

# 二次元通信タイル上での RFID タグ位置検出

2018SC057 永井一生

指導教員：野田聡人

## 1 はじめに

スマートフォンをはじめとした通信機器には、GNSS (Global Navigation Satellite System) 受信器が組み込まれ、位置の検出・測位技術が日常的に利用されている。GNSS の測位は原理上屋内を想定していない。

本研究では、屋内での位置検出を目的として、RFID (radio frequency identification) タグの位置を検出するシステムを提案する。提案するシステムの特徴は、RFID システムのアンテナとして、二次元通信タイル [1] を使用することである。タイルを敷き詰めた環境下で、タイルに近接したタグを読み取ることでタグの位置が検出される。

本稿では、屋内のフロア間での位置検出に着目し、タイル環境下で RFID タグを検出するシステムを試作し、タグの位置検出を実験的に評価した結果を報告する。

## 2 先行技術

屋内でのユーザ位置検出技術について多数の研究開発事例が見られる [2, 3, 4]。一例として、複数のビーコンや WiFi のアクセスポイントなどの基地局から電波を空中に放射し、ユーザが携帯した通信機器などで受信する方式がある [2]。このほかに RFID 技術を用いて、ユーザの脚部に装着した RFID リーダーによってタグが組み込まれたタイルを読み取ることで位置を検出する方式が挙げられる [5]。これらの技術は、測位対象となるユーザ側でリーダーや通信機器を携帯することが前提となる。

## 3 提案システム

### 3.1 システム構成

本研究では、位置検出対象に RFID リーダーではなくバッテリーレスのパッシブ RFID タグ埋め込み、リーダーは環境側に設置する。リーダーの設置環境下であれば、検出対象には電波を受発信する通信機器や電源を搭載することなく位置検出が可能となる。二次元通信タイルの特性として、タイル表面の近傍に存在するタグのみが応答する。したがって、RFID タグの位置をタイル 1 枚分の解像度で検出することができる。

システム全体のイメージを図 1 に示す。本システムは、複数の二次元通信タイルが接続された RFID リーダーがタグを読み取る際、アンテナ切り替えスイッチによって一つのタイルを選択し、タグ応答のあった時点で接続されているタイル上に当該タグが存在すると判定する。これにより、二次元面内でタグの位置が検出される。スイッチを切り替える度に、接続先のタイルの物理的な位置情報が既知であることを前提として、応答のあったタグの二次元面内の位置が検出される。

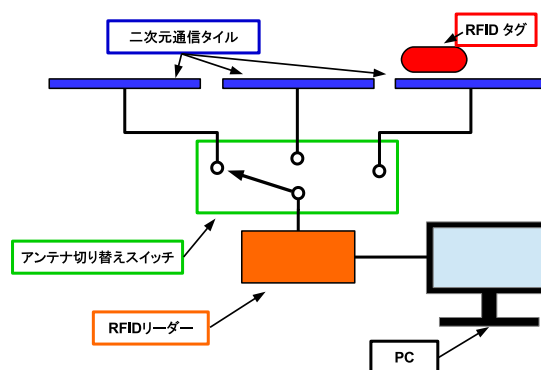


図 1 RFID リーダーからアンテナ切り替えスイッチを介して順に二次元通信タイルに接続する、タイルに近接しているタグを検出する。

### 3.2 位置検出アルゴリズム

タグの位置検出を行うデモプログラムの動作を図 2 に示す。時分割で順にタイル (図 2 中 “TileIndex”) を選択し、タイル上のタグを検出する。検出時、現在時刻・検出したタイルの番号・タグの識別コードである EPC (electronic product code) ・タグから受信した電波強度である RSSI (received signal strength indicator) を一セットでタグごとにデータを記録する。これを接続されたタイルの総数 (図 2 中 “NumberOfTilesConnectedToReader”) だけ繰り返す。これらの一連の動作を、検出頻度の更新時間で繰り返すことによって、タイルを設置した環境内で、近接しているタグが対応したタイルで継続的に検出される。

## 4 RFID タグ位置検出実験

### 4.1 実験概要

本実験では、階段の格段にタイルを 1 枚ずつ、6 枚並べた環境内で、移動する対象の左右の足にそれぞれ組み込んだ RFID タグの位置が継続的に検出できるか確認する。

図 3 に示すように、階段に並べた 6 枚のタイルに RFID リーダーが順に接続して環境内のタグを検出する (図 2 中の “NumberOfTilesConnectedToReader” は 6)。実際の物理的なタイル配置が既知であることを前提として、検出したタグのデータを記録する。これにより「いつ、何のタグが、どこの位置に」あるかを示す。階段環境では、左右の足が階段の段数単位で判明し、多数階構造の屋内におけるフロア間での位置が検出される。

対象の左右それぞれの足をタイル上に立つように配置し、階段環境を昇り降りしたとき、この一連の動作が正しく機能することを確認する。

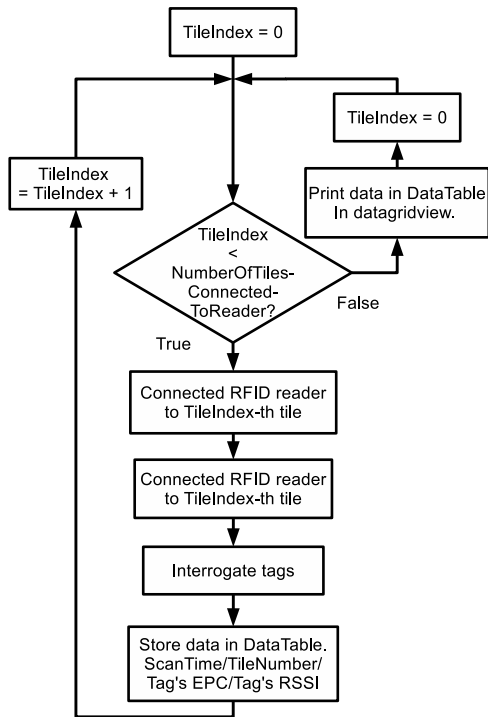


図2 順に接続したタイルによってタグを検出する。検出頻度の更新時間で繰り返しタグのデータ記録する。



図3 階段上にいる利用者の左右の足に付属したタグをそれぞれ段数単位で検出する。

#### 4.2 実験結果

それぞれのタグの位置は移動先に対応したタイルによって検出された。実験中に記録した左右の足のタグの軌跡を図4に示す。それぞれのタグの軌跡が実際の物理的なタグの動きと一致した。これにより、複数のタグを見分け、それぞれの位置を各時刻で検出できた。したがって、階段環境下で、「いつ、どの足が、どこの位置に」あるかの検出機能がタイル一枚分の解像度で確認できた。

### 5 まとめ

本稿では、実験を通じて二次元通信タイル上に存在するRFIDタグの二次元面内の位置を検出するシステムを提案した。本システムは、位置検出対象にタグを埋め込むこと

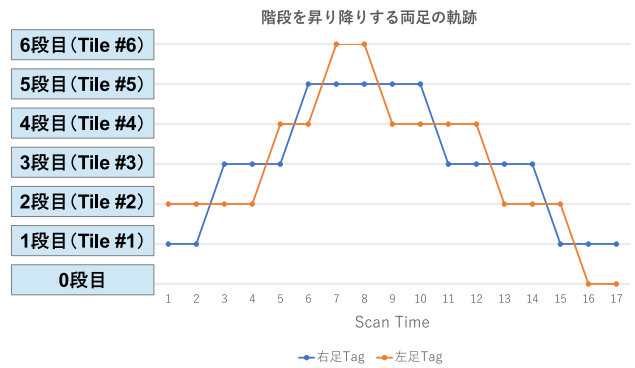


図4 階段を昇り降りする対象の両足の軌跡。すべてのタイルでタグを検出されなかった場合0段目に記録される。

で、対象には通信機器を携帯することなく、位置検出が可能となる。二次元通信の特性から、タイル表面に近接したタグのみを選択的に読み取ることが可能であるため、検出位置のスケールはタイルの寸法によって定まる。これにより、タイル1枚分の解像度でのタグ位置検出が可能となる。

本研究は、使用するタイルの寸法を変更することで、様々なスケール領域への応用が期待される。多数階構造の屋内階段に本システムを用いることで、階段の利用者の左右それぞれの足の位置を段数単位で位置検出することでフロア間での位置検出が可能となるなど、既存の他の屋内測位の手法にない特徴的な機能を実現できる。

#### 参考文献

- [1] H. Shinoda, Y. Makino, N. Yamahira and H. Itai, "Surface Sensor Network Using Inductive Signal Transmission Layer," INSS 2007, 2007, pp. 201-206, doi: 10.1109/INSS.2007.4297420.
- [2] 遠藤貴裕, 永見健一, 吉田美寸夫, 吉澤菜津子. "位置情報サービス開発における今日的課題とインテックの取り組み". INTEC TECHNICAL JOURNAL. 第15号. 2015. pp.51-53
- [3] 安齋恵一, 岡島匠吾, 坪川宏. "スマートフォンを用いた屋内位置の推定と歩行ナビゲーションシステム". マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2011 論文集 2011 (2011): pp.921-927.
- [4] 羽原寿和. "画像マーカを用いた屋内位置検出機構とその評価". 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎 102.220 (2002): 65-70.
- [5] 椎尾一郎. "RFID を利用したユーザ位置検出システム". 情報処理学会研究報告 (HCI) 2000.39 (2000-HI-088) (2000): pp.45-50.