

## 距離センサを用いたロボット間通信に関する一考察 A study on communication between robots using distance sensors

小田翔平 植村渉

Shohei Oda and Wataru Uemura

龍谷大学

Ryukoku University

oda@vega.elec.ryukoku.ac.jp wataru@rins.ryukoku.ac.jp

Abstract — Robot technologies have been developed so much. Due to the developed technologies, the problems, more complex and various request for robot's work, are caused. To solve this problem, multi-robots should cooperate with each other. In order to cooperate with each other, robots need to share information by communication. Usually the communication method between robots is wireless communication. Because it is possible to twine, if several robots work with cable. However, wireless communication may fall by interference, access point trouble, and so on. Then, robots cannot share information, and cooperation. Therefore, we noticed mounted sensors. Mounted sensors are less affected by environment than wireless communication. Generally, robots often have distance sensors. To solve the problem that wireless communication falls, we propose the robot communication method using distance sensors.

### 1. はじめに

RoboCup 世界大会に 2012 年度から新たに加わったリーグとして Logistics League sponsored by Festo がある。このリーグは 2010 年, 2011 年に Festo Logistics Competition という形でデモンストラーションを行い, 2012 年から, 正式種目となった。

この競技は Festo 社製の Robotino というロボットを使用する。このロボットは, OS として Ubuntu 9.04 を搭載し, 全方向に移動が可能であり, 多数のセンサを多数搭載している。また, RoboView という GUI のプログラミング環境が用意されており, 直観的なプログラムの作成ができる。競技エリアを生産工場と見立て, 材料 (書き換え可能な無線タグである RFID が乗ったパック) の加工をいくつかの作業にて繰り返し, 指定された配送エリアに運ぶことが最終的な目的である (図 1 参照)。作業を終えると作

業に応じた点数を得る。作業によって, 配点が大きく異なるので, 効率よく点を得るには, お互いのロボットの行動が干渉するときには配点の高い作業をしているロボットを優先させる方が良い。また試合の途中でボーナスゲームとして特急便課題が用意されており, 専用のパックを 1 回加工して配送エリアに運ぶと, 高い点が得られる。これを上手く利用すると, 劣勢を逆転することも可能である。



図 1. 競技エリア

材料の加工は, 図 1 の正方形の黒い枠に囲まれた 10 カ所の作業場で行う。作業場に置かれた生産装置は, シグナルにより材料の受け入れ状態を表す。どの生産装置がどのような加工をするかは試合ごとにランダムで決められているので, ロボットは試合中に生産装置のシグナルから, どの種類が割り当てられているかを推測しなければならない。この生産装置の情報は無線 LAN を介してロボット間通信を行うことで, ロボット同士が共有し, 加工手順を決めることや, 作業を優先するロボットを決めることができる。ルール上, 競技の途中で無線 LAN が 100 秒間途切れる。ロボット間通信ができないため協調動作ができなくなる。このとき, ロボットは次にどの作業場へ材料を運ぶべきか, どのロボットを優先して作業させるべきかわからなくなるため, 競技の進行に支障が生じる。ただし 2011 年の世界大会では,

無線 LAN の切断は適用されなかった

本研究では、ロボットが標準で搭載している距離センサを用いることにより、無線 LAN が使えない環境のためのロボット間通信を提案する。

## 2. 提案手法

この競技で高得点を狙うには、無線 LAN が切断されても、ロボット間で情報共有することが要求される。本研究では、無線 LAN が使えないときの通信手段として、距離センサを用いてロボット間通信を行う方法を提案する。送信側のロボットは、受信側に対する距離を基準とした3箇所を近い順に position\_short, position\_middle, position\_long として選び、position\_middle を中心にどちらに動くかで0と1の1ビットの情報を送信する。1ビット送るたびに position\_middle に戻り、ビットの区切りを伝える。また、通信を始める前に、position\_short と position\_long で一旦静止し、受信側にその距離を知らせる。図2に1ビットの送信方法を示す。

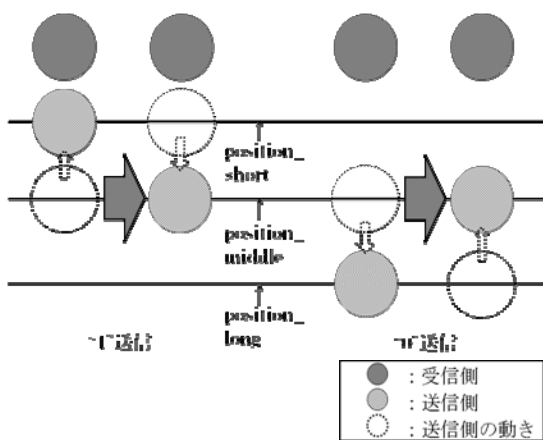


図2. 1ビットの送信方法

受信側は、距離センサが出力する電圧値から、送信側との距離が把握できる。ただし、電圧値と距離の関係は図3に示すように線形ではない。そのため、position\_short と position\_long の間の距離を3等分すると、D1 から D2 を position\_short, D2 から D3 を position\_middle, D3 から D4 を position\_long とおくと、D3 から D4 間での電圧変化は非常に小さいものになる。D1 は最近接から少し離れた位置でとり、予備実験では6cm で受信率が良かったので、

6cm で固定する。このときロボット内の回路や外のノイズにより、出力電圧が変化する場合があることを考えると、電圧はある程度幅があるべきであると考えられる。

本研究では、position\_short と position\_long で取る電圧を3等分して距離を決めた。

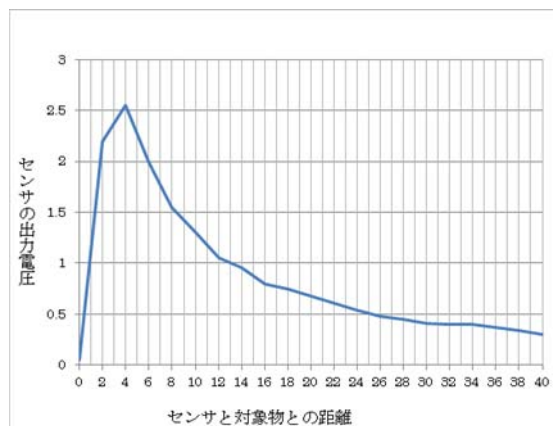


図3. 距離センサの特性

## 3. 実験

競技で使用するロボットには、全9方位に距離センサが設置されており、ロボットの周りの障害物を検知できる。作業場の座標はあらかじめわかっているため、作業場に近づいたときに距離センサが反応した場合、その作業場には既に作業しているロボットがいると考えられる。

このとき、相手のロボットに対して試合環境の情報を伝えることを考える。試合の情報を伝えるには最低でも6ビットの情報が必要である。生産装置の受け入れ状態は機械的な故障を除き3パターンある。そして場所は競技エリア内10箇所である。生産装置の状態を表すために2ビット、場所を表す4ビット、合計6ビットの通信ができれば、無線が切れる前後の差分を埋めることができると考える。

そこで、実験では6ビットの情報を送り、そのときのビットの損失、および、ビット誤りを測定する。ロボットの移動距離と誤りの関係を得た。情報を正しく受信できた割合を図4に示す。

また、結果はシミュレータ上で動作したものである。

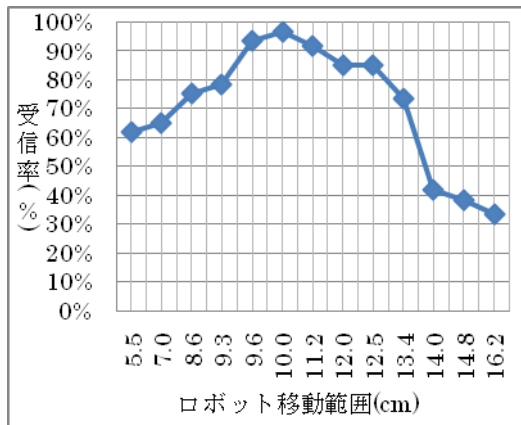


図4. 受信できた割合

グラフから、ロボットの移動範囲が9.6cm から11.2cm 程度の時が、良く受信できることがわかった。

送信側が position\_short を伝えるとき、送信側自身の距離センサ値を用いる。 position\_long を伝えるときは position\_short からの距離で判断する。

position\_short を伝えるとき、送信側と受信側はお互いの距離センサの向きが分からないため、それぞれの距離センサは異なる値を示す。例えば、送信側が電圧値 V1 から V2 の間を用いて送信したとき、受信側では V1-a1 から V2-a2 の間で距離センサが変化する。

これにより、送信側が2 節の D2 付近を移動しているにも拘わらず、受信側では D2 から D3 を移動しているように受け取るといった誤認識が生じ、受信率が下がった原因と考えられる。

#### 4. おわりに

本研究では、ロボットに搭載された距離センサの変位を用いて、ロボット間通信を行った。送信ロボットが9.6cm から11.2cm 程度の幅で移動したときが、効率がよいことがわかった。競技で用いるならこの範囲がよいことがわかる。ただし、受信率が100%ではないので、今後は、プログラムを見直し、受信率100%を目指すことが課題である。

#### 参考文献

[1] 自立分散型ロボット間通信のための適応型メデ

ィアアクセス制御プロトコル。

荒井 順平, 小山 昭夫, バロリ・レオナルド.  
 情報処理学会研究報告. マルチメディア通信と分散  
 処理研究会報告, 2003(87), pp. 117-122, 2003

[2] 研究活動とロボットコンテスト(RoboCup).

浅田稔, 國吉康夫, 野田五十樹, 北野宏明  
 日本ロボット学会誌, Vol. 15 No. 1, pp. 13-16,  
 1997