

# 未知形状の室内における多重散乱波を利用した単一アンテナによる UWB レーダイメージング

Imaging method for UWB radars with a single antenna by using multipath waves in an unknown room

北村 堯之                      阪本 卓也                      佐藤 亨  
Takayuki Kitamura            Takuya Sakamoto            Toru Sato

京都大学大学院情報学研究科通信情報システム専攻  
Dept. of Communications and Computer Eng., Kyoto University

## 1 まえがき

近年、電波の多重散乱を利用した通信の性能改善、および、レーダ分野における既知の多重散乱経路を利用した単一アンテナによる位置決定 [1] が検討されている。本研究では、未知形状の室内に設置した単一アンテナを用い、多重散乱を利用した目標の高精度位置推定法を検討する。

## 2 システムモデル

10m×15m 長方形の室内の位置 (3.75, -2.5) に単一アンテナを配置する (室内中心が原点, 単位は全て m である) アンテナから中心周波数 60GHz, 3dB 帯域幅 670MHz (公称距離分解能 16cm) のパルスを送信し、目標散乱波を受信する。受信波形から時間逆転法 [?] により目標位置推定を行う。本稿の検討では、2次元室内環境を想定し、壁面は複素比誘電率  $4.22 - i0.02$  のモルタル壁、目標散乱断面積は一樣、幾何光学散乱を仮定する。

## 3 時間逆転法による位置推定手法

室内形状、アンテナ位置共に未知の場合、時間逆転法による室内の未知目標の位置推定は2段階の手順を要する。既知目標を用いた鏡像アンテナ位置推定、および鏡像アンテナ位置を利用した未知目標の位置推定である。

まず、室内運動する既知目標の散乱波形を受信する。目標軌道は等速直線運動を連結した未知の折れ線とする。図1に目標散乱波形の受信系列を示す。第1波の受信時間と上記の目標軌道情報より、時刻  $t$  での目標軌道  $r_{\text{tar}}(t)$  が推定可能である。また、第2波は目標の最近壁面での一回反射に対応する。時間  $t$  に対し、第1波、第2波の到来時間関数を  $\tau_1(t)$ ,  $\tau_2(t)$  とする。同一壁面による第2波を生じる全目標位置  $r_{\text{tar}}(t)$  に対し、

$$\left| r_{\text{tar}}(t) - r - c\left(\tau_2(t) - \frac{\tau_1(t)}{2}\right) \right| < L \quad (1)$$

が成立する  $r$  を含む領域の中心を鏡像アンテナ位置と推定する。但し、 $c$  は光速、 $L$  は距離分解能である。以上が既知目標を用いた鏡像アンテナ位置推定である。

次に、室内の任意経路を運動する未知目標の位置推定を行う。目標散乱波形を受信し、その時間逆転波形を単一アンテナ位置と鏡像アンテナ位置から送信した際の電波伝搬を計算する。室内の様々な位置に目標を仮定し、その際の多重散乱経路の距離分波形を時間シフトさせて積を取り、それを評価値とする。受信した目標散乱波形

の包絡線を  $g(t)$  とし、室内の各点  $r$  での評価値  $G(r)$  を次式で定義する。

$$G(r) = \left| \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n g(t_i + t_j) \right|^2 \quad (2)$$

$G(r)$  は目標存在位置で大きな値をとる。 $n$  はアンテナ個数、 $t_i$  は  $i$  番目アンテナから点  $r$  までの伝搬時間である。

図2に目標軌道推定の結果を実線で、真の目標軌道を破線で示す。RMS 誤差は 8.3cm である。室内での多重散乱を利用することで、単一アンテナによる通常の距離分解能程度での目標軌道推定が可能であることがわかる。

## 参考文献

- [1] 北村 堯之 他, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, C-1-9 (2008) .

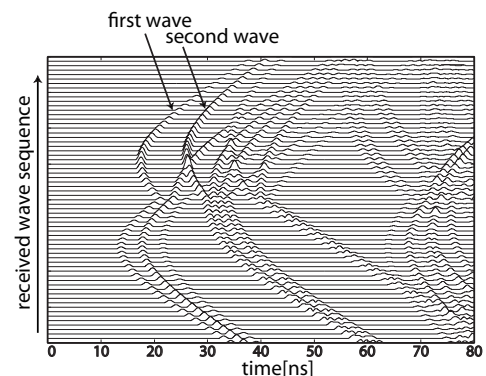


図1 目標散乱波形の受信系列

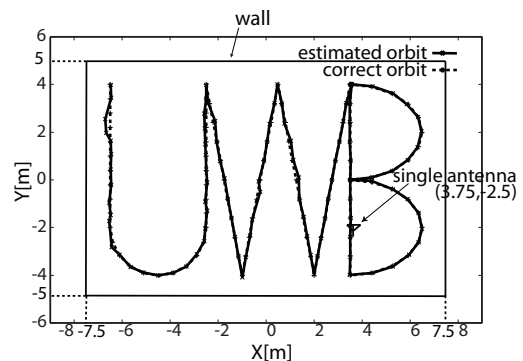


図2 時間逆転法による位置推定結果