

6ZA-6

## 超音波センサを用いた相対位置認識デバイスの設計

金子歩<sup>†</sup> 菅野 裕介<sup>†</sup> 矢谷 浩司<sup>†</sup> 杉本 雅則<sup>†</sup> 橋爪 宏達<sup>‡</sup>東京大学<sup>†</sup> 国立情報学研究所<sup>‡</sup>

### 概要

近年、携帯電話などの携帯型端末の普及が進んでいる。それに伴い、ユーザの位置を認識する LAC(Location-Aware Computing)という分野の研究も盛んになってきている。本研究は超音波センサを用いたデバイスを設計・製作し、超音波でデータ通信を行うことでユーザ間の相対位置を認識することを目標としている。

Keywords : 超音波、位置認識技術、モバイル

### 背景

近年、携帯電話や PDA(Personal Digital Assistant)に代表されるような携帯型端末の普及が著しく、高機能化も進んでいる。そのような背景から、我々は現在、Toss-It[1]というプロジェクトを進めている。

Toss-It とは、現実世界で人が少し離れた相手に物を渡すときに、“トス”をすることをヒントにし、モバイルデバイスを実際に振ることで情報のやり取りを直感的に行うプロジェクトである。しかし、トスをするには相手の位置を認識する必要があるので位置認識システムが必要である。

また、携帯型端末の普及からモバイル環境下でのユーザの位置情報を検出する LAC(Location-Aware Computing)という分野の研究も盛んに行われている。位置認識の研究では RADAR[2]のようにラジオ波の強度を検出することで位置を推定するものや、Active Badge[3]のように赤外線(InfraRed)信号を用いるもの、Cricket[4]のように超音波を用いるもの、他にもカメラ画像を用いるものなど、既に多くの手法が提案されている。

Designing a method for recognizing relative positions of multiple users with ultrasonic sensors

<sup>†</sup> Ayumu Kaneko, Yusuke Sugano, Koji Yatani, Masanori Sugimoto, and Hiromichi Hashizume

<sup>‡</sup>University of Tokyo, National Institute of Informatics.

しかし、これらの研究の多くは外部に特別な装置を設置したり複数の技術を組み合わせたりしている。それゆえ、システム自体が大掛かりになってしまい、モバイルデバイスの「どこでも利用できる」という利点を損なっている。

以上のような背景から、本研究では Toss-It に適した、外部の機器に依存しない相対位置認識システムを実装する。そこで、モバイルデバイスに搭載することを考慮し、比較的小型で安価な超音波センサを採用した。また、他の研究と異なり超音波でデータ通信も行う。発表では本システムのうち、主にハードウェアに関する部分について述べることとする。

### システム設計

本研究では位置を認識するのに基本となる距離測定を超音波に変調をかけ、時刻データに乗せて送ることで行う。送信側は送信時の時刻データを超音波に乗せて送り、受信側のセンサは受け取った波形を復調し、そこに含まれている送信時刻データと、受信した際の時刻を比較することで距離を算出する。ただし、送信機側と受信機側では NTP(Network Time Protocol)を用いて時刻の同期が取れていると仮定する。

### 回路設計

まず、超音波の特性を測定するために回路設計が簡単な AM 変調を用いたプロトタイプを製作した。このプロトタイプを用いて超音波の特性を測定した。その結果、受信信号にはノイズがのり、その影響が無視できないということがわかった。そこで、ノイズおよび外乱に強い PSK(Phase Shift Keying)変調を用いることにした。PSK は波の位相に情報を持たせる変調方式で、振幅には情報を持たせないため外乱に強く、また比較的簡易なハードウェア構成で製作できるという利点がある。PSK には位相の区切り方から 2 相 PSK、4 相 PSK、8 相 PSK 等あり、区切り

方が細かいほどビットレートは高くなるが、使用しているマイクロプロセッサ(H8/3048)の処理能力の限界から 8 相 PSK を採用した。

そこで、さらに PSK 変調用の回路を設計・製作した。PSK 用であることから位相成分が正しく送れるように、また、伝達の際に波形歪みが少なくなるように工夫した。

製作した PSK 用回路の回路図を図 1 および 2 に示す。

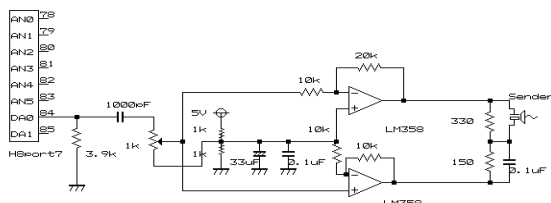


図 1:送信機回路図

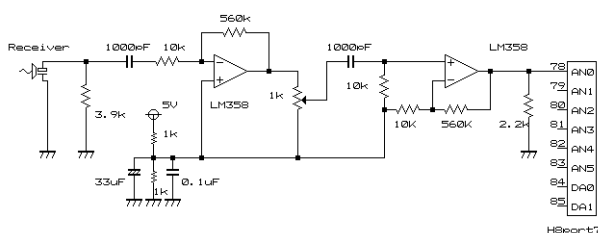


図 2:受信機回路図

送信機側の回路では BTL(Balance Transfer Less) 回路と呼ばれるものを採用している。これにより入力電圧(ここでは 0~5[V])の 2 倍の電圧を超音波センサにかけることが出来るため、大音量で送出することが可能になった。

一方、受信側の回路では受信した信号を増幅しているだけである。しかし、受信直後の信号の電圧は数[mV]とマイクロプロセッサにとっては非常に小さい。そこで、本回路ではマイクロプロセッサが処理できるように、最大 3000 倍程度の増幅をかけることが出来るようにしている。しかし、増幅前の段階で生じたノイズも同様に増幅されてしまうため、増幅前に生じるノイズを可能な限り減らす必要があった。ゆえに、実際に回路を作成する際には、なるべく早めに受信信号を増幅させるよう受信センサから OP アンブまでの距離を短くした。他にもグラウンド(GND)レベルが安定するようになるべく一点アースに

なるように、また、誘導起電力を生じる原因となるグラウンドループが生じないように、など様々な工夫を施した。

それらを踏まえて実際に製作した回路を図 3 に示す。

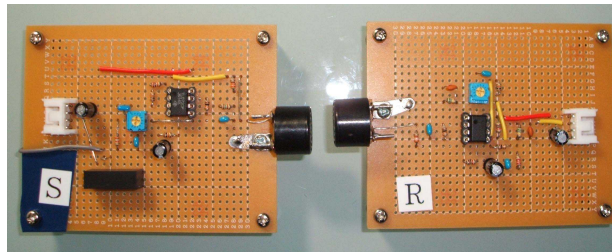


図 3:超音波送受信機(左:送信機、右:受信機)

## 実験および考察

AM 変調を用いたプロトタイプを使用し測定した結果から、センサの角度に対する指向性、音波の距離に対する減衰特性、位相特性を得ることができた。

現在、製作した PSK を用いた送受信機を用いて通信実験を行い、検討している。

## 今後の課題

本研究では、複数のユーザ間の相対位置を測定するのでユーザ間の位置と同時に向きを測定する必要がある。向きの測定に関しては、受信センサをもう一つ増やし、それぞれのセンサへの到達時刻の差、位相の差を測定することで行おうと考えている。

## 参考文献

- [1] Koji Yatani, Koiti Tamura, Masanori Sugimoto and Hiromichi Hashizume. "Information Transfer Techniques for Mobile Devices by Toss and Swing Actions" Sixth IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMSCA 2004) pp. 144 -- 151, December 2004.
- [2] Paramvir. Bahl and Venkata N. Padmanabhan. "RADAR: An In-Building RF-Based UserLocation and Tracking System." In Proc. IEEE INFOCOM 2000, pp. 775-784, Tel-Aviv, Israel, Mar. 2000
- [3] Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcao, Jonathon Gibbons, "The Active Badge Location System," In Proc. ACM Transactions on Information Systems, Vol.10, No.1, ACM Press,New York, January 1992, pp. 91-102.
- [4] Nissanka Bodhi Priyantha, Allen K. L. Miu, Hari Balakrishnan and Seth Teller "The Cricket Compass for Context-Aware Mobile Applications " In Proc.the 6th ACM MOBICOM Conf., Rome, Italy, July 2001.