

狭受信機帯域幅での広帯域レーダによる歩行者検出法の検討

Pedestrian Detection by Broadband Radar with Narrow Receiver Bandwidth

渡辺 一宏
Kazuhiro Watanabe

石崎 健太
Kenta Ishizaki

秋田 学
Manabu Akita

稲葉 敬之
Takayuki Inaba

電気通信大学大学院情報理工学研究科

Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

1. まえがき

筆者らは、多目標の分離が可能であり狭受信機帯域にて高距離分解能を実現可能な広帯域レーダ方式（多周波ステップ CPC 方式[1]）を提案している。また、本方式の出力信号に対し、路面や構造物からの反射波であるクラッタや他レーダからの干渉波などの不要波を抑圧する時空間適応信号処理（ELD-STAP[2]）を提案している。今回、道路脇からのクラッタが存在する環境下で、多周波ステップ CPC ミリ波レーダを用い道路を横切る歩行者のフィールド計測データを取得し、ELD-STAP 処理結果の特徴量により歩行者と車両の判別法の検討を行ったのでその結果を報告する。

2. 歩行者検出

今回、多目標分離が可能な多周波ステップ CPC レーダを用い、クラッタ環境下における歩行者検出を試みた。計測環境として、道路脇から比較的大きなクラッタが入る植込みやガードレールが存在する環境、また地面クラッタの大きな草地で計測を行った。さらに、歩行者の近傍に反射の大きな車両が存在する環境について計測を行った。計測は、多周波ステップ CPC レーダを車載して約 20km/h で走行しながら反対車線の 5km/h で道路を横切る歩行者を捉えることで行った（図 1）。

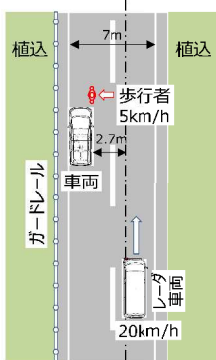


図 1-a. 計測環境



図 1-b. 歩行者と車両

MBF(Multi Beamforming)による距離-電力特性（図 2-上 line）において一定の閾値を用いて目標検出を行った場合、歩行者は道路脇のクラッタに完全に埋もれているため歩行者は検出されず近傍の車両のみが検出されてしまう。道路脇クラッタや他レーダによる干渉波などの不要波の抑圧は、目標検出に向けた大きな課題である。筆者らは、前方監視レーダにおいてクラッタが局在する自速付近のドップラ周波数情報に着目し 2 次元適応フィルタである STAP に比べ大幅に計算負荷を小さくした ELD-STAP（Element・Localized Doppler-STAP[2]）を提案している。

ELD-STAP によりクラッタを抑圧した距離-電力特性を図 2 の下 line に示す。道路脇のクラッタはノイズレベルまで

抑圧され、さらに車両後部の強反射は約 30dB 抑圧される一方で歩行者の抑圧は数 dB に留まり歩行者を検出しやすくなった。しかし、ELD-STAP 後の両者の電力差が大きいため歩行者検出においては歩行者/車両判別が必要となる。

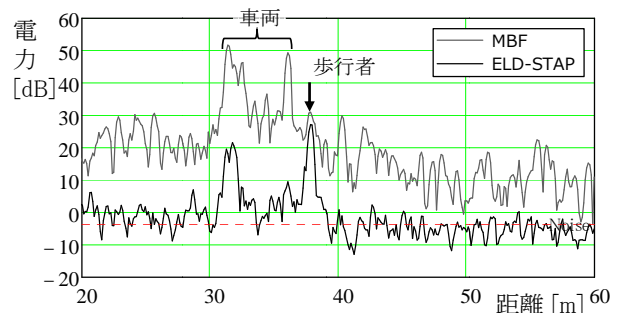


図 2. 距離-電力特性（上 line:MBF, 下 line:ELD-STAP）

3. 歩行者/車両判別

歩行者/車両を判別する特徴量として、ELD-STAP 処理前後の電力差を用いた。計測した歩行者の近傍に車両が存在する 125 データに対して計算した特徴量値を図 3 に示す。

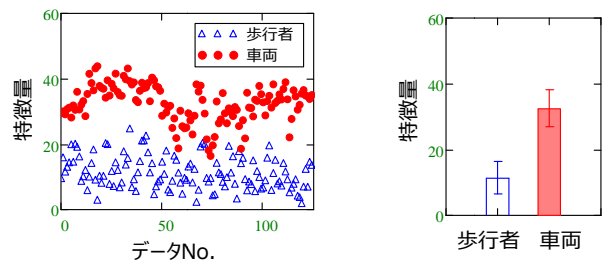


図 3-a. 各計測データの特徴量値 図 3-b. 平均と標準偏差両者の判別指標として下式定義による σ_{index} を用いた。

$$\sigma_{index} = \frac{\text{平均値(車両)} - \text{平均値(人)}}{\text{標準偏差(車両)} + \text{標準偏差(人)}}$$

今回の計測データでは $\sigma_{index}=1.99$ となり、両者の分布が正規分布であった場合、約 95% で分離できていることを示す。

4. むすび

不要波抑圧信号処理 ELD-STAP の処理前後の電力差を特徴量とした歩行者/車両判別法を提案し、有効性を示した。

謝辞

本研究開発の一部は総務省 SCOPE(受付番号 175003002) の委託を受けたものです。

参考文献

- [1] 渡辺優人, 秋田学, 稲葉敬之, “多周波ステップ CPC レーダの提案と原理検証実験”, 電気学会論文誌 C, Vol. 135 (2015) No. 3, pp.285-291, 2015
- [2] 稲葉敬之, 前方監視レーダのための Element・Localized Doppler STAP 法, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol. J87-B, No. 10, pp.1771-1783, 2004-10