

貼るだけ探索：RFID タグの検出履歴を利用した物探し支援システムの提案

笹川 真奈* 池松 香* 椎尾 一郎*

概要.

日常生活において物探しにかかる時間は多く、物探しの時間を節約できればより多くの時間を有意義に過ごすことができるだろう。そこで本研究では、部屋中に貼付された多数のパッシブ RFID タグの情報を RFID リーダで読み取りながら、目的物まで辿ることで物探しを支援するシステムを提案する。本システムでは、ユーザは物や場所にタグを貼るだけで、その場所や物の名前を登録する必要はない。ユーザが過去に行った物探しにおいて検出したタグデータと、その際に自動撮影された写真を活用することで、タグの位置と対象物をシステムがユーザに示す。本論文ではシステムを実装し有用性を検証した。

1 はじめに

日常生活において人が物探しに費やす時間は多い。ビジネスパーソンが仕事に必要な物を探すために費やす時間は年間で 150 時間にも及ぶと言われている [1]。物探しに費やす時間を少なくすることができれば、より多くの時間を有意義に過ごすことができるであろう。

効率的な物探しのために、探し物がどこにあるかのヒントを提示する様々なシステムが開発されている。Ueoka は部屋の中でユーザ視点映像を記録し続け、探し物が最後に写った映像をヒントとして提示するシステム [6] を提案した。また、Nakada は探し物にあらかじめタグを仕込んでおき、これをリーダーで探索するシステム [3] を提案した。しかしこれらのシステムは、運用のためのコストやユーザ負担が大きいという問題がある。写真を使用するシステムでは、機器を常時携帯し撮影し続ける必要があり、タグを使用するシステムでは、タグ ID と場所や物の情報を手動で登録する必要がある。またパッシブ RFID タグは読み取り可能距離が小さいため、リーダーを手にして探索を行うユーザを探し物の場所まで導くことが困難である。こうした課題を解決するために、複数のリーダーを利用したり、電池内蔵のアクティブ RFID タグを使用するシステムもあるが、設置とメンテナンスのコストが増大する。

一方、我々が普段物探しをする時には目的物を探すために様々な周辺状況や他の物を見ている。このため、物探しは生活空間を観察して様々な物のありかを確認する作業でもあると言える。この知識により、前回の物探しで偶然見かけた物が次の物探しで容易に見つけられることもある。そこで物探しを支援するシステムにおいても、人が物探しをしている間に見つけた他の物の情報を記録することで、次

回以降の物探しに役立つと考えた。

本論文では、安価なパッシブ RFID タグを場所や物に貼り付けることで物探しを行うシステムにおいて、過去の物探し行動で取得した情報を活かすことによりタグ登録の手間を省き、効率的に物探しを支援するシステムを提案する。また、このシステムを試作し有用性を検証したので報告する。

2 貼るだけ探索

本システム「貼るだけ探索」は、安価なパッシブ RFID タグ¹が場所や物に多数貼られた屋内において、携帯型 RFID リーダを手にしたユーザの物探しの支援をするシステムである。多数のタグの場所や貼付物の情報をシステムに登録する必要はなく、タグを「貼るだけ」で物探し支援を受けられることが特徴である。

本システムのユーザは、スマートフォンと携帯型 RFID リーダを手にして、タグが貼付された目的物を探索する。一般的なパッシブ RFID タグの電波到達距離は 1m 程度であるので、物探し開始時点では RFID タグが発している電波を検出できない可能性が高い。そこで本システムは、目的物に貼付されているタグ以外のタグを読み取った場合に、読み取ったタグから目的物までの相対的な距離と、「次に探すべきタグ情報」を提示する。ここで「次に探すべきタグ情報」としてそのタグを過去に検出した際にスマートフォンで自動撮影された写真が表示される。タグを複数回読み取り、目的物までの相対距離がより近いタグを辿ることによって目的物を効率的に探すことができる。またタグ周辺の写真を提示することで、タグの電波だけでなく、ユーザが持つ屋内の物や場所の記憶も物探しに役立てることができる。

冒頭で述べたように、本システムを使用するためにユーザが準備すべきことは、物探しの対象とした

Copyright is held by the author(s).

* お茶の水女子大学院 理学専攻 情報科学コース

¹ 本システムで使ったタグは 1 枚当たり 60 円である。

い日用品 (ユーザが移動させる頻度の高い物, リモコン, メガネ, 本, 文具等) や家具 (ユーザが移動させる可能性のある物), 壁や床 (固定物) 等に固有の ID を持った RFID タグを貼ることのみである. このように多数のタグが貼られた環境において, ユーザが移動しながら RFID リーダでスキャンすると目的物以外に貼られたタグも繰り返し読み取ることになる. 本システムではユーザが過去に行ったタグ読み取りにおいて検出されたタグ ID をデータベースに蓄積すると共に, タグを検出した際の写真も自動で撮影し蓄積する.

先行研究である IteMinder[2] では, 移動する日用品に貼付したタグを移動タグ, 家具や壁に貼付したタグを固定タグとして区別し, 移動タグには日用品の名前を登録し, 固定タグには屋内の位置を登録した. 今回の設計では, タグ管理を容易にし探索の効率を向上させることを目指して, 位置を示す固定タグと, 日用品に貼られるような移動タグを区別せず, 統一的に扱うことにした. 例えば, 移動する可能性のある日用品であっても, 長期にわたって同じ場所にとどまる可能性はある. これに貼られたタグは, 位置を示すタグとして活用できるはずである. 一方で, 位置を示すことを意図して家具に貼ったタグが, 部屋の模様替えで移動する可能性もある. また壁に貼った位置タグが剥がれて移動する可能性もある. そこで, それぞれの一对のタグに対してその相対距離の安定度を考慮した距離推定アルゴリズムとした. すなわち, 位置が移動しないタグ同士の相対距離は長時間のスキャンデータを元に算出し, 一方で移動しやすいタグが関与する相対距離は直近のスキャンデータに重みを置いて算出することにした.

3 実装

3.1 物探しアプリケーション

本システムのアプリケーション及びユーザの動きを図 1 に示す. ユーザがアプリケーションを起動すると, 過去に撮影されたタグ付けられた物の写真が表示される. ユーザはこの中から, 見つけたい目的物の写真をスマートフォンの画面上で選択する. そして目的物が見つかるまで, ユーザは繰り返し手近なタグを読み取る. タグを読み取ると, アプリケーションの画面上に擬似的な相対距離 (以下, 擬似距離) を示す棒グラフが表示される. 前回読み取ったタグに比べて目的物までの距離が近くなれば棒グラフは赤くなり, 遠くなれば青く表示される. ユーザはアプリケーション上に表示される棒グラフの長さや色の情報を元に, より目的物に近い方向へと向かう. 例えば, あるタグを読み取った時に棒グラフが短くなり, 次に別のタグを読み取った時に棒グラフが長くなれば, ユーザは最後に読み取ったタグとは異なる方向に進むべきだとわかる. 加えて, 次に読み

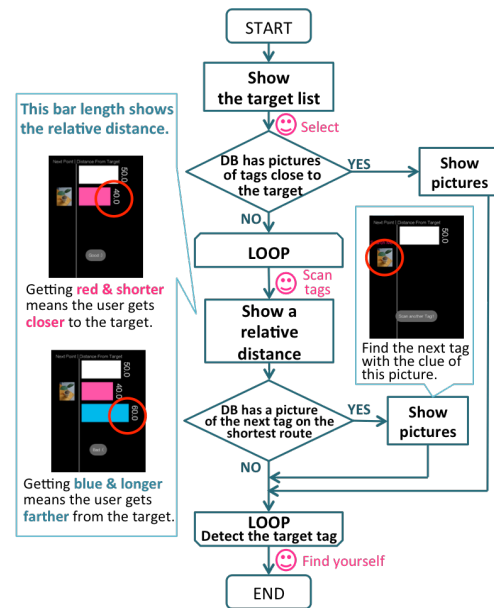


図 1. アプリケーションのフロー図. アプリを起動してからユーザが目的物を見つけるまでのアプリとユーザの動き.

取るべきタグに紐付けられた写真があれば, アプリケーションはその写真も提示するため, ユーザは提示された写真付近を目指して進めばよいことがわかる. 次に読み取るべきタグとは, 後述する全タグ同士の相対関係を表現する無向グラフ上にてダイクストラ法で算出された最短ルート上にあるタグのうち, 読み取ったタグの次に位置するタグのことである.

3.2 システム構成

本システムの構成を図 2 に示す. 本システムは Android スマートフォン², Linux サーバ³, 複数のパッシブ RFID タグ⁴, RFID リーダ⁵で構成される. ユーザはスマートフォンと RFID リーダを持ち, 屋内で物探しを行う. RFID リーダは大きさ 148mm × 51mm × 30mm, 重量 170g と小型軽量であるため手に持って歩き回っても負担にならない. また RFID タグは大きさ 15.0mm × 97.0mm, 重量 0.4g の薄いシール状のタグであり, 目的物の重量を増やすことなく任意の場所に貼ることができる.

本システムのユーザが RFID リーダ側面のボタンを押すと, 周辺にあるパッシブ RFID タグの情報 (タグ ID, 電波強度) をリーダが読み取る. 読み取った情報は Bluetooth 通信によってスマートフォンに送信される. また, タグ情報がスマートフォンに送信

² ASUSTEK, ZenFone 2

³ NEC, Express5800/S70 タイプ RB, Ubuntu Server

⁴ スマートラックテクノロジー, Short Dipole

⁵ 東北システムズ・サポート, DOTR-920J, 送信出力 1W 最大 30dBm, 周波数 916.8MHz-920.8MHz, 指向性有り

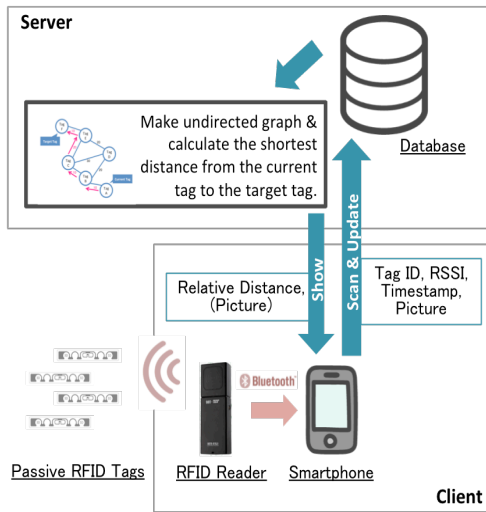


図 2. システム概要図：タグを検出してから擬似的な相対距離を提示するまでの流れ

された時点で、スマートフォン上のアプリケーションがカメラを起動し写真を撮影する。これにより、タグを貼られた物や周囲の写真を取得する。こうして取得された情報（タグ ID、電波強度、タイムスタンプ、撮影された写真）は POST 通信によってスマートフォンからサーバに送信されデータベースに蓄積される。

一方サーバ側のソフトウェアは、クライアント側が読み取ったタグから目的物のタグまでの擬似距離を推定し、この結果を GET 通信によりスマートフォンに送信する。距離の推定には、過去に検出されたタグ情報データベースを用いて作られた、タグ同士の関係性を表現する無向グラフ（図 4）を用いる。無向グラフの作成手法は次節以降に記す。また目的物までの推定距離に加えて、より目的物に近いタグの周辺写真も送信される。

4 タグ位置関係算出アルゴリズム

4.1 1 対タグの擬似距離

物探し中に読み取られたタグの情報から、それぞれのタグ間の擬似距離がサーバ上で算出される。初期状態では、タグの相対位置情報が不明なので、全てのタグ同士の擬似距離は未知であるため NULL と設定する。

システム使用開始後に、RFID リーダによってある 2 つのタグが同時に検出された場合、それらのタグは同時に検出されなかったタグと比較し、互いに近い場所にあると考えられる。⁶この状況を図 3 に示す。Tag1, Tag2 の周囲に描かれた円は、それぞれのタグを検出できる範囲を示す。円が重なった場

⁶ リーダの検出可能範囲は半径約 100–200cm 以内のため同時に検出された両タグ間の距離は約 400cm 以内である。

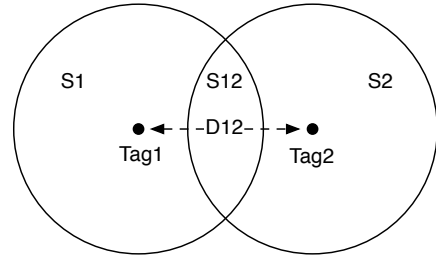


図 3. 2 個のタグ Tag1, Tag2 の擬似距離 D_{12} は、2 個のタグが同時に検出される回数 (S_{12}) と、いずれかが検出される回数 ($S_1 + S_2$) の比から計算される。

所でスキャンを行えば、両方のタグを同時に検出できる。2 個のタグ Tag1, Tag2 の擬似距離 D_{12} は、いずれかのタグのみを検出できる領域の面積と、2 個のタグを同時に検出できる領域の面積の比から求められる。この比が小さいほど、2 個のタグは近くに位置している。一方、ユーザがタグの周囲をランダムに多数回スキャンした場合、Tag1 のみを検出する回数 S_1 , Tag2 のみを検出する回数 S_2 , Tag1, Tag2 を同時に検出する回数 S_{12} は、それぞれが検出できる領域の面積に比例するであろう。そこで擬似距離 D_{12} は円が重なった面積比の平方根に比例すると近似⁷して、

$$D_{12} = \sqrt{\frac{(S_1 + S_2)}{S_{12}}} \quad (1)$$

とした。

4.2 タグ位置の安定性

本システムでは、家具や壁に貼られた位置固定のタグと、日々使用される日用品などに貼られた移動するタグを、ユーザが区別して登録せずに使い始められることを目指した。そこで、擬似距離の算出において、その 1 対のタグの位置関係の安定性を以下のように考慮した。

まず、擬似距離が不明 (NULL) の 1 対のタグは、 S_1, S_2, S_{12} の値全てを 0 にしている。この 1 対が初めて同時に検出された場合、 S_{12} の計数値を 1 増やし (S_1, S_2, S_{12}) = (0, 0, 1) とする。これ以降、Tag1 のみ、Tag2 のみ、Tag1, 2 の両方が検出されると、それぞれ S_1, S_2, S_{12} の計数値に 1 を加算していく。この 1 対のタグが移動しないタグであれば、計数値が増えていくにつれて、擬似距離は正確な値に近づいていく。

一方、該当する 1 対のタグいずれかが頻繁に移動する場合、同時に検出されなくなる場合がある。そこで現在のアルゴリズムでは、擬似距離が設定した

⁷ ここでは円を、45 度回転した正方形に近似した。

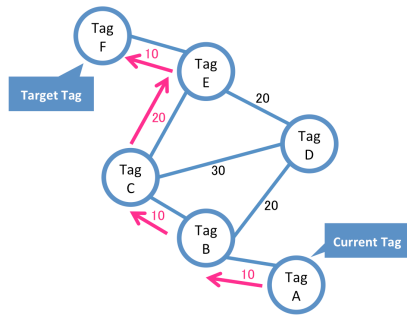


図 4. タグ同士の擬似距離を計算するための無向グラフ。エッジの長さは擬似距離を、ピンク色の矢印はダイクストラ法によって算出された目的物のタグまでの最短ルートを示している。

閾値を上回った場合、擬似距離を NULL にリセットする。

この手法により、移動しやすいタグが関与する擬似距離では、 $S1, S2, S12$ の合計計数値 $S1 + S2 + S12$ が小さく、位置が安定した固定タグ同士の擬似距離では、計数値が蓄積されて合計計数値が大きくなると期待できる。すなわち、位置が固定したタグ同士の擬似距離は、過去からの長期間の検出履歴を元に、擬似距離が正確に求められることになる。一方で、位置が不安定なタグが関与する擬似距離は、より直近の検出履歴を元に擬似距離が計算される傾向になり、NULL の状態にリセットされやすくなる。このように、本方式はシンプルなアルゴリズムではあるものの、タグ位置の安定性を反映した関係把握が行えると考えている。

4.3 全タグの位置関係

1 対のタグ同士の擬似距離から、サーバ上でタグ全体の相互位置関係が随時更新される。この位置関係を元に、目的物への擬似距離と、読み取られたタグよりさらに目的物に近いタグの写真がスマートフォン画面に表示される。タグ全体の相互位置関係を把握するために、サーバ側アプリケーションは、1 対タグの擬似距離からタグ同士の相互位置関係を表す無向グラフ (図 4) を構築する。この無向グラフのノードはタグ ID を、エッジの長さは各タグ同士の擬似距離を表す。関係が不明 (NULL) なタグ同士にはエッジがない。

こうしてエッジ長が決まった無向グラフ上でダイクストラ法を用い、読み取ったタグから目的物のタグまでの最短距離を算出する。これは、図 4 のピンク色の矢印が示す最短ルートに相当する。

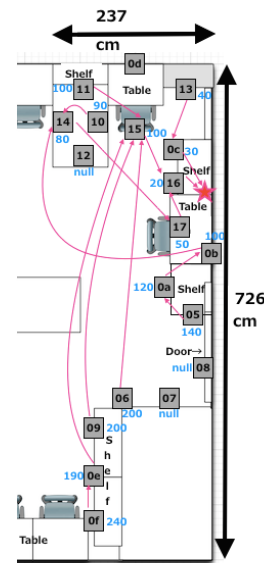


図 5. 評価実験時の部屋の見取り図。灰色の四角は貼付されたタグの位置と番号、赤星は目的物の位置、青い番号は目的物のタグまでの最短擬似距離、赤矢印は目的物のタグまでの最短ルート、を示している。

5 評価実験

5.1 評価手法

本システムにおける相対的な位置関係の表示で物探しが効率的に行えるかを検証するため、実際の屋内環境で評価実験を行った。比較対象は、探索対象タグの電波強度のみを表示する手法である。(以下、従来手法と表記) そこで、部屋に隠された目的物を探すタスクを被験者 10 名 (男性 1 名、女性 9 名、年齢 21-29 歳) に行ってもらい、従来手法と提案手法それぞれを用いた場合の遂行時間及びスキャン回数を比較した。ここでスキャンとは、RFID リーダのボタンを押して周辺のタグ情報を読み取る操作を意味する。

図 5 は研究室の一角 (237cm × 726cm) の見取り図である。本実験の事前準備のために、図 5 に灰色の四角で示した通り、物や家具、壁等に 20 枚のタグを設置した。これらのタグは、床上 60cm から 160cm の高さ、タグ同士の間隔は約 50cm 程度であるように設置した。本システムは、過去の物探して検出されたタグ情報からタグ同士の相互位置関係を表す無向グラフを作成する。この状態を再現するために、実験に先立って筆者の 1 人が壁壁いに 30cm 毎タグのスキャンを行い、得られたタグ情報から無向グラフを作成した。ただし、4 章で説明したアルゴリズムは未実装であったため、初期の単純な手法⁸で

⁸ 同時に検出されたら距離を 10 とし、個別に検出されるたびにこれを 10 ずつ増加 (最大 300 まで)。

表 1. 実験結果. 1. は従来手法, 2. は提案手法を用いた際の結果. タスク完了までの時間とスキャン回数の結果を示している.

user No.	1.time (ms)	2.time (ms)	1.scan cnt	2.scan cnt
1	236	71	375	4
2	165	61	71	16
3	199	72	75	19
4	95	102	48	34
5	139	33	102	7
6	96	133	47	43
7	330	102	150	9
8	45	42	10	4
9	78	32	25	3
10	82	58	18	7

擬似距離を推定した. 図 5 は, 自動生成された無向グラフより算出された各タグから目的物のタグまでの最短距離と最短ルートを, それぞれ青字と赤矢印で示している. これから, 算出した擬似距離はほぼ実態を反映していることがわかる. 被験者が探す目的物は, 机の上から目線の高さの範囲で, 部分的に隠れてはいるが目視可能な場所に設置した.

5.2 結果と考察

被験者 10 名に本評価実験を行った結果を表 1 に示す. 各被験者の 1. 従来手法と 2. 提案手法それぞれを用いた場合の遂行時間 (ms) 及びスキャン回数 (回) を示している. 被験者 10 名全員が, 提案手法を用いた方が少ないスキャン回数で目的物を見つけた. また被験者 10 名中 8 名が, 提案手法を用いたほうが早く目的物を見つけた. よって, 提案手法の方が従来手法よりもより効率よく物探しができたと言える. 従来手法を用いた場合と比較し提案手法を用いた場合の方が早く目的物を見つけれられた被験者は, インタビューにおいて以下のように述べている. 「従来手法は目的物のタグを検出するまでに何の情報も得られないため不安になった」「なんとなく行くべき方法が示される提案手法の方が焦らずに探すことが出来た」これらのインタビュー結果より, 他タグを用いて目的物まで誘導する提案手法は物探しを効率的に行うために有効な手法であると考ええる. 一方, 従来手法を使った方が早く目的物を見つけれられた被験者はインタビューにおいて以下のように述べている. 「提案手法ではスマートフォンの画面を注視しすぎてしまい, 目視で探すことを怠ってしまった.」「従来手法では目的物に関する情報があまり表示されないため, 実世界を広く目視して物探しを行った.」これらの意見から, 今後アプリケーション画面設計を再検討し, 被験者が画面を注視し過ぎることなく目視での物探しができるように音や振動を利用した視

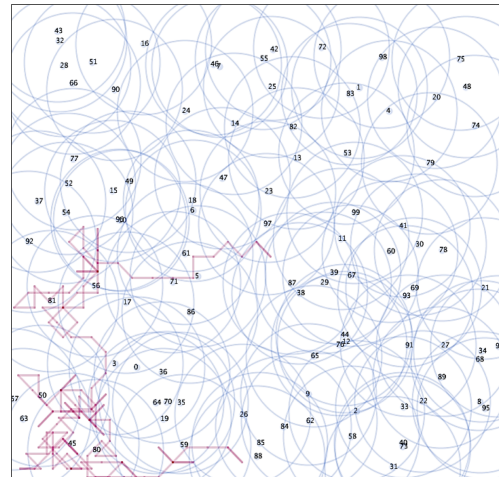


図 6. シミュレーション画面. ユーザの物探し 1 回分のシミュレーションの様子. 数字はランダム配置されたタグ ID の位置, 円は各タグが検出できる範囲, 赤線はユーザの歩いた軌跡.

覚に頼らない情報提示方法等を検討する必要があると考えている.

6 擬似距離のシミュレーション検証

6.1 評価手法

本研究で提案・実装した擬似距離算出アルゴリズムの妥当性を, Processing プログラムで作成したシミュレーションにより検証した. シミュレーションは図 6 に示す 2 次元平面で行った. シミュレーション画面上での 1px を実世界での 1cm とし, 平面サイズを研究室の広さに対応させ 720px × 670px とした. 図の数字はランダム配置された 100 個のタグ ID の位置, 円は各タグが検出できる範囲, 赤線はユーザの歩いた軌跡を示している. 今回のシミュレーションでは, 全てのタグは移動しないものとしたが, 擬似距離算出アルゴリズムはタグの移動にも対応したものを使用した. この仮想空間をユーザは 1 日に 2 回, 朝 8 時と夜 20 時に物探しを行うとし, 1 回の物探しにかかる時間は約 12 分とした⁹. また前述の評価実験の観察から, ユーザの 1 歩を約 30cm5 秒とし, 部屋を中心から 144 歩 8 方向にランダムウォークさせた. ユーザはランダムウォークで 1 歩毎にスキャンをし, 検出した ID, タイムスタンプがデータベースに登録される. 登録されたこれらの情報を元に, 本システムのアルゴリズムでタグ同士の擬似距離を計算する.

6.2 結果と考察

⁹ 物探しにかかる時間が 1 年で 150 時間であるとして計算.

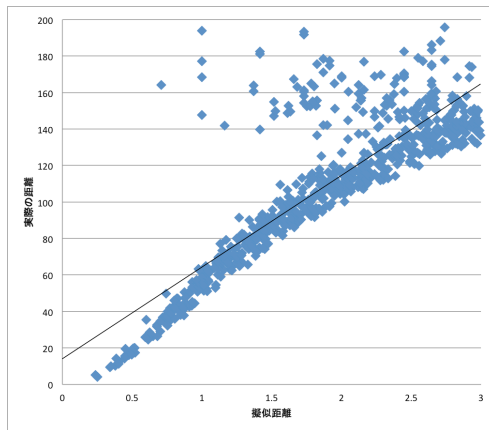


図 7. シミュレーション結果. y 軸はシミュレーション空間上のタグ間の距離 (px), x 軸は本システムのアルゴリズムで求めた疑似距離.

この空間をユーザが1年間スキャンし続けた場合のシミュレーション結果を図7に示す. y 軸がシミュレーション空間におけるタグ間の距離 (px), x 軸が本システムのアルゴリズムで求めた疑似距離である. ここに疑似距離が求められた 706 対の距離をプロットした. 図7に示すように, 回帰分析によりデータの傾向をよく確認できる直線の存在を確認した. すなわち本アルゴリズムによる疑似距離が実際のタグの位置関係を正しく反映していることを意味する. 一方で, 幾つかのタグ対の疑似距離が, 全体の直線関係の上方に外れていて, これらが実際の距離より短く算出されていることがわかる. これは, 疑似距離が設定した閾値を上回り値がリセットされた結果と考えられる. 今後, リセットされる閾値, 最初の同時検出で与えられる初期値などを検討し, 実際の位置関係をより反映するアルゴリズムに改良していきたい.

7 関連研究

電池を内蔵したアクティブなタグを物に貼り付け, この電波強度を利用して物探しを行う製品が多数市販されている¹⁰. これに対して, 本研究では安価でメンテナンスが容易なパッシブタグを使用した. パッシブタグは電波到達距離が短いため, パッシブタグの位置を直接見つけるには大出力で大型のリーダーが複数必要となる [5]. 本研究では, 多数貼られたパッシブタグを辿る方式で, 携帯型リーダー1つで目的のパッシブタグを見つけられるようにした.

一方, 位置が既知のリーダーやタグを併用して, これに対する相対的な位置関係を示すことで探し物の位置を提示するシステムがある [4][2]. これらのシステムでは, 複数のリーダーやタグの位置情報を事前

に登録する必要がある. またタグと貼付物の関係を登録する作業は, タグを利用した物探しシステムには欠かせない作業である. そこで, タグと物との紐付けを容易にするために Spot & Snap[7] では写真を使用した. 本研究では, 相対距離を利用することで位置情報の登録の手間を省いた. また, 登録の時だけでなくタグ検出毎にも写真撮影することで, タグが貼付された周囲や貼付物の最近の状況を示して物探しに活用しようとした.

8 まとめと今後の予定

本研究では, 部屋中に貼付された多数の RFID タグをリーダーで読み取りながら, 目的物に貼付されているタグまで辿ることで物探しを行うシステムを提案し, 実装と評価を行った. 本システムでは, ユーザは物や場所にタグを貼るだけで, その場所や物の名前を登録する必要がなく, タグの管理が容易であることが特徴である.

今後は, 本システムを実際の日常生活の中で複数のユーザにより長期間使用してもらい, 有効性を確認したい.

参考文献

- [1] L. Davenport. *Order from Chaos: A Six-step Plan for Organizing Yourself, Your Office, and Your Life*. Three Rivers Press, 2001.
- [2] M. Komatsuzaki, K. Tsukada, I. Siio, P. Veronen, M. Luimula, and S. Pieskä. IteMinder: Finding Items in a Room Using Passive RFID Tags and an Autonomous Robot (Poster). In *Proc. UbiComp '11*, pp. 599–600, NY, USA, 2011. ACM.
- [3] T. Nakada, H. Kanai, and S. Kunifuji. A Support System for Finding Lost Objects Using Spotlight. In *Proc. MobileHCI '05*, pp. 321–322, NY, USA, 2005. ACM.
- [4] J. Nickels, P. Knierim, B. Könings, F. Schaub, B. Wiedersheim, S. Musiol, and M. Weber. Find My Stuff: Supporting Physical Objects Search with Relative Positioning. In *Proc. UbiComp '13*, pp. 325–334, NY, USA, 2013. ACM.
- [5] S. Ting, S. K. Kwok, A. H. Tsang, and G. T. Ho. The study on using passive RFID tags for indoor positioning. *International journal of engineering business management*, 3(1.):9–15, 2011.
- [6] T. Ueoka, T. Kawamura, Y. Kono, and M. Kidode. *I'm Here!: A Wearable Object Remembrance Support System*, pp. 422–427. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2003.
- [7] 拓郎 米澤, 寛 榊原, 仁 中澤, 一紀 高汐, 英幸 徳田. Spot & Snap: DIY Smart Object Service を実現するセンサノードと日用品の関連付けインタラクション. *情報処理学会論文誌*, 48(3):1381–1392, mar 2007.

¹⁰ 例えば <https://www.sticknfind.com>

WISS2016 採録判定時のコメント

採録区分：ショート採録

判断理由：

安価なパッシブ型 RFID タグのみを用いた、もの探し支援システムの提案です。過去のスキャン履歴をデータベース化することで、ユーザの手間をできる限り少なくする手法は、既存の手法と比べてコストや手間の面でメリットがあるように見受けられ、一定の新規性があると思われます。一方、内容自体は比較的シンプルなものであるため、ショート採録が適切であると判断されました。

レビューサマリ：

全体の構成：

本論文は、もの探しの支援を目的とし、パッシブ型の RFID タグを様々なものに貼付して過去のスキャンの履歴をデータベース化することで、登録などの手間をできるだけ少なくする手法を提案しています。パッシブ型 RFID タグは検出範囲が狭いので、ユーザは複数のタグをディジーチェーン的に辿っていくことで目標物に到達することになります。

評価すべき点：

タグ間の相対距離の情報のみから、もの探しの誘導を行うという試みは面白いと思います。特に、各タグの絶対座標を登録しなくて良い点、目標物や参照物体の名称や特徴などを入力しなくても良い点、相対距離の変化のグラフ表示と撮影した写真のみで次の目標タグまでの方向を誘導する点は良いデザインだと思います。相対距離の算出方法は単純ではありますが、シミュレーション実験により概ね直線で近似できることを示した点も評価できます。

改良に向けたコメント等：

アクティブ RFID タグを用いた、もの探し支援システムは既に多く市販化されています。これらは電池交換を要する、高価であるなどのデメリットはあるものの、日常的に使う少数のものに貼り付けておくぶんには十分なものとなっています。また、このような市販品の多くは、論文で使われたような RFID スキャナを要さず、Bluetooth などのデバイス内蔵の装置で使えるメリットもあります。

アクティブタグや、既存の位置登録が必要な手法と比較してのメリットやデメリットを明示できれば、より説得力が増すと思います。発見時間はこれら従来手法のほうが早いと推測されますが、それに対してどの程度遅れずに済んでいるか、アクティブタグや登録情報のメンテナンスにどのくらい手間がかかるかなどが、議論できるとよいと思います。

また、システムに紐付けられるタグが多くなり、トレースが極めて難しくなることや、単一の物品のみがスキャン後に移動した場合（＝多くの「紛失」で想定されるシナリオ）ではリンクが辿れなくなることも想定されます。従って、小さな空間に数百個単位の RFID タグがあり、スキャンの頻度もそれほど多くはない中で、有効に機能するアルゴリズムを提案するなどの方向に持っていくことは有意義に思えます。

本論文に対する各査読者の詳しいコメントは以下のページを参照のこと：

<http://www.wiss.org/WISS2016Proceedings/oral/16.html>

***本ページは論文本体ではありません**

【貼るだけ探索：RFID タグの検出履歴を利用した物探し支援システムの提案】