広く普及し始めている。本稿では、参加者が普段から所持しているスマートフォンなどの携帯通信端末を用いてそれぞれの位置や移動速度、加速度の特徴などを収集し、そのデータを元に会場の混雑状況を推測するシステムを提案する。また、当システムの試作結果とその評価を報告する。

### 2 研究の目的

先述したような大規模イベントで混雑状況を把握するためには、以下の要件が必要と考えられる。

1. マップ上にイベント情報などと共に混雑状況をオーバーレイ表示する事により、ユーザの視覚的な理解を補助できること。
2. リアルタイム性が高く、イベントの特性によって混雑情報測定の高頻度やデータの測定レンジを調整できること。
3. 1m から 10m 程度の高精度(高解像度)で混雑状況を取得できること。

既存研究として、携帯電話など携帯端末に搭載されたGPSにより混雑状況を推測するものがある[1]。これはGPSを用いて歩行者の歩行速度を検出しその統計を取り、各地点の歩行者密度、つまり混雑状況を推測するものである。またGoogleMaps[2]は、同社が開発・公開しているAndroid OS搭載の携帯端末から収集したGPSのデータを元に、道路の交通情報を推測するサービスを提供しているが、これは車での移動が対象であり、歩行者は考慮されていない。

これらに対し、我々は道路以外の様々な場所においても混雑状況を推測し、それらをマップ上に様々な種類のデータと共に表示、混雑情報を共有することので

きるシステムを提示する。これは主に歩行者が多く集まるイベント会場などでの混雑対応、参加者整理などに応用が期待できる。

### 3 提案手法

近年、急速に普及が進むスマートフォンなどの携帯端末はGPSや加速度センサを搭載しているものが多く、これらを使用して詳細な位置情報を取得可能であり、またインターネットによる通信が可能である。提案手法では、これらの携帯端末を利用し所有者の位置や移動速度、加速度の特徴などを収集・処理し混雑状況の推測に用いる。位置・速度情報に加えて携帯端末の加速度の特徴から利用者の移動モードを推定する事により、実際の混雑による移動速度減少や個人が突発的に立ち止まっただけなどといった状況の判別が可能になる。

携帯端末のGPSにより取得した位置情報とその時刻、速度の情報をサーバにアップロードする。マップ表示用クライアントは一定時間ごとにそのデータをダウンロードし、ヒートマップとして画像出力を行う。この際、取得するデータの時間範囲を逐次移動することにより、混雑情報の推移を推測することができる。

### 4 システムの試作

本稿の執筆にあたり提案手法の機能を検証するため、簡易版として加速度による歩行者の移動モードを考慮せず、歩行者の位置・歩行速度のみを利用して混雑状況を推測するシステムを試作した。情報収集を行う端末では位置・速度と、端末上で加工した加速度の特徴をサーバに逐次送信し、蓄積する。情報表示用クライアントは一定時間ごとにこれらの情報を一括でダウンロードし混雑情報を解析、ヒートマップとして視覚化し、マップ上にオーバーレイ表示する(図1)。ヒートマップには図2に示すカラーパレットを用い、混雑状況の強い方から→赤→黄→透明というグラデーションで表す。

混雑状況の予測においては取得データを2-passで処理する。1st-passではマップ上の仮想のグリッドで区切ったリストへの情報の割当てを行う。2nd-passにおいてそれぞれグリッドの情報に対する混雑情報の推測を行い、それぞれの情報に対して推測した混雑状況を割り当てる。また2nd-passにおいて混雑状況を算出する際には、グリッドごとに以下の式を用いる。ここで、

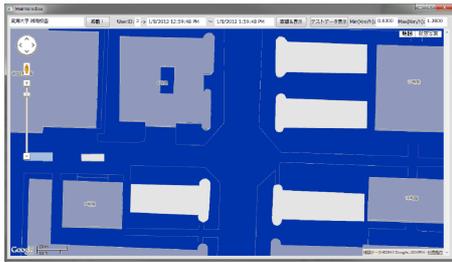
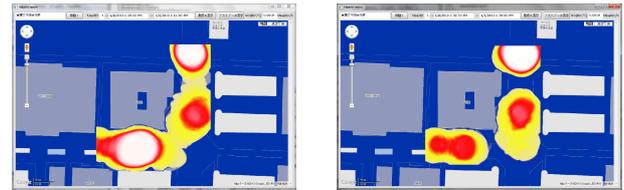


図 1: 試作システム画面 (マップ表示用クライアント)



100% の被験者が速度低下 75% の被験者が速度低下

図 2: ヒートマップ生成用色置換パレット

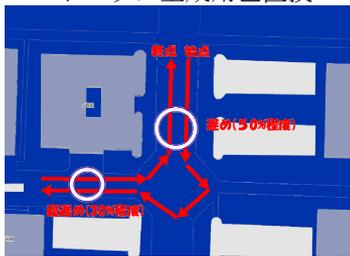


図 3: 評価時移動指示用地図 (GoogleMaps より引用)

混雑の度合い  $intensity$  を 0.0(混雑) から 1.0(快適) までの実数で、ある情報の速度を  $x$ , 完全に混雑と判定すべき速度を  $A$ , 快適と判定すべき速度を  $B$ , グリッド内のデータ数を  $N$  とする。

$$y = -\frac{1}{A-B}x + \frac{A}{A-B}$$

$$intensity_{raw} = \begin{cases} 0 & (y < 0) \\ 1 & (y > 1) \\ y & (else) \end{cases}$$

$$intensity = \frac{intensity_{raw}}{N}$$

## 5 評価と考察

10人の試験参加者を用意し、図3に示す移動を行わせた。なお、図中の矢印の種類は移動速度を表し、円で囲んだ地点で歩行速度を普段の50%、30%程度に落とすよう指示がなされている。

試作したシステムを被験者の携帯端末に導入し、地図の指示に従って歩行させた。試験においては時間を4つに区切り、それぞれ参加者の100%、75%、25%を、地図上円で囲まれた部分で歩行速度を低下させた。それぞれの時間に対する本システムのマップ出力を、図4に示す。

参加者の100%が指定地点で減速した場合、その地点が白、赤で強く協調して表示されている。当該地点で速度低下している者が多く、当該地点の混雑状況が強い事を正確に読み取れる。また速度低下者の割合が75%へと減少すると、当該地点のヒートマップは表示



25% の被験者が速度低下

図 4: 試験結果

が赤から黄色になり、混雑の緩和が確認できる。25%ではほぼ黄色または透明で表示されており、混雑が解消されている事が確認できる。

問題点として、地図上カーブや折り返しの部分が黄色で表示されていることが挙げられる。GPSを利用した速度測定のため、直進以外の動作では歩行者の実際の速度より遅く測定されてしまうことが原因である。これは加速度計を利用し利用者の移動モードや歩行の特徴を判定し、除外することができると考えられる。

以上の実験により、本システムの有効性が確認できたと考えらる。今後端末の加速度特徴の利用や、端末速度から渋滞情報への新たな変換式を採用したプロトタイプ2を開発中である。

## 6 おわりに

本稿では、現在普及の進むスマートフォンなど、GPS受信機や加速度センサ、ネットワーク接続機能を搭載した携帯端末を利用した混雑状況共有システムを構築した。また試作システムでの試験において混雑状況をヒートマップとしてマップ上に表示することにより、イベント会場などの混雑状況を視覚化・把握できることを示した。確認できたので、今後プロトタイプ2の開発を進め、歩行モード判定による混雑状況推測精度の向上性などを検討していく。

## 参考文献

- [1] 山本友理 他 ”歩行者用道路上におけるリアルタイムな混雑情報の取得・提供手法”, 情処学研報 MBL No.44 pp.37-42(2004)
- [2] Google ”Google Maps”, <http://maps.google.com/>