

# RF情報の共有・蓄積による日常生活支援システム

理学専攻 情報科学コース 笹川 真奈 (指導教員：椎尾 一郎)

## 1 はじめに

近年、各種センサの小型化・低価格化やインターネット回線の無線化・公衆化に伴い、身の回りの「モノ」全てが情報通信機能を持つIoT(モノのインターネット, Internet of Things)社会が実現されつつある<sup>1</sup>。そのため、多岐にわたるシステムがより身近な存在となり、日常生活において意識することなくシステムを使えるユビキタスコンピューティングの世界を実現するための、インフラストラクチャが整ってきている。しかし、システムを利用するためには、ユーザが事前に実世界の情報を登録しなければならない場合もある。このシステムの初期設定を行うユーザの手間を減らすことは、システムに関する技術を知らなくとも誰でも気軽にシステムを使えるユビキタスコンピューティングの世界を実現するために重要な課題である。

そこで本研究では、実世界の情報の収集をシステムが代行することでユーザの手間を減らすというアプローチを用いて、IoT社会においてユーザに技術を意識させないユビキタスコンピューティングの実現を目指す。そのために、ユーザの手間をかけることなく、日常生活を便利にするシステムのプロトタイプを複数提案する。

本研究では具体的に、日常生活における課題である、電車においてもすぐ降りる人を見つけ出したい、オフィスなどの公共空間でなくしたものを見つけ出したい、に注目する。人や物を探し出したというこれらの課題を、人が常に持つスマートフォンや、物につけたICタグから発する、電波(Radio Frequency, 以下、RFとする)から得られる情報(RF情報)を共有・蓄積すること[1]で、ユーザの情報登録の手間なしに解決するシステムを提案する。

## 2 RF情報を活用した日常生活支援システム

### 2.1 SUWANT!

本研究では、電車で座るためにまもなく降りる人を見つけるという日常生活における課題に対し、誰がどの駅で降りるのかの情報を提示することで、課題を解決するシステムを提案する。乗客が持つスマートフォンから発するBluetoothのRF情報の共有・蓄積を用いて、誰がどの駅で降りるのかの情報をシステムが自動で収集することで、ユーザの手間が少なく使えるシステムを目指す。

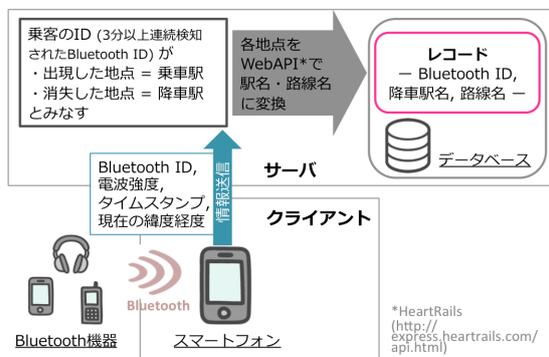


図 1: SUWANT!システム構成図

<sup>1</sup><http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc254110.html>

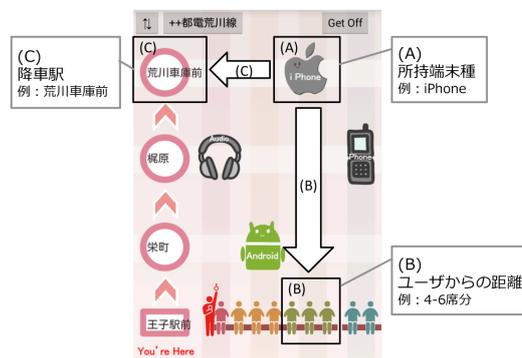


図 2: SUWANT!アプリケーション画面例

日本人の高い電車利用率<sup>2</sup>と長い通勤時間<sup>3</sup>から、電車で席に座りたい人は多いであろうと考えられる。しかし一方で、電車内で席に座れるか否かは不確定要素が多く、予想が困難である。そこで、周辺にいる乗客の降車駅と、自分と乗客の近さを知ることができれば、まもなく降りると推定される乗客を見つけ出すことができ、席に座れる可能性を高めることができると考えた。誰がどの駅で降りるのかの情報をユーザ1人で収集するのは手間なため、システムが代わりに収集する手法を提案する。

手法として、周辺にいる乗客の情報を提示するスマートフォンアプリケーションSUWANT!<sup>4</sup>を提案・実装した。本アプリケーションは、電車内の乗客が所持する携帯機器から発するBluetoothのRF情報(以下、Bluetooth情報とする)を用いて周辺にいる乗客の情報を推定・提示する。図1にシステム構成を示す。本アプリケーションでは、クライアントが常に周辺のBluetooth情報を検知し、取得したBluetooth情報をサーバに送信している。これらのBluetooth情報は全ユーザで共有・蓄積され、周辺にいる乗客の情報を推定する精度の向上に貢献する。こうしてサーバ上で共有・蓄積されているBluetooth情報とユーザが検知したBluetooth情報をもとに、ユーザ周辺に数駅の範囲内で降りそうな乗客がいるとサーバ上で推定された場合に、その乗客の情報(所持端末種、ユーザからの距離、降車駅)をスマートフォン上に表示する(図2)。ユーザはアプリケーション画面から、まもなく降りると予想される乗客を見つける。そして、ユーザからその乗客までの距離が短くなるように車両内を動き、目的の乗客を特定する。こうして特定した乗客の前で待機することで、席に座る機会を得る可能性を高めることができる。

本システムを使用することで、ユーザの席に座れる確率が上がるか否かを実際の電車内で検証した。検証は、10回の乗車中1回も座ることができなかった区間で行った。結果、本システムを用いた10回の乗車中2回座ることに成功した。よって、電車で座るためにまもなく降りる人を見つけるという課題に対し、本システムは、ユーザの手間が少なく済む手法であるにも関わらず、有用である可能性が示された。

<sup>2</sup><http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2000/jutsu1/00/04.htm>

<sup>3</sup><http://www.mlit.go.jp/common/001001523.pdf>

<sup>4</sup>SUWANT!は“SUWARU”(日本語の“座る”)と“WANT”(英語の“-したい”)を組み合わせた造語である。

## 2.2 貼るだけ探索

本研究では、オフィスなどの公共空間においてなくした物を見つけるという日常生活における課題に対し、物に IC タグをつけ、IC タグの位置などの情報を提示することで、課題を解決するシステムを提案する。物に貼付された IC タグから発する RF 情報の共有・蓄積を用いて、IC タグ同士の相対位置関係や、IC タグが貼られた物の写真をシステムが自動で収集することで、ユーザの手間が少なく使えるシステムを目指す。

日常生活において人が物探しに費やす時間は生涯のうち 3680 時間におよぶという統計調査があり<sup>5</sup>、この時間を減少させるべく、多くの物探し支援システムが提案されてきた。その 1 つに、日用品に IC タグを取り付け、IC タグから発せられる RF 情報を利用し位置推定を行うシステムがある。このようなシステムの手法に基づく実施例に、Stick-N-Find<sup>6</sup> のように、電池内蔵型で RF 情報を発し続ける IC タグ(以下、アクティブタグとする)を用いた物探しのための製品がある。しかし、アクティブタグは高価で電池交換の手間がかかる。一方で、アクティブタグに対してはるかに安価かつ軽量でメンテナンスの必要がないパッシブタグが広く普及している。パッシブタグは専用リーダからの電波を受けて RF 情報を発する電池不要の IC タグである。IteMinder[2] は、場所や物にパッシブタグが貼られた室内で使う物探し支援システムである。家具や壁に貼ったタグには場所に関連する情報を、リモコンや眼鏡など移動する日用品に貼ったタグには貼った物の名前を、ユーザが手動登録する。そして、この登録情報を活用することで生じる、場所が既知であるタグと、目的物に貼付されているタグとの相対関係を用いて物探しを支援する。しかし、この研究ではタグの位置やタグが貼付されている物の名前を手動で登録する手間がかかる。そこで、パッシブタグの情報を自動で推定し登録することができれば、これらを解決でき、ユーザがタグの情報を登録する手間を軽減した低コストな物探し支援システムを実現できると考えた。

手法として、携帯型 RFID リーダ、パッシブ RFID タグ、スマートフォンを用いたシステムを提案・実装した。本システムでは、パッシブ RFID タグが多数の場所や物に貼付された、複数人が使用する室内(オフィスなど)において、ユーザが携帯型 RFID リーダとスマートフォンを手を持ちながら、タグが貼付された目的物を探索する。RFID リーダで手近なタグを読み取ると、今読み取ったタグから目的物に貼付されたタグまでの最短ルート上にあるタグを推定し、それらが貼付されている物を全て、画像情報として表示する(図 3)。提示された情報を手がかりに、ユーザはタグの読

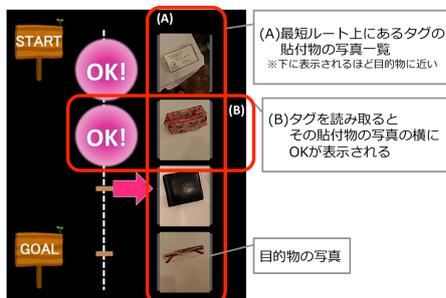


図 3: アプリケーション画面例

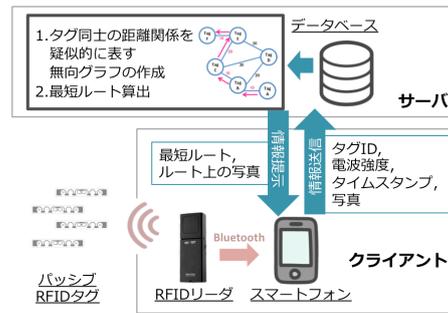


図 4: システム構成図

み取りおよびシステムの提示する情報の確認を繰り返す、目的物により近いタグをたどることで物探しを行う。図 4 にシステム構成を示す。ユーザが本システムで物探しを行う間、検出されたタグの RF 情報と、タグを検知するごとにスマートフォンで撮影される写真が、サーバに送信される。こうしてサーバ上で蓄積される情報により、タグ間の最短ルートやタグが貼付された物の写真を自動で推定する。このようにユーザは、最短ルートをたどることでタグの位置を、写真を見ることでタグが貼付された物の名前を把握可能である。すなわち、既存の IC タグを用いた手法の課題である、手動での情報登録の手間を削減することが可能である。

本システムを用いて、相対的な位置関係の表示で物探しが効率的に行えるか否かの検証、および最短ルートを求めるためのアルゴリズムに妥当性があるか否かのシミュレーション検証を行った。その結果、いずれにおいても有用性が確認できた。そのため本システムは、前述したアクティブタグを用いた手法と比べコストが低く、また、IC タグを用いる一般的な手法と比べ登録の手間が少ない手法であるにも関わらず、物探しの支援に有用である可能性が示された。また、本システムにおける最短ルートの算出は、蓄積されている RF 情報が増えるにつれ実際のタグの位置関係をより正確に反映できることがわかった。そのため、本システムを部屋の使用者全員で共有し、本システムを用いた物探しを繰り返し行うことで、蓄積情報の増加に伴う精度向上を図ることが可能である。

## 3 まとめと今後の課題

本論では、RF 情報の共有・蓄積を用いてユーザの手間を減らすというアプローチを用いて、日常生活を便利にするシステムのプロトタイプを複数提案した。また、それらの構築、評価を行い、有用性について検証した。

これらの研究では、ユーザの手間をかけることなく日常生活を支援するシステムを実現した。いずれも、実世界情報を集合知的アプローチで構築する手法により、IoT 社会におけるユビキタスコンピューティング、すなわちユーザに意識させない技術を実現したものである。このように、IoT 社会のユビキタス化においては、技術を意識させない使いやすさだけでなく、システムの初期設定を含むメンテナンスの自動化によるユーザの負担軽減が重要である。本研究で示したアプローチが今後の IoT 社会の実現に貢献することを期待したい。

## 参考文献

- [1] R. Nishide, T. Ushikoshi, S. Nakamura, Y. Kono, Detecting Social Contexts from Bluetooth Device Logs, In Proc. UbiComp '09, pp.228-230(2009)
- [2] M. Komatsuzaki, K. Tsukada, I. Siio, P. Verronen, M. Luimula, and S. Pieska, IteMinder: Finding Items in a Room Using Passive RFID Tags and an Autonomous Robot, In Proc. UbiComp '11, pp.599-600(2011)

<sup>5</sup><http://www.dailymail.co.uk/news/article-2117987>

<sup>6</sup><https://www.sticknfind.com>

<sup>7</sup>1 つあたり平均 3000 円程度のアクティブタグに比べ、1 つあたりの平均が 60 円程度