

M-13

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高さの検討

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

○白沢大輔¹, 三枝健二²

*Daisuke Shirasawa¹, Kenji Saegusa²

Abstract: The number of the missing people by the loitering is more than 10,000 in a year. Therefore, 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 investigated the position of the receiving antenna.

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。本研究は、搜索対象者の位置を特定するシステムの補助として、搜索対象者が持つタグが発する電波を固定基地局で検知し、搜索対象の位置をある程度の範囲に絞り込むシステムの検討である。

先行研究では、受信アンテナの高さを 50m にすることで、位置推定可能にする検討を行った[1]。本稿では、受信アンテナの高さを 20m(5 階建てビルの屋上に相当)に変更し、より現実で運用する環境に近づけた場合における位置推定の精度向上の方法の検討を行った。なお、今回は解析エリアを 100m×100m から 140m×140m に拡大している。

2. 位置推定方法

図 1 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 20m のアンテナ用のタワーを設置して解析を行った。この解析モデルのどこかに搜索対象者が存在すると仮定する。さらに、受信アンテナ(ビーム幅 30deg)を 360 度回転させ、得られたデータを受信指向性プロファイルと呼ぶ。

事前に解析エリア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。ここで、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ピアソンの積率相関係数(式(1))を利用して照合を行う。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場合、プロファイルにより、搜索対象者の位置が決定される。

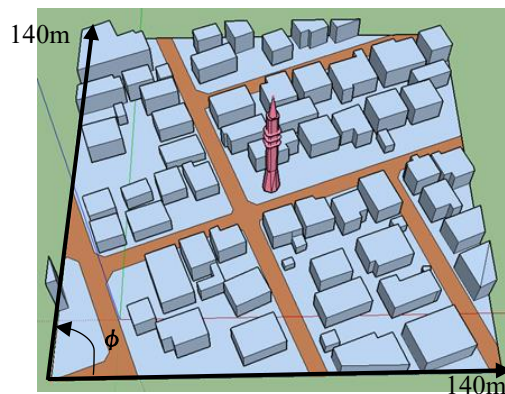


図 1 受信指向性プロファイルの取得方法

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

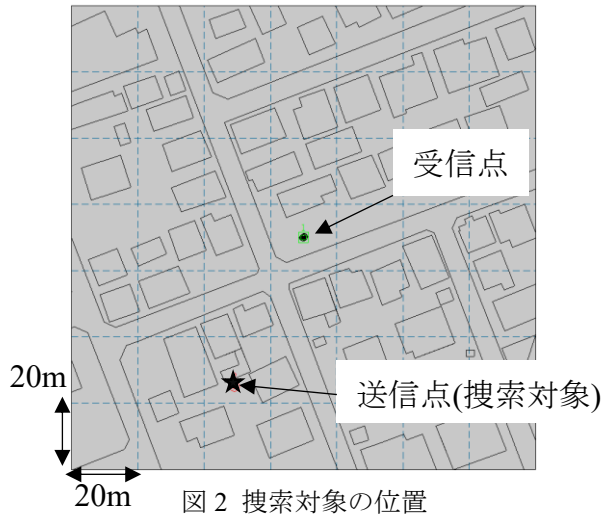
3. レイトレース法を用いた解析

本研究ではレイトレース法を用いて解析を行う。今回の検討では 140m 四方の解析空間において解析を行った。図 1 において参考資料[1]と同じ値を用い、建物にはコンクリート、道路にはアスファルト、タワーには銅の物性値をそれぞれ与え、市街地を表現した。

ここでは搜索対象位置とする送信点を、図 2 のように配置し、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。ここで、受信アンテナの指向方向を水平に φ=0~360°まで 45°間隔で変化させる。さらに、チルト

1:日大理工・学部・電子 2:日大理工・教員・電子

角(水平から下方に傾ける角度)は 20° , 45° , 60° に変化させ、それぞれにおいて受信指向性プロファイルを取得する。



4. 結果

解析エリア内で、相関係数が0.9以上であれば、相関があると定義して、その区画(20m×20m)を赤く色付けて示している。

図3, 4, 5より、チルト角の差によって、同じ地点でも相関係数に差が生じることが分かる。また、各1つのチルト角のみの結果では、搜索対象の位置を絞りきることにはできないことも確認できる。これは、受信アンテナの高さが50mのときも同様の結果であった。ただし、図より3つのチルト角の結果を重ね合わせれば、正確な位置の絞り込みが可能であると考えられる。

| | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -0.376 | -0.235 | -0.287 | -0.296 | -0.232 | -0.284 | -0.355 |
| -0.366 | -0.401 | -0.295 | -0.272 | -0.243 | -0.302 | -0.292 |
| -0.393 | -0.436 | -0.281 | -0.152 | -0.233 | -0.279 | -0.275 |
| -0.19 | -0.238 | 0.0694 | | -0.445 | -0.326 | -0.312 |
| 0.3651 | 0.3111 | 0.7539 | 0.3632 | 0.2858 | -0.158 | -0.293 |
| 0.4212 | 0.3246 | 0.9822 | 0.7837 | 0.2648 | -0.055 | -0.251 |
| 0.7788 | 0.9043 | 0.8939 | 0.7393 | 0.3906 | 0.2649 | -0.16 |

図3 チルト角 20° における各区画の相関

| | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -0.423 | -0.44 | -0.555 | -0.536 | -0.546 | -0.585 | -0.572 |
| -0.169 | -0.548 | -0.554 | -0.534 | -0.46 | -0.515 | -0.508 |
| -0.234 | -0.032 | -0.471 | -0.549 | -0.62 | -0.513 | -0.427 |
| 0.1434 | 0.0948 | 0.0694 | | -0.366 | -0.323 | -0.384 |
| 0.6153 | 0.6432 | 0.8463 | 0.8814 | 0.2532 | 0.0897 | -0.235 |
| 0.7363 | 0.6424 | 0.9601 | 0.8436 | 0.446 | 0.0247 | -0.06 |
| 0.8732 | 0.9285 | 0.9679 | 0.8251 | 0.5903 | 0.3168 | 0.052 |

図4 チルト角 45° における各区画の相関

| | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -0.232 | -0.345 | -0.564 | -0.477 | -0.667 | -0.627 | -0.591 |
| -0.004 | -0.496 | -0.393 | -0.544 | -0.623 | -0.598 | -0.779 |
| -0.028 | -0.131 | -0.321 | -0.725 | -0.691 | -0.566 | -0.597 |
| 0.137 | 0.1019 | 0.1939 | | -0.447 | -0.448 | -0.452 |
| 0.6057 | 0.5896 | 0.8098 | 0.9471 | 0.1936 | -0.186 | -0.277 |
| 0.7347 | 0.7044 | 0.9401 | 0.9136 | 0.3456 | -0.044 | -0.013 |
| 0.802 | 0.8916 | 0.9931 | 0.8796 | 0.6688 | 0.3822 | 0.1618 |

図5 チルト角 60° における各区画の相関

5. まとめ

本稿では受信アンテナの設置高に関して検討を行った。

その結果より、受信アンテナの高さを20mにした場合でも、50mの場合と同程度の精度で位置推定が可能であることが確認できた。

また、チルト角を変化させ、位置推定に用いるパラメータを増加させることで、140m×140mの解析エリアにおいて、20m×20mのある1区画に搜索対象の位置を推定することが可能になった。

参考文献

[1]小宮山洋輝, その他, 「人を対象としたタワー型無線搜索システムの検討」, 第62回日本大学理工学部学術講演会, M-15