

M-15

市街地における人を対象としたタワー型無線搜索システムの検討

Study on the Tower Type Searching System of a Lost Person Using Radio Waves in Urban Areas

○小宮山洋輝¹, 三枝健二²

*Hiroki Komiyama¹, 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 confirmed the area where is able to search the missing person expands when receive antenna is put up at high place.

1. まえがき

現在、徘徊による行方不明者数は年間一万人を超えている。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、実際の市街地を模した解析モデルを作成し、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[1]。ただし、建物に囲まれたエリアでは位置推定を行うことができなかった。そこで、本研究では一つの固定受信局を用いて、受信アンテナの高さを変更することで、推定可能にすることを考えた。本稿ではアンテナの設置位置を変更した位置推定の結果について報告する。

2. 位置推定方法

図 1 は建物と道路で構成された簡易な市街地を模したモデルである。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 Rx0 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ァイルと呼ぶ。

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ァイルを取得しておく。ある未知の受信指向性プロファイルを得たとき、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。このように照合して高い相関値が得られたとのプロファイルにより、搜索対象者の位置が決定される。

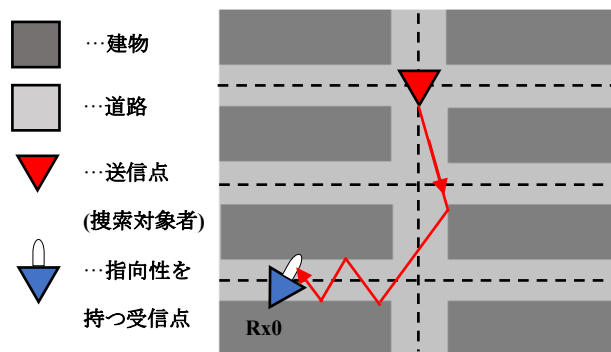


図 1 受信指向性プロファイルの取得方法

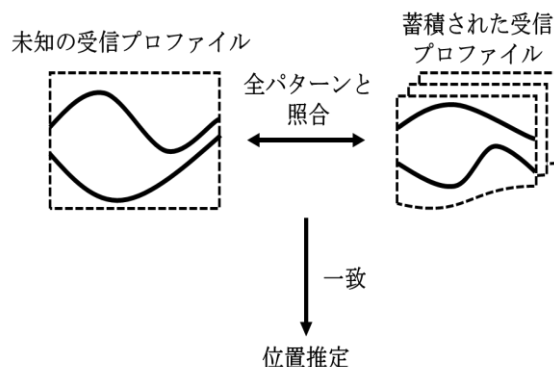


図 2 プロファイルの照合方法

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

1:日大理工・学部・電子 2:日大理工・教員・電子

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。今回の検討では 100m 四方の解析空間において解析を行った。図 3 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の中央に高さ 50 メートルのアンテナ用のタワーを設置したの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($\epsilon_r=2.7, \sigma=0.01, \mu_r=1$), 道路にはアスファルトの物性値($\epsilon_r=6.76, \sigma=0.0023, \mu_r=1$), タワーには銅の物性値($\epsilon_r=1, \sigma=5.76e+007, \mu_r=0.999991$)をそれぞれ与え、市街地を表現した。

ここでは検索対象位置とする送信点を(x, y, z)=(8m, 57m, 1.5m), (66m, 57m, 1.5m), (39m, 17m, 1.5m)の 3 種類を考え、送信周波数 920MHz の送信アンテナ(無指向性ダイポールアンテナ)を設置した。タワーの先端である(x, y, z)=(50m, 50m, 50m)の位置に垂直、水平方向にビーム幅 30deg の受信アンテナを設置した。受信アンテナの指向方向を $\phi=0\sim 360^\circ$ まで 45° 間隔で変化させ、受信指向性プロファイルを取得する。このとき受信アンテナの指向方向は水平から 45° 下方に傾ける。

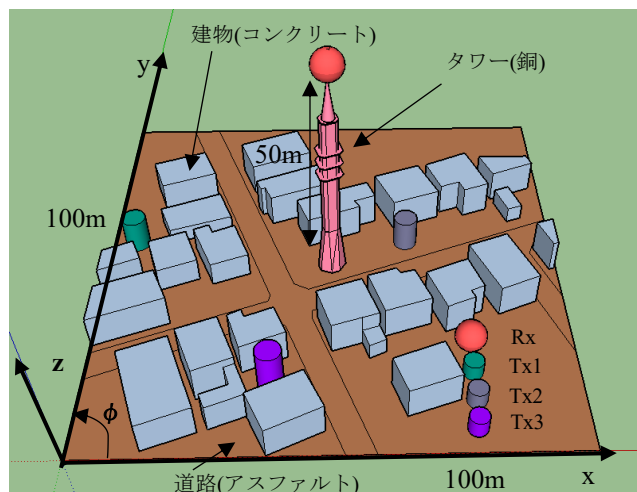


図 3 解析空間

4. 結果

図 4 に受信点位置 Rx における受信指向性プロファイルを示す。いずれの送信点位置においても受信アンテナの指向方向が向いた場合に、受信レベルが最大となっていることが読み取れる。また、Tx2 においては $\phi=135\sim 270^\circ$ で送信点位置とタワーに対して対称な位

置の建物からの反射波による受信レベルの増加が見られる。

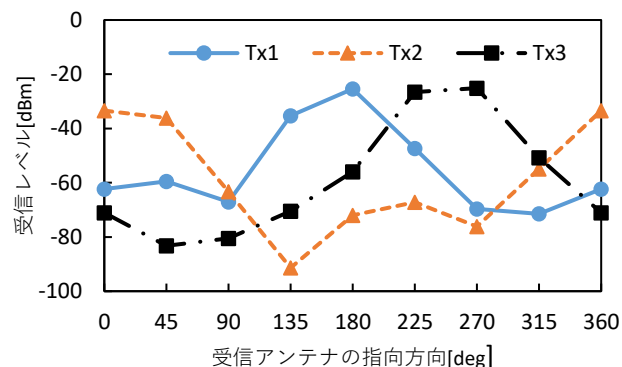


図 4 受信指向性プロファイル

次に Tx1~Tx3 で相関係数の評価を行った。相関係数は表 1 に示すようになった。Tx1 と Tx2, Tx2 と Tx3 にやや相関がみられる結果となったが、どちらも負の相関であるため、それぞれを判別するのは十分可能であると考えられる。

表 1 相関係数

	Tx1	Tx2	Tx3
Tx1	1	-	-
Tx2	-0.496	1	-
Tx3	0.008	-0.434	1

5. まとめ

本稿では受信用アンテナの削減と検索可能範囲の拡大を両立するため検討を行った。先の検討で使用した解析モデルに、高所にアンテナを設置するためのタワーを追加したのを用いて受信指向性プロファイルの相関を確認した。それぞれのプロファイルにはやや相関が見られたものの、先の検討では不可能だった建物の裏に隠れた位置からの信号を受信することが可能となり、無線検索システムの検索可能範囲の拡大が行えた。今後、解析空間全体でプロファイルを取得し、未知位置推定を行う。

参考文献

[1]高寺啓太, その他, 「人を対象とした無線検索システムの検討」, 第 61 回日本大学理工学部学術講演会, M-5