

移動ロボット用超音波センサの音場制御に関する基礎的検討

Sound Field Control of Ultrasonic Sensor for Mobile Robot

山本 有希子 (筑波大) 正 大矢 晃久 (筑波大)
正 油田 信一 (筑波大)

Yukiko YAMAMOTO, University of Tsukuba, Tennodai, Tsukuba-shi, Ibaraki
Akihisa OHYA, University of Tsukuba
Shin'ichi YUTA, University of Tsukuba

The purpose of this study is to develop an ultrasonic sensor for mobile robots which can measure the distance to the object robustly. To measure the distance to the known and desired object correctly, it is necessary to catch the echo only from the object. However, the sound field of ultrasonic sensor is not so sharp generally, the disturbance generated by an unexpected obstacle may exist unfortunately. The easiest and the most effective way to remove the influence is the use of a horn. The sound field can be controlled by the horn(or board) which is settled in front of the sensor. In this report, various shapes of the horn are examined through experiments and the effectiveness of the horns are verified.

Key Words: Mobile Robot, Ultrasonic Sensor, Disturbance Reduction, Sound Field

1 はじめに

超音波センサは、安価で小型軽量であり、距離の測定精度が比較的高く、計算が簡単で実時間性が高いという利点を有するため、移動ロボットのための外界認識センサとして広く利用されている。本研究では、移動ロボットに搭載した超音波センサの音場を制御して周囲に存在する不必要なエコー源の影響を取り除き、目的とする対象物だけからの反射波を確実に得ることで、その対象物までの距離をロボスタに計測できるようなセンサの開発を目指している。

例えば、超音波センサで道路の縁石までの距離を測定しながら移動ロボットが縁石に沿って走行することを考える。縁石の高さが低い場合、センサの位置を低くする必要があるが、そうすると道路上に落ちている小石などを原因とした外乱による誤検出が多くなる。ここで、仮に音波の伝搬範囲を上半分に限定することが可能なホーン(音場制御板)があれば、この誤検出を減らすことができる。本稿では、音波の伝播範囲を限定するために製作したさまざまな形状のホーンを用いて行った基礎的な実験の結果について述べる。

2 音場測定実験

今回、3種類のホーンを製作した。それらは、およそ8cm × 15cm × 6cmの直方体に含まれる大きさである。ホーンAは、緩やかなカーブを描く曲線形状、ホーンBはホーン先端を円形状にしたもの、ホーンCは先端を直角にしたものである(図1)。

まず、製作した3種のホーンについて超音波の出ている範囲を測定し、その効果を確認する実験を行った。送信器の側面にホーンを取り付け(図2)、送信器から出た超音波を同じ高さに配置した受信器で受信し、受信波形の振幅をオシロスコープで観察して記録した。観測点は、センサの正面方向20cmから300cmまで20cm毎、センサの正面方



図1: Shape of the horns. Horn A (left), horn B (center) and horn C (right).

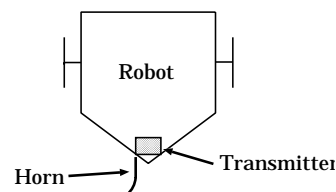


図2: Arrangement of the transmitter and the horn.

向に対して垂直な方向についても同様に左右120cmまで20cm毎に測定した(図3)。

音場の測定結果を図4と図5に示す。図の最上部中央に送信器がセットされており、マスは20cmで色が白いほど振幅の大きい受信信号が得られたことを示している。図4左側は、トランスデューサにホーンをつけずに音場を測定したものである。送信器に近いところでは強い信号が得られており、送信器から遠ざかるにつれて広い範囲に音波が広がっている。同図右側は、ホーンAをトランスデューサの左側に取り付けた場合である。わずかではあるが、左側では音波が弱まっている。図5左側は、同様にホーンBを取り付けた場合である。ホーンAと同様左側の音波が弱まり、音波が届く範囲が狭まっている。図5右側はホーンCを取

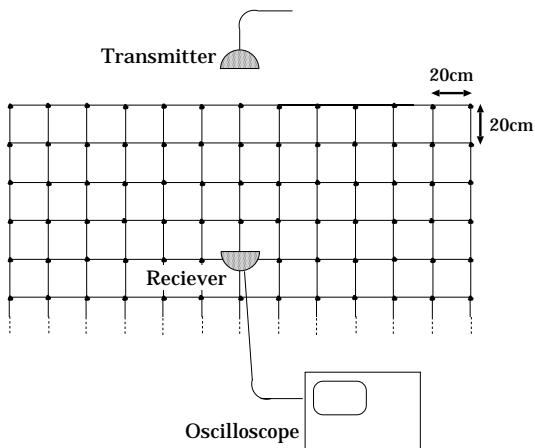


図 3: Configuration of the transmitter and the receiver in the experiment of sound field measurement.

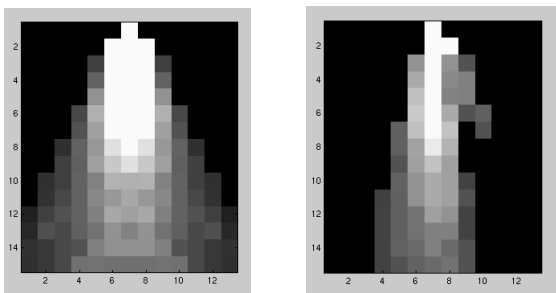


図 4: Sound field without horn (left) and with the horn A (right).

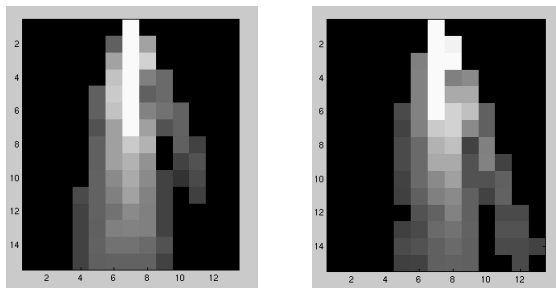


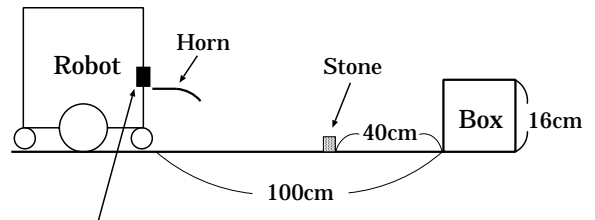
図 5: Sound field with the horn B (left) and C (right).

り付けた場合であり、左側で音波が届く範囲は最も狭くなっている。

3 外乱除去効果確認実験

次に、実際の状況を想定した環境で、ホーンによる外乱除去効果を確認する実験を行った。まず道路の縁石を模するために、高さ 16cm のダンボール製の箱を製作した。この箱から 1m 離れたところに同じ高さで超音波センサの送受信器をを配置する。送受信器から 60cm 離れた位置に、外乱物体として直径数 cm の小石を置き、送信器から超音波を照射して受信器に受かる反射信号のオシロスコープで観察した(図 6)。

測定結果を図 7 と図 8 に示す。各図とも、横軸が時間、縦軸が受信電圧である。図 7 は、何もホーンを付けずに状態である。振幅が大きくなっている部分は、左からそれぞれ、



Transmitter & Receiver

図 6: Configuration of the robot(transmitter) and the receiver in the experiment of sound field measurement.

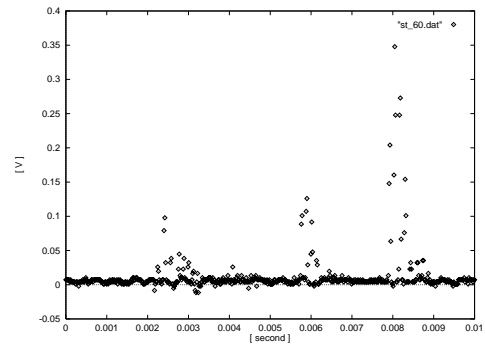


図 7: Echo signal (without horn).

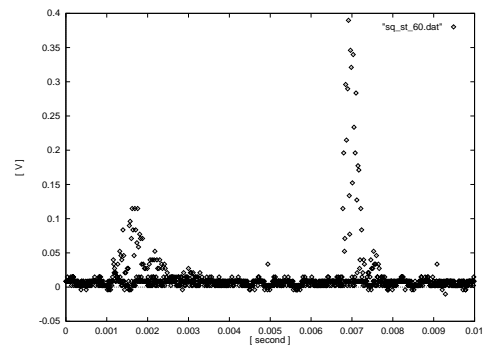


図 8: Echo signal (with horn C).

送信信号、小石からの反射信号、縁石からの反射信号である。この状態では、小石からの外乱の影響により閾値を設定によっては縁石までの距離が正しく計測できない可能性も大きい。図 8 は、ホーン C を付けた時の結果である。ホーンの効果によって外乱による信号はほとんど除去されており、縁石までの距離が正しく計測可能となっていることがわかる。なお、ホーンを付けていない場合に信号が右側にシフトしてしまっているのは、信号をオシロスコープに取り込む時のトリガのずれによるものである。

4 まとめ

本稿では、さまざまな形状のホーン(音場制御板)を製作して、超音波の伝播範囲を限定するための基礎的な実験を行った結果について述べた。その結果、直線的なホーンによって、超音波の伝搬範囲を最も効果的に制御可能であることがわかり、実際の状況を模した環境における実験からはホーンの有効性を確認できた。今後の課題は、製作したホーンの移動ロボットへの実装を行い、実際に道路の縁石に沿って走行させることである。