

人間と共に移動するロボット

—超音波トランスポンダによるターゲットイメージング*

高畑志生 (筑波大)

大矢晃久 (科技団, さきがけ研究 21/筑波大) †

1 はじめに

近年、移動ロボットの自律走行が実現されつつあり、いよいよその応用を考える段となってきた。本研究では「ロボットが移動すること自体で貢献できること」を考え、人間と共に移動する際のインタラクションを通じて人間を支援するロボットの開発を目的とした [1]。具体的な支援動作としては、道案内などの誘導や情報提供、伴走による散歩・警護などの精神的補助、重量物を運搬する追従による肉体的補助などが考えられる。本稿では、誘導・伴走・追従に必要な基本機能である人間の位置検出方法として、超音波トランスポンダを用いたターゲットイメージングについて報告する。

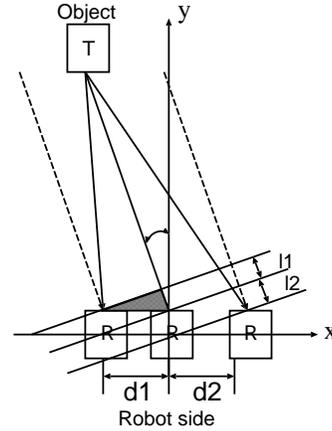


Figure 1: The angle measuring method of an object using the receiver two or more.

2 音波による人間の位置検出方法

超音波による位置検出を考えた場合、対象物までの距離は通常のパルスエコー式超音波測距センサで測定することができる。また、角度については、複数個の受信器を使用し、その往復伝搬時間差から測定可能である [2]。距離と角度がわかれば、Fig.1 に示すように、ある座標系上で目標物の位置を二次元平面上にマッピング、つまりイメージングすることができる。 θ は、以下の式から求めることができる。

$$\sin \theta = \frac{\Delta l_1}{d_1} = \frac{\Delta l_2}{d_2} = \frac{\Delta l_1 + \Delta l_2}{d_1 + d_2} \quad (1)$$

しかし、この方法では対象物が複数ある場合、それぞれの対象物の位置は求まるものの、特定の目標を識別して、その位置を求めることはできない。そこで、本研究では目標物 (=人間) に超音波トランスポンダを持たせ、目標物からの超音波だけを選択的に受信することで特定の目標物の位置を認識させる方法を採用した。

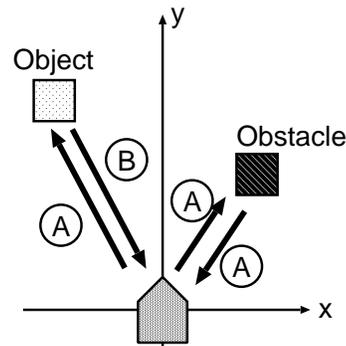


Figure 2: Target imaging using the ultrasonic transponder.

3 超音波トランスポンダ

超音波トランスポンダは、ある超音波を受信すると超音波を送信する、超音波送受信器である。

Fig.2 に、超音波トランスポンダを用いたターゲットイメージングの概念図を示す。目標物に取り付けた超音波トランスポンダは、ロボット側からの超音波 A の受信を認識するとロボット側に向けて超音

波 B を送信する。ロボット側で超音波 B を受信した場合には、目標物からの超音波として認識し、距離と角度の計算を行う。超音波 A を受信した場合は、ロボット側から発した超音波の反射波が受信されたと認識し、障害物としてその位置を計算する。

このように目標物の位置を検出すると共に障害物を認識することもできるが、そのために必要なのがロボット側の発した超音波 A と目標物に取り付けた超音波トランスポンダが発した超音波 B の区別である。この方法として、超音波の周波数を変える方法も考えられるが、本研究では、同一の送受信器が使える、他の「ロボット - 人間のペア」がいても同時に使えるという利点からダブルパルス法 [3] を採用することとした。

*Robot Moving together with Human -Target imaging by ultrasonic transponder-

†by Motoki Takahata (Univ. of Tsukuba) and Akihisa Ohya (PREST, JST/Univ. of Tsukuba)

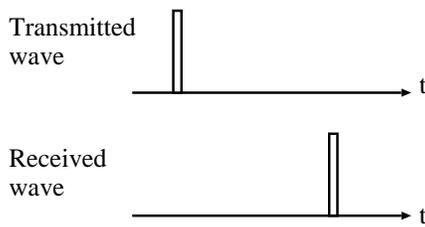


Figure 3: Transmission and reception of an ultrasonic wave in a standard method.

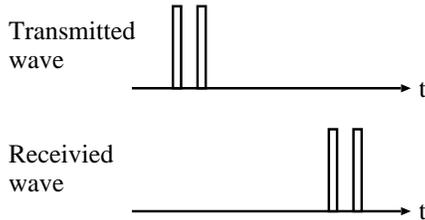


Figure 4: Transmission and reception of the ultrasonic wave in the double pulse method.

4 ダブルパルス法

ダブルパルス法とは、複数台のロボットで同時に使用できる超音波センサを目的として作られたシステムである。

Fig.3に示すように、通常の測距方法では、一回の測定は一つのパルス送信と一つのパルス受信で行われる。これに対しダブルパルス法では、Fig.4に示すように二つのパルス送信と二つのパルス受信が一回の測定となる。二つのパルスの送信間隔をあらかじめ決めておき、受信時にはその設定した間隔でパルスの受信があったかどうかの判定を行うことで、自分の発した超音波の反射波を認識する。二つのパルスの送信間隔をロボット毎に異なる値に設定することで、互いの干渉を排除することができ、簡単なシステムで複数台のロボットで同時に使用可能となる。

送信間隔の異なる2台の超音波送受信器を用い、Fig.5に示したような環境で同一の壁面までの距離を連続的に測定した時の測距結果をFig.6に示す。この図では2台のセンサが測定した距離を測定回数毎に並べて表示してある。この図に示したように、間違った距離結果を示すことは無かったことから、それぞれが自分の発した超音波と他者の発した超音波を区別して認識することができていることがわかる。

この方法を用い、ロボット側の発する超音波Aと目標物(人間)側の発する超音波Bの二つのパルスの送信間隔を異なる値に設定することで、超音波トランスポンダによるターゲットイメージングの実現を目指している。現在は、トランスポンダの試作機についてハードウェア部分の設計、製作を行っている段階である。

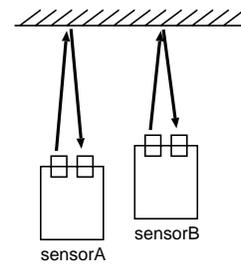


Figure 5: Experiment environment

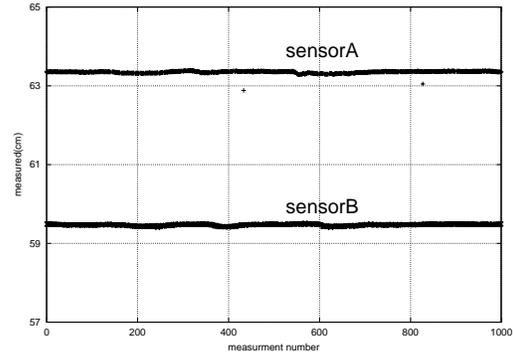


Figure 6: The simultaneous measurement result by two sets of the double pulse methods.

5 おわりに

本稿では、人間と共に移動するロボットに必要な人間の位置検出方法として、超音波トランスポンダによるターゲットイメージングの手法について述べた。今後は本システムの実装とその評価、さらに他の位置検出方法についても検討し、人間と共に移動するロボットの実現を目指していく。

References

- [1] 南雲陽介、大矢晃久 “発光器をガイドとした自律移動ロボットの人間追従” ロボティクス・メカトロニクス講演会'01 講演論文集 2P1-H6 (2001)
- [2] 永島良昭、大矢晃久、油田信一 “移動ロボットのための壁面計測用超音波センサ” 日本音響学会誌 51 巻 1 号 pp.39-42 (1995)
- [3] Lindsay Kleeman ‘Real Time Robot Sonar with Interference Rejection’ Sensor Review 99 (1999)