フレキシブルかつスケーラブルな超音波アレイのための デージーチェーン接続機構の設計

森田 裕一^a 山脇 彰^a

^a九州工業大学

1. はじめに

超音波センサは対象物の有無や対象物までの距離を測定するなど様々な用途で用いられている。その対象物の形・大きさは様々であり対象物に合わせてセンサを機械的に動かさなければならない。形状に合わせた走査は時間がかかり、測定時間が長くなるという問題が挙げられる。この問題を解決するために既存研究では様々な方法で解決を試みている。その1つにフレキシブル薄膜超音波センサが報告されている⁽¹⁾。このセンサでは、対象物の形に応じてセンサ自体の形状を変更することができる。しかしながら、任意の形・大きさをもつ様々な対象物ごとにセンサを新規作成する必要があり、製造コストの増大につながる。また既存研究では、多数の超音波センサを並べた超音波センサアレイが報告されており測定時間の短縮や解像度の向上などが期待されるが、センサの数が増えるほどケーブルが増えてしまい装置規模が大きくなる問題が生じてしまう⁽²⁾。

これらの問題を解決するために我々はフレキシブルかつスケーラブルな超音波センサアレイを提案した⁽³⁾。図1に示すように対象物に密着できる大きさで構成された任意の数の超音波センサモジュールがフレキシブルに接続されている。

本稿では、提案する超音波センサアレイの構成について説明する。本構成では、送受信兼用の超音波センサとその処理部から1つのモジュールが構成され、複数のモジュールがデージーチェーン接続で結ばれている。はじめにモジュールの構成について説明して、装置全体の動作概要を説明する。

Fig. 1. Proposed Ultrasonic Sensor Array

Design of Daisy-chain Connection for
Flexible and Scalable Ultrasonic Sensor Array

Yuichi Morita^a, Akira Yamawaki^a

^aKyushu Institute of Technology

めにモジュールの構成について説明して、装置全体の動作概要を説明する。

2. 超音波センサモジュール

図2に超音波センサモジュールの構成を示す。モジュールはアナログ回路、デジタル回路、マイコンから成り、送受信兼用の超音波センサが備え付けられている。他のモジュールやホスト側との通信は制御ラインとデータラインで行われる。ホスト側から制御ラインを通してコマンドを受け取ると、マイコンはデジタル回路であるパルス生成回路を駆動し、その駆動波がアナログ回路内で増幅され超音波センサからパルスが発射される。対象物からの反射波を超音波センサで受信をし、増幅され一定時間間隔ごとに組み込みメモリにサンプリングされる。マイコンで組み込みメモリにサンプリングされたデータから距離の計算が行われその結果がデータラインを通してホスト側に送られる構成である。

3. デージーチェーン接続機構の設計

図3にモジュールが2つの場合での動作概要を示す。

(a) ホスト側からコマンド送信

各モジュールに動作開始を指示するコマンドをホストPCから送信する。コマンドには、動作済みモジュールカウンタと距離情報送信済みモジュールカウンタを含む。

Fig. 2. Ultrasonic Sensor Module

Fig. 3. Execution Snapshot of Proposed Ultrasonic Sensor Array

(b-c) 各モジュールでコマンド受信

ホストとつながれたテールモジュールとアレイの端であるトップモジュールでコマンドを受信し、動作を開始して距離情報を計算する。動作済みモジュールカウンタを+1して外にコマンド送信する。

(d) コマンド返信

コマンドをホスト側に返信できるようにトップモジュールの配線を行う。

(e-f) 各モジュールから距離情報送信

各モジュールがコマンドを受信すると計算された距離情報をコマンドと共にホスト側に送信する。距離情報送信済みモジュールカウンタを+1して外にコマンド送信する。

4. おわりに

本稿では、フレキシブルかつスケラブルな超音波センサアレイにおけるダイジーチェーン接続機構の設計に

ついて述べた。今後は、設計に基づき試作機の作製を行う予定である。

文 献

- (1) 山本裕子, 川浪精一, 川瀬直人, 小平武志: 「高温耐熱を有したフレキシブル薄膜超音波センサ技術」, 三菱重工技報, Vol. 52, No. 4, pp. 118-123, 2015
- (2) Anshuman Bhuyan, Jung Woo Choe, Byung Chul Lee, Ira O. Wygant, Amin Nikoozadeh, Ömer Oralkan, Butrus T. Khuri-Yakub: "Integrated Circuits for Volumetric Ultrasound Imaging With 2-D CMUT Arrays", IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems, Vol. 7, No. 6, pp. 796-804, 2013
- (3) Yuichi Morita, Kono Sota, and Akira Yamawaki: "Proposal of an Ultrasonic Sensor Array with Flexible and Scalable Organization", Proceedings of the Twenty-Third International Symposium on Artificial Life and Robotics 2018, pp. 381-384, 2018