

周波数領域干渉計法を用いたUWBレーダ車両イメージング

UWB radar imaging of vehicle using frequency domain interferometry

片岡祐介¹ 阪本卓也¹ 佐藤亨¹ 中井真琴² 山田直之²
Yusuke Kataoka Takuya Sakamoto Toru Sato Makoto Nakai Naoyuki Yamada
中村弘³
Hiroshi Nakamura

京都大学¹ 株式会社 豊田中央研究所² トヨタ自動車株式会社³
Kyoto University Toyota Central R&D Labs., Inc Toyota Motor Corporation

1 研究の背景と目的

近年、交通事故低減のため予防安全システムを核とする運転支援システムの開発が盛んに行われている。特に走行環境認識が重要であり、自車から対象までの距離情報と対象の属性情報の認識が要求される。

本研究では、次世代車載76.5GHz帯レーダに周波数領域干渉計法(FDI; Frequency Domain Interferometry)[1]を用いて高分解能イメージング手法を開発することを目的とする。前回の発表[2]では数値シミュレーションにより原理の確認を行った。本稿では、実際の車両を用いた実験データにFDI法を適用し、その特性を検討するとともに、車両からのエコー取得範囲を広げるため、回転台を用いた実験を行い、その解析結果を評価する。

2 静止車両実験の概要

静止車両実験ではレーダアンテナ走査面より10mに目標車両、7mに基準用コーナーリフレクタを設置し、レーダアンテナを縦横60cm内を0.75cm間隔で走査する。目標車両と実験状況を図1に示す。送信波は76.5GHz中心の500MHz帯域幅のチャープ信号を用い、パルス圧縮したものをデータとして得る。これらのデータを開口合成したものから推定距離を求めることにより、イメージングを行う。

目標車両のバンパー部は電波を透過する素材であり、内部構造からの反射波とバンパー部自体からの反射波との干渉が生じると考えられる。

3 FDI法の適用

FDI法はアダプティブアレイの原理を周波数領域に適用し複数周波数信号を用いて同一レンジゲート内に存在する複数目標を分離識別する分解能向上技術である。[3]

FDI法による分離像を図2に示す。整合フィルタを用いた相関関数法を適用した場合、推定像は単層面となるが、FDI法を適用した場合、干渉を抑圧し、推定像は二層に分離することが確認できた。ただし、反射波の強度の問題からバンパー部の一部のみが推定された。バンパー部の平均推定距離は一層目が9.655m、二層目が9.870mとなり、FDI法により公称分解能48cm内に存在する21.5cm間隔の二目標の分離に成功した。



図1 目標車両と実験状況

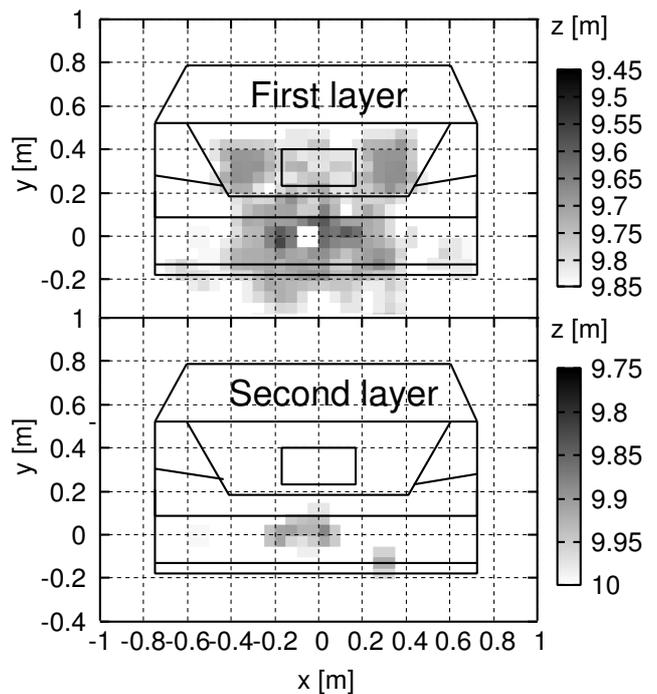


図2 FDI法による分離像

4 回転台を用いた車両エコー測定実験の概要

回転台を用いた車両エコー測定実験では図3のように、レーダアンテナ走査面より10mの位置に目標車両を回転台の上に配置し、7mの位置に基準用コーナリフレクタを配置した。バンパー部がレーダと正対している時を $\theta = 0^\circ$ として、 $\theta = -5^\circ$ から $\theta = 20^\circ$ まで 1° ずつ回転させてデータを取得した。

5 角度合成によるエコー取得範囲の拡大

$\theta = 0^\circ$ のとき、開口合成処理により推定されたエコー強度を図4に示す。レーダアンテナ走査面と正対している部分からのエコーしか取得できないことがわかる。実際の走行環境では前方車両との角度が数度程度の範囲で変動すると考えられる。そこで、 $\theta = -5^\circ$ から $\theta = 5^\circ$ までのデータを合成し、推定範囲を拡大することを試みた。具体的には、開口合成処理後の各方向のデータについて、 $\theta = -5^\circ$ から $\theta = 5^\circ$ の中でエコー強度が最大のデータを抽出し、その方向の推定データとすることで、一つの推定像に合成する。合成後のエコー強度を図5に示す。

図4に比べて、複数の角度からのデータを合成することにより推定範囲が拡大していることがわかる。45dB以上のデータについて、角度合成後のエコー推定範囲は合成前の2.41倍となった。これにより、実環境においても、前方の移動目標からの取得データを合成し、より広範囲な画像化が可能であると思われる。ただし本検討ではレーダと目標の為す角度が既知であるとして処理している。実際の応用ではこの角度を推定する処理も含めた、アルゴリズムの拡張が必須の課題となる。

6 まとめ

静止車両実験データにFDI法を用いることにより、整合フィルタを用いた相関関数法では分離できない目標車両のバンパー部を、FDI法により公称分解能48cm内に存在する9.655mと9.870mの二目標に分離できることを確認した。この二層の間隔は21.5cmと推定されたが、実際のバンパー部と内部構造の間隔は約15cmである。今後、推定像の分離精度に関して定量的に評価する必要がある。

また、回転台を用いた車両測定実験より、 $\theta = -5^\circ$ から $\theta = 5^\circ$ までのデータを合成することにより、45dB以上のデータについて、角度合成後のエコー推定範囲を合成前の2.41倍と拡大することができた。

参考文献

- [1] L.Smaini, et al., *J.Atmos Oceanic Technol.*, **19**, 954-966, 2001.
- [2] 片岡祐介, 他, 信学総大, C-1-9, 2009.
- [3] C. Le Bastard, et al., *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, **45**, 2511-2519, 2007.



図3 目標車両と実験状況

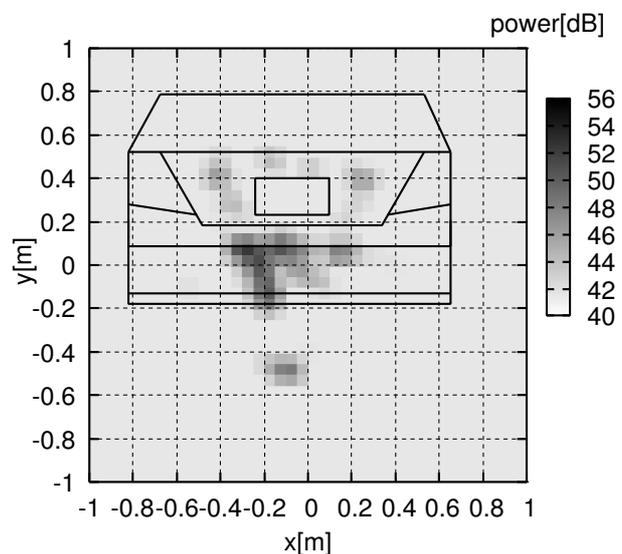


図4 エコー強度 ($\theta = 0^\circ$)

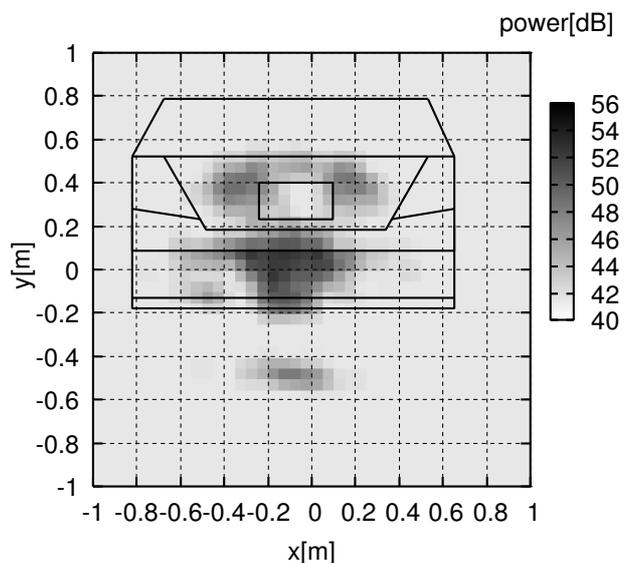


図5 エコー強度 (角度合成後)