

超音波センサの指向性と強度比を利用した開口合成画像からの虚像除去

ELIMINATION OF ARTIFACTS ON APERTURE SYNTHESIS IMAGES USING ULTRASONIC SENSOR'S DIRECTIVITY AND THE RATIO OF INTENSITY

太刀岡勇気
Yuuki Tachioka

新山摩梨花
Marika Niyyama

平野敬
Takashi Hirano

石井純
Jun Ishii

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所
Information Technology R&D Center, MitsubishiElectric Corporation

1 研究の背景

近年、超音波による物体検知などの応用が広まりつつある。その際、複数センサの開口合成による距離画像生成がおこなわれるが [1]、少数センサでの距離画像には、円や楕円状の虚像が強く現れる。

図 1(i) は、一番左のセンサから超音波を送信した際に各々のセンサで受信した対象物からの反射波の軌跡 (図中点線) とそれから推定される反射物の位置 (実線) を表している。送・受信センサが同じもの (1) には、円状の虚像が発生する。送・受信のセンサが異なるものには、楕円状の虚像が発生する。本報ではこれらの虚像を削減し、対象物のクリアな距離画像生成を目的とする。

2 距離画像からの虚像削減

M 個のセンサで開口合成した際のある点の画素値 Y は、各センサ強度を X_i ($i = 1, 2, \dots, M$) とすると $Y = w_1 \sum_{i=1}^M X_i$ となる。ここでセンサの送信の指向性を利用して、擦過角方向の虚像を削減するため、指向角 θ [°] に応じて、重み関数 $w_1 (= \exp(\theta/\theta_i \log \epsilon))$ を乗じた。 ϵ は 0.1, θ_i は 30 [°] とした。

図 1(ii) に距離画像上の 3 点における画素値の各センサの寄与を示す。対象物の存在する位置では多くの場合すべてのセンサに反射が返るため、構成比は均等に近くなる。これに対して、地点 A や B では、虚像の発生原因となっているセンサの寄与が大きいく。均等からのずれを算出するため、各点におけるセンサの強度比を求めてノルムを正規化し (式 (1))、センサ強度が均等の場合の強度比の単位ベクトル $\mathbf{u}_0 = \frac{1}{\sqrt{M}}(1, 1, \dots, 1)$ との内積 $\sigma = \mathbf{u} \cdot \mathbf{u}_0$ をとる。そして σ ($\frac{1}{\sqrt{M}} \leq \sigma \leq 1$) を、重み関数 w_2 に変換する (式 (2))。

$$\mathbf{u} = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^M X_i^2}} (X_1, X_2, \dots, X_M) \quad (1)$$

$$w_2 = \left(1 - \frac{1}{\sqrt{M}}\right)(1 - \epsilon)(\sigma - 1) + 1 \quad (2)$$

ここで画素値 Y' は $Y' = w_2 Y = w_1 w_2 \sum_{i=1}^M X_i$ のように求められる。

3 実験

中心周波数 58 kHz の圧電型の超音波センサを 4 つ、高さ 65 cm のところに 40 cm 間隔で配置し、傾いた板

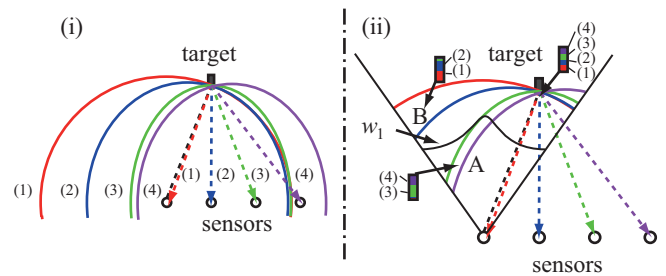


図 1 虚像の発生要因 (i) と指向性・センサ強度比の利用による虚像の削減 (ii)

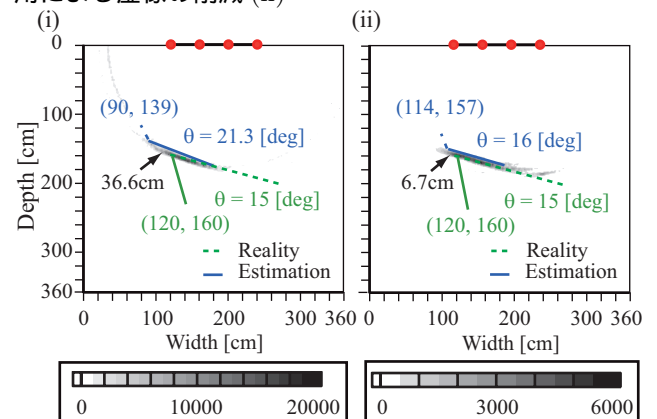


図 2 従来法の距離画像 (i) と提案法の距離画像 (ii)

の距離画像を生成した (図 2)。破線が実際の板をおいた位置である。端点をセンサから 160 cm 離して、15° の傾きで設置した。丸がセンサで、それぞれのセンサから送信し、すべてのセンサで受信して開口合成した距離画像 4 枚を重ね合わせて 1 枚の画像にしている。

既存の開口合成法による結果が図 2(i) である。実線があるアルゴリズムで検出された板である。虚像の影響で既存法では端点・傾きともに誤差が大きい。また板の半分ほどしか見えていないことがわかる。これに対し、センサの指向性と強度比を考慮した結果を図 2(ii) に示す。擦過角方向の虚像が削減され、端点もよりクリアになり傾きも正しく推定されている。さらに板の奥の方まで見えるようになっている。

参考文献

- [1] K. Nishihara *et al.*, Acoust. Sci. & Tech., 29(1), 2008.