

## Arduino を用いた自律同期通信システム

河合 広至† 菅谷みどり†

† 芝浦工業大学工学部

### 1. 研究の背景と目的

危険地帯での活動、砂浜の整備、大規模農業の推進など、複数台の移動体が連携しながら、活動することで、効率的な作業を行うことが期待されている。

複数の移動体同士が、同期を実現するには、様々なアプローチがありえる。例えば、超音波距離センサーによる距離の調整やカメラなどによる方向や位置の調整など、用途や目的に応じて様々な同期のためのアプローチの検証が必要である。しかし、検証のためには、拡張容易な同期のための基盤や通信システム、ソフトウェアなどが気軽に入手できることが期待されるが、そうしたシステムは十分提供されていない。

本研究では、同期を実現するためのアプローチを検証するための自律同期通信システムを提案する。実現にあたり、Arduino[1]を用いた移動体を複数開発し、この上に同期通信システムを実現し、センサーを利用しながら、検証する。具体的にはまず、Arduinoを用いた移動体を複数開発し、通信システムの実装を行い、次に開発した通信システムとセンサーを用いて、並走の評価を行った。

### 2. 提案システム

#### 2. 1 システム概要

システムの概要を図1に示す。

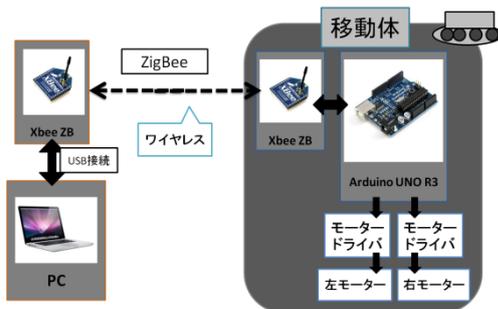


図2 システム概要

#### 2. 2 Arduino を用いた移動体

本研究ではArduino(ATMega Uno R3)基盤を用い、マイコン駆動のモーターと車輪によりショベルドーザーを製作した(図1)。2つのモーターの回転数と回転方向を制御することにより移動方向(前進、後退、右折、左折)を指示するものとした。通信にはXbee ZBを用い、

PCから移動体の制御指示を行えるようにした。移動体の仕様表を表1に示した。

表1 移動体の仕様

制御基板	Arduino UNO R3
通信モジュール	Xbee ZB
電源	直列単3電池6本
モーター	2個

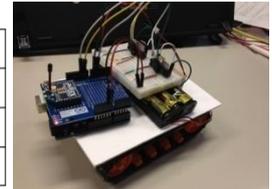


図1 移動体の写真

#### 2. 3 通信システム

通信モジュールはXbee ZBを使用した。理由は、基盤となる通信規格がZigBeeであり、その特徴として消費電力が少なく複数台同時接続が可能であったためである[1]。PCにはUSBにてXbee ZBを接続した。これによりPCと移動体の間にワイヤレスでシリアル通信を可能とした。

また、移動体同士の通信を実現するために、それぞれのXbee ZBに異なった役割を割り当てる必要がある。基準となる移動体にはコーディネーター、並走する移動体およびPCにはルーターという役割名のファームウェアを書き込み、設定する。そうすることで相互に通信が可能なシステムを構築し、これにより並走を実現するものとした。

#### 2. 4 センサー

まずは、基本動作として移動体同士を一定距離間隔で並走同期しながら動作させるものとした。一定間隔を維持するために超音波距離センサーを用いた。距離センサーにより距離データを取得し、そのデータをもとに並走する移動体へ進行方向変更の指示を送信するものとした。

#### 2. 5 同期手法

複数の移動体を並走させるために基準となる移動体と並走する移動体の2種類に分けた。基準となる移動体には距離センサーを取り付ける。以下に基準となる移動体と並走する移動体が同期し並走するためのフローチャートを図3、図4に示す。

### An autonomous synchronous communication system using Arduino

Hiroshi KAWAI† Midori SUGAYA†

†Faculty of Engineering, Shibaura Institute of Technology

135-8548, Tokyo, Japan

L10039@shibaura-it.ac.jp

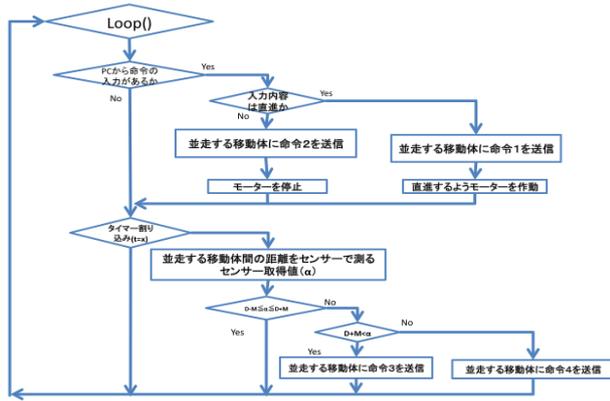


図3 基準となる移動体

表2 フローチャートに使用した変数の説明

Loop 0	Arduinoにおける無限ループの基本関数
X	0.5秒
D	移動体間の距離(あらかじめ定めた値 単位 cm)
M	移動体間の距離のマージン

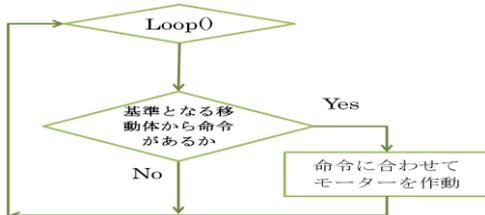


図4 並走する移動体

### 2. 6 通信と命令 API

移動体を同期させ、進行方向を修正させるために ComSend という API を構築した。ComSend は番号を指定することで、並走する移動体へ番号にそった命令を送信することができる。ComSend に設定する命令の番号とその内容を以下の表 3 に示す。

表3 ComSend の詳細

ComSend	命令の内容
1	直進
2	停止
3	進行方向修正 (基準となる移動体に接近)
4	進行方向修正 (基準となる移動体から離反)

## 3. 実験

### 3. 1 並走の課題

複数の移動体が一定間隔で並走し続けるには、それぞれが精度よく動作する必要がある。本研究で開発した移動体は Arduino と玩具を使用した非常に簡易な設計となっている。そのため、精度のよい動作が困難である。

実際に、移動体の角速度を計測し、理論値と比較した。結果を図 5 に示す。ここからも、理論値との乖離は大きいことが分かる。

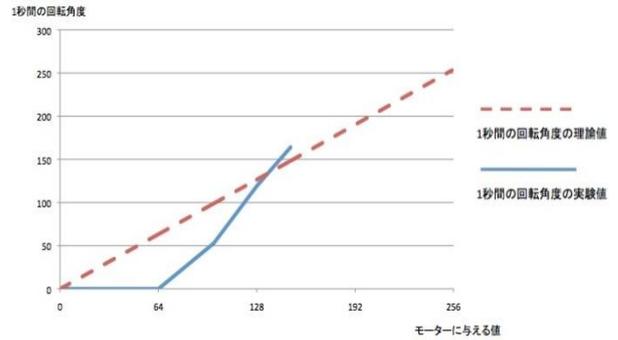


図5 理論値との乖離

### 3. 2 実験結果

実験の目的は複数の移動体を並走させた場合の移動体間の距離のずれを本システムの実装前後で計測し、その有効性を調査することである。実験では、2 台の移動体を 100cm 並走させ、停止した時点での場所を計測した。実験結果の画像を図 5、計測した値を表 4 に示す。

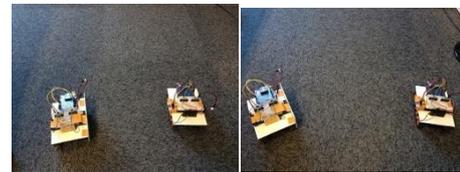


図5 実装前

図6 実装後

表4 移動体間の距離のずれ

	平均値	最大値
実装前	29cm	46cm
実装後	12cm	43cm

### 3. 3 考察

本システムでは並走時の通信により自動的に同期を行うことができるため、移動体を並走させたときの移動体間の距離のずれを減少させることができた。ただし、完全に無くせていない。進行方向を修正するにあたり、移動体は蛇行しながら動作していたため、移動体はずれが大きいところで停止することもあったためである。

また、最大値においては実装前との変化が少なく、通信が失敗して進行方向の修正ができなかった問題もあり今後十分な検討が必要である。

### 4. 今後の課題

現段階では並走時における同期動作を実現しているが、カーブや旋回については同期動作を実現できていない。距離センサーでは他の動作における調整ができないため、新たなセンサーを用いる必要がある。

また、進行方向を確実に修正できるようにアルゴリズムの改善や通信方法、通信機器の検討をする必要がある。

### 参考文献

- [1] Arduino <http://arduino.cc/>
- [2] 鄭立「ZigBee 開発ハンドブック」2006年2月22日
- [3] タミヤ楽しい工作シリーズ No.107 ショベルドーザー工作基本セット