

非線形合成帯域による高分解能測距方式の提案

B-2

Proposal of high-resolution evaluation method by nonlinear synthetic band

渡辺 優人 稲葉 敬之
Masato Watanabe Takayuki Inaba
電気通信大学 電子工学科

The University of Electro-Communications Electronic Engineering dep.

1. まえがき

近年、高度道路情報システム ITS (Intelligent Transport System) においてミリ波車載レーダをセンサとした衝突予防技術の研究が進められている。現在、車載レーダには低速の信号処理で高距離分解能が得られる FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 方式が多く採用されている。一方、パルス圧縮方式は高速の相関処理を必要とし、高距離分解能を実現するが広帯域受信系を要求する。これに対し、中程度の帯域幅をもったパルス圧縮波を非線形周波数ステップさせることによって、狭受信機帯域幅にて高距離分解能を実現し、ウェイトを乗じるのとは異なり受信電力の損失なく距離ピークサイドローブ (PSL) 低減する Nonlinear Synthetic Wideband Waveforms(NL-SWW)[1]が提案されている。本稿では NL-SWW 法にパルスドップラフィルタによるドップラ周波数推定・補正処理[2]を組み合わせた多周波 NL-SWW を提案する。

2. 提案する多周波 NL-SWW

提案する多周波 NL-SWW は、サブパルス(帯域 b の LFM 変調波)の非線形周波数ステップさせる図 1 のような送信周波数シーケンスを用いる。

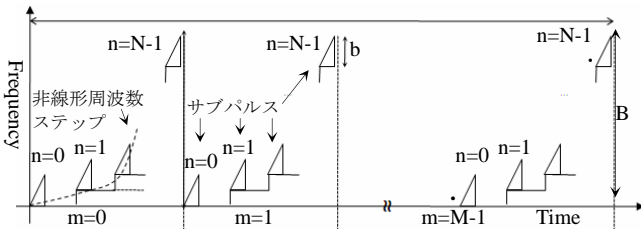


図 1 : 多周波 NL-SWW の送信周波数シーケンス

次に多周波 NL-SWW における計測信号モデルは、

$$x(n,m) = \exp \left[2\pi j \left\{ \left(\frac{\mu}{2} \right) t_p^2 - \left(\frac{2R}{c} dF_n + \frac{2vf}{c} T_{PRI} \right) \cdot n - \left(\frac{2vf}{c} N \cdot T_{PRI} \right) \cdot m \right\} \right] \dots (1)$$

と書かれる。尚、 t_p :サブパルス幅、 $\mu (=b/t_p)$:LFM スロープである。

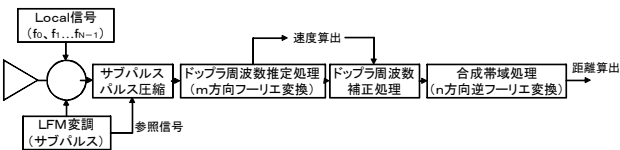


図 2 : 多周波 NL-SWW 信号処理ブロック図

提案法では式(1)、各サブパルス計測信号をパルス圧縮後、図 2 に示すように各 n に対する m 方向のサンプリング信号に対してフーリエ変換を行う。

$$F(n,k) = \sum_{m=0}^{M-1} G(n,m) \cdot \exp \left[-2\pi j \left(\frac{m}{M} k \right) \right] \dots (2)$$

ここで $k(=0,1\dots M-1)$ は周波数チャンネル番号、 $G(n,m)$ はパルス圧縮後の信号である。式(2)の出力振幅がピークとなる周波数チャンネル番号 k_{peak} を検出することにより、目標相対速度が得られる。式(1)より、 n 方向サンプリングの信号の周波数は目標距離と相対速度の関数であり、得られたドップラ周波数をもとに補正処理を行う。

$$X(n, k_{peak}) = F(n, k_{peak}) \cdot \exp \left[2\pi j \left(\frac{k_{peak}}{M \cdot N} n \right) \right] \dots (3)$$

この信号に対して、以下に示す n 方向に逆フーリエ変換により合成帯域処理を行う。

$$P(l) = \frac{1}{N_r} \sum_{n=0}^{N-1} X(n) \cdot \exp \left[2\pi j \left(\frac{2}{c} \cdot \frac{l}{N_r} \right) \cdot dF_n \right] \dots (4)$$

3. 距離 PSL の低減効果と距離分解能

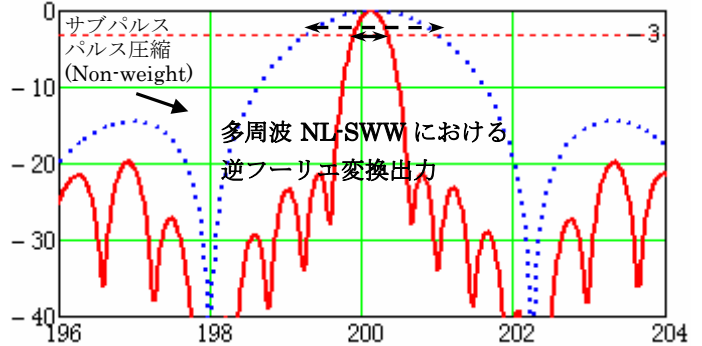


図 3 : 逆フーリエ変換出力の一例

図 3 に示すのは車載レーダ向けのレーダパラメータを用いた場合の逆フーリエ変換出力である。非線形周波数ステップによって受信機帯域幅はサブパルス帯域幅 b のみを必要とし、同じ受信機帯域幅でありながら非線形合成帯域 ($B=360\text{MHz}$) によりサブパルス ($b=80\text{MHz}$) と比較して、約 4.5 倍の距離分解能を実現した。さらに線形周波数ステップの理論値 (-13.2dB) と比べて、-9dB の距離 PSL 低減効果を発揮した。

4. むすびに

本稿では、ドップラ周波数補償と低距離 PSL を備え、狭受信機帯域にて高距離分解能を実現する多周波 NL-SWW を提案した。

参考文献

[1] Rabideau, D.J. "Nonlinear Synthetic Wideband Waveforms" IEEE radar conference, Long Beach CA, ETATS-UNIS, pp. 212-219, 22/04/2002
[2] 稲葉敬之, "多周波ステップ ICW レーダによる多目標分離法", 電子情報通信学会論文誌(B), vol.J89-BNo.3, pp.373-383, Mar.2006.