

# 携帯端末を用いた街中情報取得システムの構築に関する検討

大島 一将<sup>†</sup> 森田 達也<sup>†</sup> テープウィロージャナポン ニワット<sup>‡</sup> 戸辺 義人<sup>§</sup>

東京電機大学 未来科学研究科 情報メディア学専攻<sup>†</sup> 三重大学 工学研究科 情報工学専攻<sup>‡</sup>  
東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科<sup>§</sup>

## 1. はじめに

GPS やカメラを搭載した携帯端末の普及により、位置情報の取得や写真撮影、Web サービスを容易に利用することができるようになった。特に写真共有サイトやミニブログのような SNS を利用することで、利用者はいつでもどこでも街中の情報を発信することができる。しかし情報のアップロードに制約がない場合、同じ情報を多くの利用者が収集してしまう可能性がある。また、携帯端末による位置情報の取得には多くのエネルギーを必要とするため、位置情報取得頻度を調整する必要がある。本研究では上記課題を解決するため、携帯端末による情報収集システムの検討を行った。

## 2. 本研究の概要

小型センサが搭載された携帯端末は、据え置き型のセンサでは取得できない情報を収集することが可能である。各個人が携帯端末を持ち運び、興味の対象をセンシングすることで、数多くの情報を収集することができる。たとえば Twitter は短いコメントに位置情報や写真を付帯させて投稿し、コメントを共有することで、新たなコミュニケーションを生み出している。同様に、携帯画像を用いて大勢の人の手によって収集された情報を集合知とし、有効活用をすることが本研究の目標である。

### 2.1. Push 型センシングと Pull 型センシング

携帯端末に搭載されたセンサで情報を収集する場合は Push 型センシングか Pull 型センシングに分けられる。Push 型では携帯端末を持っている利用者が自発的に情報を収集してアップロードを行う。Pull 型ではあるユーザが他のユーザに対して情報の収集をリクエストすることで情報を取得する。Push 型は複数の情報収集者によって同じ場所の情報が冗長に収集される問題がある。一方で Pull 型は、ユーザが望むデータのみを収集するため、収集した情報の冗長化を避けることができる。しかし、特に対策をせずに全員へリクエストを送信すると、サービス全体のメッセージ数が増加してしまう。また、情報収集者が依頼を受け取ったとき、すでに収集ポイントから移動している場合は情報収集を行えない。そこで本研究では端末利用者の行動パターンモデルを用いる。

Exploring the Urban Area Information Acquisition System Using Mobile Phone

Kazumasa OSHIMA<sup>†</sup>, Tatsuya MORITA<sup>†</sup>,  
Niwat THEPVILOJANAPONG<sup>‡</sup>, Yoshito TOBE<sup>§</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Science and Technology for Future Life,  
Tokyo Denki University

<sup>‡</sup> Graduate School of Engineering, Mie University

<sup>§</sup> School of Science and Technology for Future Life, Tokyo  
Denki University

表 1: 用語定義

リポータ	情報の収集者
リクエスタ	情報の収集を依頼する者
サーバ	リポータ選出等のメインシステム
ノード	飲食店やお店などのランドマーク

表 2: リポータの行動状態

S <sub>0</sub>	ホームポイント待機 (スタート地点)
S <sub>1</sub>	移動 (S <sub>2</sub> の滞在所へ移動)
S <sub>2</sub>	滞在 (移動先の目的地)
S <sub>3</sub>	ホームポイントへ戻る

行動パターンモデルを利用することで、情報収集ポイントへたどり着く可能性の高い端末利用者に対してリクエストを発行することができる。これにより、冗長なメッセージと消費エネルギーを削減することが可能になる。

## 3. システム設計

本システムでは表 1 で記すとおり、情報を収集する者をリポータ、情報の収集を依頼する者をリクエスタ、リポータ選出や行動パターンモデルの構築、情報格納を行うシステムをサーバと呼ぶ。リポータの行動状態は表 2 の S<sub>0</sub> から S<sub>3</sub> の順に遷移すると定義する。また、飲食店やお店などのランドマークをノードと定義し、リクエスタは本システムで定義されたノードの情報のみを検索できるとする。リポータは状態 S<sub>1</sub> もしくは S<sub>3</sub> のときに情報を収集することができる。2 で述べた手法を実現するにあたり、リポータの行動パターンモデルの構築とリポータの選出アルゴリズムについて検討を行う。

### 3.1. リポータの行動パターンモデル構築

リポータがどの場所へ移動したのかを把握するためには位置情報の取得が必要となる。しかし、高頻度で位置情報を取得すると携帯端末の消費エネルギーやメッセージ数が増加してしまう。そこで、リポータがノード付近に到達したときのみ携帯端末から位置情報の送信を行う。これにより位置情報の取得頻度を下げ、かつメッセージ数を低減することができる。リポータの行動パターンモデルはリポータの通過ノード情報を基にマルコフ連鎖を用いることで構築を行う。また、リクエスタは数分後の時刻のノードの情報を要求するため、リポータは現在地から要求の時刻までに目的ノードへ到達する必要がある。そのため、ノード間を移動する平均時間も記録する。

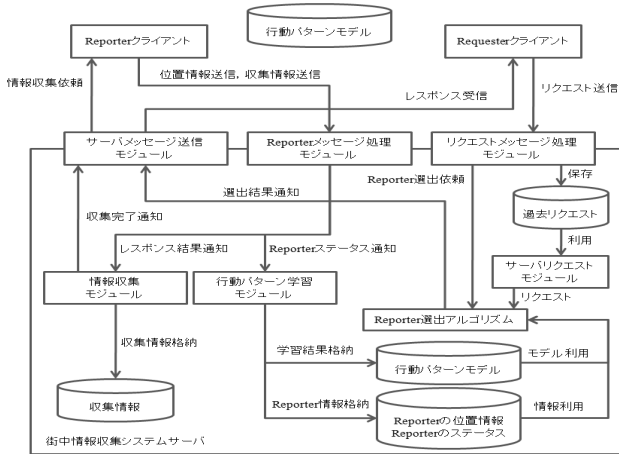


図1：システム構成図

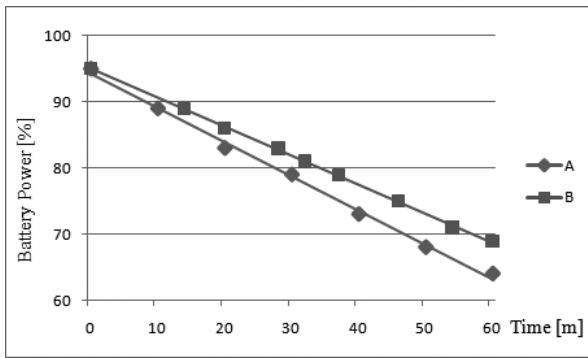


図2：バッテリー消費特性

### 3.2. リポータ選出アルゴリズム

リポータの選出は各リポータの現在の行動状態と位置情報、行動パターンモデルを用いて行う。図3の1行目から5行目で、各リポータの現在位置から目的ノードまでの全経路の遷移確率を計算する。7行目から12行目で、リクエストノードに向かう確率が高いリポータを選出してリクエストメッセージを送信する。8行目はリポータ選出の終了条件である。候補に選ばれた各リポータの確率の和が、ある一定の閾値を超えた時点でリポータ選出を終了する。閾値を超えなかった場合は、サーバ内のキャッシュ情報をリクエストに返信する。キャッシュ情報には、すでに別のリクエストで取得済みの情報と、サーバが事前に取得する情報の2種類が存在する。サーバが事前に情報を取得する場合、過去のリクエスト履歴を用いてリポータに情報の取得を依頼する。

### 4. プロトタイプ実装

3章で述べたシステムのプロトタイプ実装を行った。リクエストとリポータクライアントには Google の Nexus One (Android 2.1) を用いた。サーバには Tomcat 6.0 を使用し、携帯端末との通信には XMPP と HTTP を用いた。携帯端末の GPS 取得頻度は 2 秒に 1 回とし、サーバへの位置情報送信はノードに到達した時点とする。

### 5. 検証実験

被験者 2 名に本プロトタイプと比較用アプリケーションが実装された端末を 1 時間利用してもらい、消費エネルギーの比較を行った。なお被験者にはお互いに同じルートを歩いてもらう。

### Function select\_reporter(reps, Lp)

$R_i$  : 各リポータ ( $1 \leq i \leq n$ )  
 $L_s$  : 各リポータの現在地ノード  
 $L_p$  : リクエストポイントのノード  
**reporter\_count** : リクエストを受信したリポータの数  
**models** : 各リポータの行動パターンモデルリスト  
**reps** : リポータリスト  
**path\_list** : 各リポータが  $L_p$  を通過する確率のリスト

1. for  $k := 0$  to  $n$  do
2. if ( $R_k = S1$ ) or ( $R_k = S3$ ) then goto 4;
3. continue;
4.  $path\_list[k] = models[k].allPathsProbability(L_s, L_p)$
5. end
6. sortOfProbability( $path\_list$ )
7. for  $k := 0$  to  $n$  do
8. if ( $P_{tmp} \geq threshold$ ) then return true;
9. SendRequestMessage( $R_k$ )
10.  $reporter\_count++$ ;
11.  $P_{tmp} += path\_list[k]$
12. end
13. UseServerCache( $reporter\_count$ )

図3：リポータ選出アルゴリズム

### 6. 考察および検討

図2のAは位置情報の取得とサーバへの送信を同時に行った場合の消費エネルギーのグラフである。Bはノードに到達した時点で位置情報を送信した場合の消費エネルギーのグラフである。Aは1時間で1800個のメッセージをサーバに送信しているが、Bは9個のだけ送信されており、約99%のメッセージを削減できた。またBはAに比べて消費エネルギーを約16%削減することができた。以上により、本システムは有効であると考えられる。

### 7. 関連研究

Participatory Sensing<sup>[1]</sup>ではインフラ型センサではなく携帯端末に搭載されたセンサによって情報の取得を試みている。我々は携帯端末の利用者が能動的にデータをアップロードするのではなく、情報を取得する可能性の高いユーザから情報を引き出すという提案を行った。田中ら<sup>[2]</sup>は街中の広範囲にセンサを配置し、人の動きを収集するセンサネットワークの構築を行っている。限られたストレージで長期的に収集・管理する手法を提案するため、データを分散ストレージで蓄積して、一部を圧縮することで長期的に保存するアプローチをとっている。

### 8. むすび

我々は、サービス内での冗長なメッセージの削減と消費エネルギー効率を考慮した携帯端末による街中情報取得システムの検討を行った。今後は実システムを運用し、さらに新たな課題に取り組んでいく。

### 参考文献

- [1] J. Burke, D. Estrin, M. Hansen, A. Parker, N. Ramanathan, S. Reddy, M. B. Srivastava, "Participatory Sensing", Center for Embedded Networked Sensing (CENS), (2006).
- [2] 田中 孝浩, 中尾 太郎, 小川 剛史, 塚本 昌彦, 西尾 章治郎, "大規模な街角センサネットワークにおけるデータ収集・管理システムの設計", 情報処理学会論文誌. データベース(TOD), pp.1-11, (2005).