

UWB レーダによる多重反射波を利用した影領域の高速イメージング

A high-speed UWB radar imaging method using multipath waves for shadow regions

藤田 修平¹
Shuhei Fujita

阪本 卓也²
Takuya Sakamoto

佐藤 亨²
Toru Sato

京都大学工学部¹
Faculty of Engineering, Kyoto University

京都大学大学院情報学研究科²
Graduate School of Informatics, Kyoto University

1 はじめに

現在の監視システムの多くは光学カメラにより目標を検出している。光学カメラには目標形状の他に目標のテクスチャの情報が得られるという特長があるが、部屋に死角となる場所(影領域)が存在しないよう複数のカメラが必要となる事も多く、より簡易な監視システムが望まれてきた。そこで本稿では、室内監視システムに UWB レーダを用いて、壁面の多重反射波を利用した単一素子による影領域イメージング手法を提案する。多重反射波を利用したイメージングに関しては、木寺ら [1] により合成開口法を用いた画像化手法が提案されている。しかし、処理に時間のかかる合成開口法はリアルタイム性が重視される室内監視システムには適さない。そこで本稿では、画像化手法に阪本ら [2] により提案された SEABED 法を適用することで、画像化の高速処理を図る。

2 システムモデル及びイメージング法

図 1 にシステムモデルを示す。目標および壁面は明確な境界を有し、部屋の形状および伝搬媒質は既知とする。図 1 のように室内に設置されたアンテナを x 軸方向に走査する。アンテナの x 座標を X 、アンテナと目標散乱点間距離を Y とすると、この時 (X, Y) が描く軌跡を擬似波面と呼ぶ。SEABED 法では、この擬似波面 (X, Y) と目標境界 (x, y) との間に成り立つ変換関係により目標のイメージングを行う。また、アンテナの走査に伴い、各壁面に対して推定される鏡像アンテナは図 1 のように走査される。壁面での反射波は、その壁面に対応する鏡像アンテナからの直達波と等価である。例えば、パルスが同図のような経路を通る場合、Imaginary Antenna 1 においてパルスが送受信されたと想定することができる。アンテナ位置と受信波形により複数の擬似波面が得られるので、得られた各疑似波面に対し、それぞれ適切な鏡像アンテナで SEABED 法を適用する事で目標のイメージングを行う事が可能である。

3 シミュレーションによる提案手法の検討

目標として半径 0.5m の円形目標を仮定し、レイトレーシングにより提案手法を検討する。ここではアンテナを (0.1, 1.0) から (3.9, 1.0) まで x 軸方向に走査させ(単位は m とする)、0.1m ごとにパルスを送受信する。壁面及び目標は完全導体とし、用いるパルス信号の周波数は 60GHz、帯域幅は 1.4GHz とする。なお、ここでは雑音のない理想的な信号を想定している。

このようにして得られた受信信号から疑似波面が適切に抽出できたと仮定する。また、抽出した各疑似波面に対応する鏡像アンテナの位置が正しく推定されたとして、各鏡像アンテナに対して SEABED 法を適用すると、図 2 のような推定像が得られる。ただし、画像化には壁面反射回数が計 2 回以下(往復で計 4 回以下)の波形のみを用いており、用いた鏡像アンテナは 6 種類である。この時の RMS 誤差は 25.0mm であり、同図より、目標の一部が正しく推定されている事が分かる。本稿では疑似波面の抽出及び鏡像アンテナの推定を省略したが、これらの手法の開発が今後の課題である。

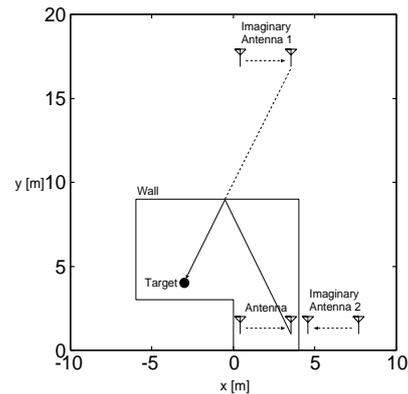


図 1 システムモデル

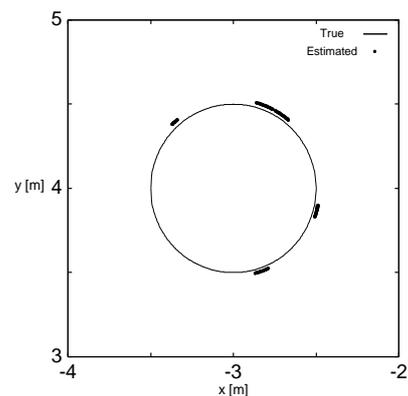


図 2 提案手法による推定像

参考文献

- [1] 木寺正平, 阪本卓也, 佐藤亨, 電子情報通信学会 電磁界理論研究会, Jan. 2009.
- [2] T. Sakamoto and T. Sato, IEICE Trans. on Commun. vol.E87-B, no.5, pp.1357-1365, May 2004