

4E-1

マルチアクティブ RFID タグを用いた位置・方向検出とその評価

古川宗孝[†] 森本訓貴[†] 伊藤冬子[†] 金田重郎[†] 渡辺陽一郎[†]

同志社大学工学部知識工学科[†]

1. はじめに

ユビキタスコンピューティングにとって応用対象となる空間における人や物体の位置・方向の情報は重要である。著者らは最近注目されているアクティブ RFID を用いて位置・方向の検出を行った。今回用いたタグの電波に指向性が見られたことから同位置に逆方向の指向性を持つタグを2つ並べそれらの受信感度の和を位置検出の精度向上、差を方向検出に用いた。得られた受信感度の情報を APP (Area Point Pile) 法という、大小関係を用いてもっとも可能性の高い位置・方向の領域を絞り込む手法により検出を行った。位置検出については、一般手法と精度の比較を行った。

2. RFID

今回用いた RFID は RF Code 社の MANTIS™ Tag と MANTIS™ Reader 制御ソフトウェアの TAVIS™ Concentrator 2.1 である。この RFID により得られるタグの ID 情報、電波を受信した受信機の ID 情報、そして受信感度のマイナスデシベル値である、SSI 値を用いて、位置・方向の検出を行う。受信機が最大で4台使用可能、タグの電波を受信する最大距離が約 5m であることから図 1 のように 3.6m 四方、約 8 畳の領域の四隅に受信機を配置しその内部を位置・方向検出領域とした。

領域内のさまざまな地点、さまざまな方向にタグを置き、SSI 値を測定したところ以下の特徴がみられた。

タグの一定の方向の電波が強くその逆が弱い

SSI 値と距離の関係が環境により変化するので SSI 値から距離を算出するのは困難である

受信機間の SSI 値の大小関係は距離の大小関係にある程度の精度で再現している

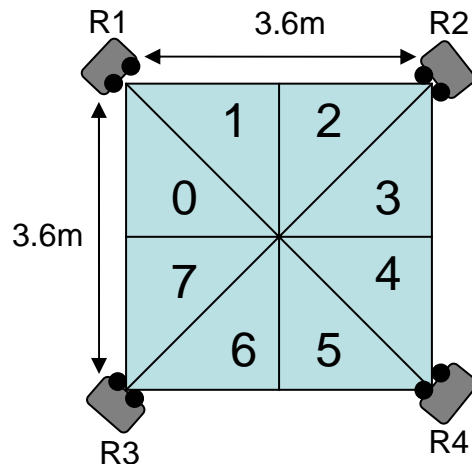


図 1 : 検出領域図

3. Area Point Pile 法

2 節の のように、SSI 値から距離を算出するのが困難であることがわかった。より位置検出を行う上でタグと受信機の距離に関する最も信頼できる情報が各受信機間の SSI 値の大小関係であるため、SSI 値の大小関係を用いて位置検出を行う。

ある地点にタグがあり図 1 のように 4 台の受信機をそれぞれ R1, R2, R3, R4 とすると R1 の SSI 値が R2 の値よりも小さいときタグは R1 と R2 の垂直 2 等分線を境に R1 よりにあると考えられ図 1 の 0, 1, 6, 7 の領域にあると考えることができる。また、この時、同時に R3 の SSI 値が R1 の値よりも小さいときタグは R1 と R3 の垂直 2 等分線を境に R3 よりにあると考えられ、2 つの大小関係から 6, 7 の領域にあると考えられる。以上のように大小関係からタグが存在する領域を絞っていく。

4 つ受信機の中から 2 つの受信機のすべての大小関係 6 組をみて、タグの位置をできる限り絞り込む。これをアルゴリズム化したのが APP (Area Point Pile) 法である。

具体的には、6 つの大小関係それぞれに対し条件を満たす領域に 1 ずつ値を加えていき、最大値をもつ領域が最も大小関係を満たす領域と考える方法である。具体的には以下ようになる。

例えば各受信機の SSI 値が表 1 のような値である場合。受信機 1 から受信機 4 の SSI 値をそれぞれ SSIR1 から SSIR4 とする。また、図 1 の 0 から 7 の各領域に演算時において与えられている値を [] の中に入れる。初期状態では図 2 のように全ての

Position and Direction Detection using Multiple Active RFIDs

[†] Munetaka FURUKAWA [†] Kunitaka MORIMOTO
[†] Fuyuko ITO [†] Shigeo KANEDA
[†] Yoichiro WATANABE

Department of Knowledge Engineering and Computer Sciences, Doshisha university ([†])

領域は 0 である。

表 1：SSI 値の例

受信機	1	2	3	4
SSI 値	160	140	170	140

SSIR1 > SSIR2 より 2, 3, 4, 5 に 1 加えられ,
 0[0] 1[0] 2[1] 3[1] 4[1] 5[1] 6[0] 7[0]
 SSIR1 < SSIR3 より 0, 1, 2, 3 に 1 加えられ,
 0[1] 1[1] 2[2] 3[2] 4[1] 5[1] 6[0] 7[0]
 SSIR1 > SSIR4 より 3, 4, 5, 6 に 1 加えられ,
 0[1] 1[1] 2[2] 3[3] 4[2] 5[2] 6[1] 7[0]
 SSIR2 < SSIR3 より 1, 2, 3, 4 に 1 加えられ,
 0[1] 1[2] 2[3] 3[4] 4[3] 5[2] 6[1] 7[0]
 SSIR2 = SSIR4 より大小関係が成立しないので値
 は変わらず,
 0[1] 1[2] 2[3] 3[4] 4[3] 5[2] 6[1] 7[0]
 SSIR3 > SSIR4 より 2, 3, 4, 5 に 1 加えられ
 0[1] 1[2] 2[4] 3[5] 4[4] 5[3] 6[1] 7[0]
 という演算結果となり, この場合 3 の領域に最も
 タグがある可能性が高い。

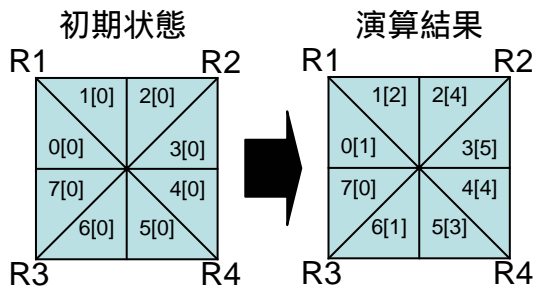


図 2：APP 法の例

4. 位置・方向検出

2 節の よりタグの電波に指向性があると考えた。指向性があると、位置による受信感度の変化以外にも指向性による変化があると考えられる。この点を解決するため、同位置に逆方向の指向性を持つ 2 つのタグを用い、それらの受信感度の和を用いることで、指向性を緩和した。また、同位置にあって逆方向の指向性を持つ 2 つのタグの受信感度の差はつまり、指向性による差と考えられる。これを利用して方向検出を行った。具体的にはタグ A からタグ B の SSI 値を減算し、得られた差を APP 法に用いた。これによりタグ A の向いている最も可能性の高い方向を図 1 の 8 領域で検出することができる。

検出領域において、無作為に 50 地点を選び、それぞれの地点の地上 0.5m にタグを水平方向に対しランダムな方向に向けて位置・方向の検出を行った。それぞれの地点において、位置検出については APP 法のほかに、もっとも一般的と考えられる、受信感度がもっとも強い受信機の近くにタグがあ

るとする手法による検出も行った。この手法では受信機 1 がもっとも SSI 値の低い場合、図 1 の領域 0, 1, 受信機 2 は領域 2, 3, 受信機 3 は領域 6, 7, 受信機 4 は領域 4, 5 にタグがあるとする。表 2 が結果である。

表 2：位置・方向検出の精度

	位置検出		方向検出
	APP 法	一般手法	
検出精度	72%	60%	66%

位置検出において APP 法では隣接領域を含む二領域中に特定できる精度を算出した。一般手法では二領域中に特定することから比較対象としてある程度適当であると判断した。また、方向検出においては 90 度以内に特定できる精度を算出した。

位置検出では APP 法が一般手法よりも約 10%高い精度になった。今回は検出領域を鉄筋コンクリート建ての屋内で行ったため検出領域外からの反射の影響があるとはいえ、領域内には何も障害物がないという電波強度を得るにはかなり理想的な環境で行った。領域内に障害物のある場合、受信感度の最大値という一情報のみによる一般手法と 2 番手, 3 番手, 4 番手における大小関係の情報を用いる APP 法では、さらに検出精度に差が出るのではないかと考える。

方向検出では 90 度以内に特定できる確率は 66% となった。方向の検出には赤外線、超音波を用いた手法等が今まで行われている。これらと比較すると検出精度では劣るが、体の一部が赤外線などの経路を妨害するような環境変化への対応力の面では優れていると考える。尚、タグの電波の指向性をもっと強い場合は精度の上昇も考えられる。

5. まとめ

2 個の RFID を用いて室内の位置・方向を検出する手法を提案した。また、位置・方向とも 4 方向の場合について、コンクリートの建物内部での評価を行なった。例えば、人間を 4 台のカメラで撮影して、人間の顔が写っているカメラ画像を自動選択するようなアプリケーション[1][2]への利用が想定される。但し、検出精度は実用的には不十分である。今後は、空間・周波数ダイバーシティを用いたり、被検出領域に障害物(室内に居る他の人間)が存在する場合の精度等を検討したい。

参考文献

- [1]特開 2004-312511 『映像編集システム、園児モニタリングシステム、福祉施設モニタリングシステム、記念ビデオ作成システム、行動モニタリングシステムおよび映像編集方法』日本電信電話株式会社
- [2]特開 2004-80347 『無線タグを用いた被写体識別システム』日本電信電話株式会社