

歩行運動を利用したUWBパルスレーダによる 人体形状の高速イメージング

High-speed imaging of human bodies with UWB pulse radars using the walking motion

阪本 卓也
Takuya Sakamoto

佐藤 亨
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 はじめに

UWB (超広帯域)パルスレーダ画像化技術は犯罪防止のための監視システムへの応用も期待されている。高速レーダ画像化手法であるSEABED法は無指向性アンテナを走査することで得られるデータから可逆変換IBSTを用いて形状を直接推定することができる[1]。ロボットなどの応用では、装置の移動により走査が自然に実現できるが、監視システムでは設置場所等の制約からアンテナ走査は現実的でない。そこで本稿では人の歩行運動を積極的に利用し、アンテナと対象物体である人体の相対運動を用いて画像化を実現できる画像化手法の開発を行う。

2 システムモデル

無指向性アンテナを一定距離をおいて水平方向に2つ設置し、双方のアンテナを用いてUWBパルスの送受信を行う。本稿では簡単のため、人体がアンテナ配置方向と平行に直線運動する物体と仮定する。アンテナと目標物体の相対運動のみを考慮し、以下では相対的にアンテナが運動するとして扱う。SEABED法ではアンテナ位置 X と受信信号の遅延時間 Y の関係である疑似波面 $Y(X)$ を可逆変換IBSTにより推定形状 (x, y) に変換する。

時刻 t におけるアンテナ1及び2の位置をそれぞれ $(X(t), 0)$ 及び $(X(t) + X_0, 0)$ とすると、それぞれのアンテナで得られる疑似波面は時刻 t の関数としてそれぞれ $Y_1(t) = Y(X(t))$ 及び $Y_2(t) = Y(X(t) + X_0)$ となる。これらの合成関数 $Y_1(t), Y_2(t)$ から $Y(X)$ を求めることができ、IBSTにより目標形状を推定することができる。ここで $Y(X)$ を求めることは $X(t)$ を求めることと等価なため、まず $X(t)$ を求める手法について議論する。システムモデルを図1に示す。

3 提案画像化手法

両アンテナが目標物体に対して同じ位置に存在する時刻は受信信号 $Y_1(t_1)$ と $Y_2(t_2)$ の値が一致する時刻 t_1, t_2 の組み合わせを見つけることで知ることができる。提案法ではまず、式 $Y(X(\tau(t))) = Y(X(t) + X_0)$ を満たす連続な関数 $\tau(t)$ を見つける。このためには $Y_1(t)$ と $Y_2(t)$ の相関関数から、距離 X_0 を移動する平均時間 t_0 を求め、 $Y_1(t + t_0 + \Delta\tau(t)) = Y_2(t)$ を満たす小さな値のみをとる関数 $\Delta\tau(t)$ を探す。こうして $X(\tau(t)) = X(t) + X_0$ を満たす $\tau(t)$ を用いて推定速度を次式で求める。

$$dX/dt \simeq X_0/(\tau(t) - \tau^{-1}(t)) \quad (1)$$

この推定速度を積分することで、定数項を無視して $X(t)$ を求めることができる。こうして推定される疑似波面にIBSTを適用して推定される像を図2に丸印で示す。同図の x 印は速度推定を用いずに平均速度の等速直線運動を仮定する場合の像である。提案手法により未知速度の運動の効果を補正して正しい像が得られることがわかる。今後、任意の運動方向や任意曲線に沿った運動を扱える手法を開発することが必要である。

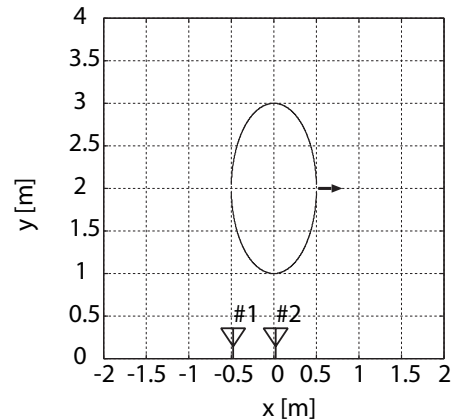


図1 システムモデル

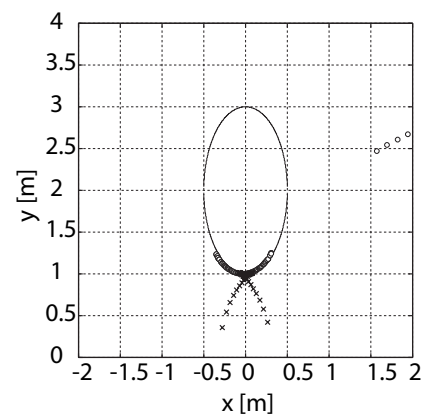


図2 提案手法による推定目標形状(丸印)

参考文献

- [1] T. Sakamoto and T. Sato, IEICE Trans. on Commun. Vol. E87-B, No. 5, pp. 1357–1365, 2004.