

市街地における人を対象とした無線搜索システムの検討 Study on the Searching System of a Lost Person Using Radio Waves in Urban Areas

○高寺啓太¹, 三枝健二²

*Keita Takatera¹, Kenji Saegusa²

Abstract: The number of the missing people by the loitering is more than 10,000 a year. Radio system developed to search the missing person using radio waves. We proposed the method of searching for a lost person previously. In this paper, we examine the new analysis model in order to approach the realistic environment. As a result, we confirmed the utility of the position fingerprint method.

1. まえがき

現在、徘徊による行方不明者数は年間 1 万人以上とも言われている。そのため、認知症高齢者や迷子などを搜索するための無線システムが開発されている。これは、搜索対象者が持つ電波を発するタグを頼りに簡易レーダを用いて搜索するものである。このシステムにおいてあらかじめ搜索対象者の位置をある程度の範囲に絞り込むことができれば、搜索はより容易になる。

そこで以前、整列した建物を市街地と想定し、複数の固定受信局の受信信号を用いて、搜索対象者の位置推定を行う方法を提案した。本研究では、建物の位置や高さを実際に存在する空間に近づけることで、より正確な電波の反射や回折を考慮することができると考えた。そこで、解析モデルを変更し、位置推定法の検討を行った。本稿では作成した解析モデルとそれを用いて行った位置推定の結果について報告する。

2. 搜索者位置を推定する方法

まず、搜索対象者の位置をデータ化する。図 1 は建物と道路で構成された市街地を模したものである。どこかに電波を発するタグを持つ搜索対象者が存在すると仮定する。ここでは、Rx1, Rx2 の固定受信局を設けた。用いる受信アンテナ(ビーム幅 30deg)を 360 度回転させる。そのときに得たデータを受信指向性プロフィールと呼ぶ[1]。

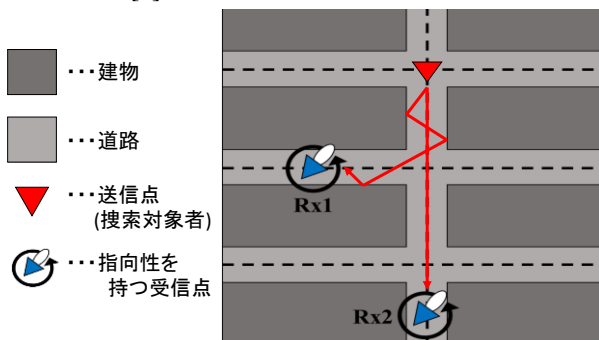


図 1 受信指向性プロフィールの取得方法

データの評価は次のように行う。事前に道路上の各位置において受信指向性プロフィールを取得しておく。ある未知の受信指向性プロフィールを得たとき、取得しておいた各道路上のプロファイルと図 2 のように照合を行う。その照合を評価する際にピアソンの積率相関係数を利用する。式を(1)に示す。相関係数 r とは、2 つのデータ x, y がどの程度類似しているか、類似度の強さを -1 から 1 までの数値で測る指標である[2]。

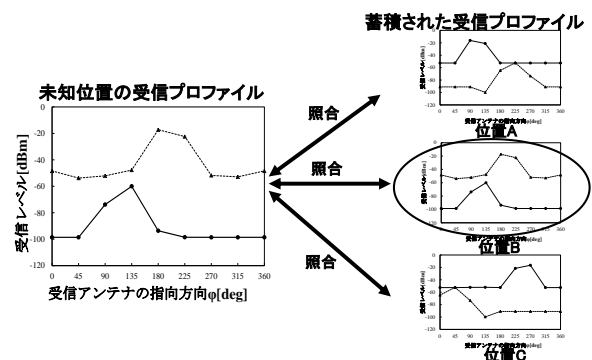


図 2 プロファイルの照合方法

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

3. レイトレース法を用いた解析

本研究では、レイトレース法を用いて解析を行う。先の検討では図 3 に示すような 100m 四方の正方形の解析空間において解析を行った。今回は図 4 に示すような日本大学理工学部周辺の住宅地を模したモデルを用いて解析を行うとする。建物にはコンクリートの物性値($\epsilon_r = 2.7, \sigma = 0.01, \mu_r = 1$)を与えた。また、道路にはアスファルトの物性値($\epsilon_r = 6.76, \sigma = 0.0023, \mu_r = 1$)を与え、市街地を表現した。

1: 日大理工・学部・電子 2: 日大理工・教員・電子

ここでは、検索対象者である送信点は(x, y)= (0m, 21m), (28m, 70m)の2種を考え、無指向性ダイポールアンテナ(送信周波数920MHz)を設置した。受信点は(x, y)=(52m, 10m), (70m, 49m)の位置にビーム幅30度の指向性アンテナを設けた。このとき、受信アンテナの指向方向を $\varphi = 0\sim 360$ 度まで変化させることで、受信指向性プロファイルを取得した。

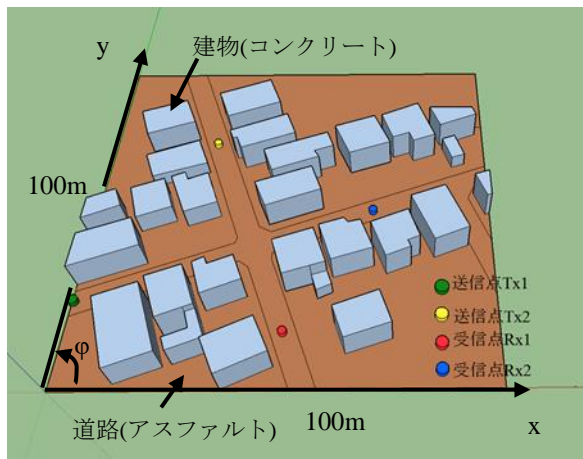


図3 解析空間

4. 結果

図4に送信点位置Tx1における受信指向性プロファイルを示す。受信点Rx1では $\varphi = 90\sim 135$ 度側以外では建物が密集しているため受信レベルが低いが、電波が入射している $\varphi = 135$ 度近傍において受信レベルが高い。受信点Rx2ではTx1との間に建物が存在しないので、 $\varphi = 180$ 度付近のときに高くなっている。

図5の送信点位置Tx2における受信指向性プロファイルでは、受信点Rx1と直線関係に位置するので $\varphi = 90$ 度近くの方で受信レベルが高くなっている。受信点Rx2と送信点位置Tx2の間には建物が多く存在するので電波は反射を繰り返す、 $\varphi = 225$ 度近傍で最も入射していることが分かる。

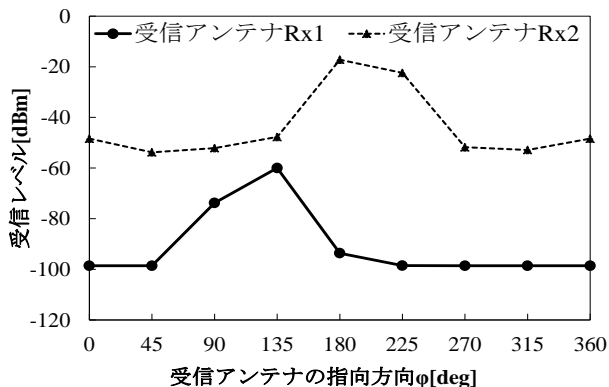


図4 送信点Tx1の受信指向性プロファイル

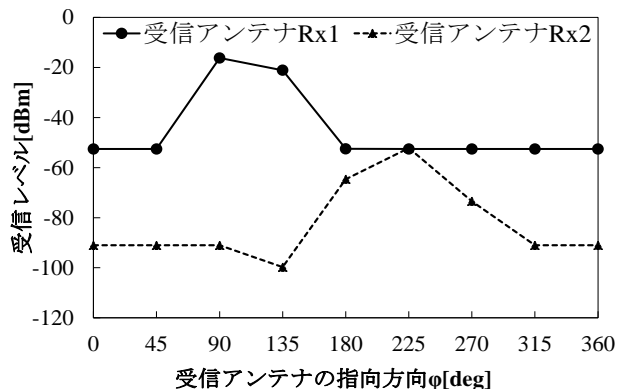


図5 送信点Tx2の受信指向性プロファイル

次に相関係数の評価を行った。相関係数の評価は表1のように行う。送信点Tx1とTx2の受信指向性プロファイルの相関係数は0.43となった。送信点Tx1とTx2は直線関係にあるためやや相関があるが、受信レベルに差が存在するので区別することは可能である。

表1 相関係数の評価

相関数の絶対値	相関関係
0~0.2	ほとんど関係がない
0.2~0.4	弱い相関
0.4~0.7	やや相関
0.7~1	強い相関

5. まとめ

本稿では先の検討で使用した解析モデルをより市街地の形に近づけ、2点の受信指向性プロファイルの相関を確認した。2点の受信指向性プロファイルにはやや相関が見られたが、互いの受信レベルに差が存在するので位置を識別することができる。解析モデルを実在する建物の位置や高さ近づけ、電波の回折や反射が複雑になった場合においても、先に提案した位置推定法を無線探索システムに用いることが可能であることを示した。今後、異なる送信点位置をより明確に区別するために受信アンテナを増やし、位置推定法の検討を行う。

6. 参考文献

[1]甲田勇輝, その他, 「人を対象とした無線探索システムの基礎検討」, 第60回日本大学理工学部学術講演会, M-8
 [2]白砂堤津耶, 「例題で学ぶ初歩からの統計学」, 株式会社日本評論社, 2009