

# Fawkes を用いたマルチロボットにおける 一方通行ルールの提案と評価

## One Direction Routing on Multi Robots with Fawkes.

辻 和輝, 内海 孝亮, 植村 渉

Kazuki Tsuji, Kosuke Utsumi and Wataru Uemura  
龍谷大学大学院理工学研究科電子情報学専攻  
Ryukoku University

tsuji@vega.elec.ryukoku.ac.jp, wataru@rins.ryukoku.ac.jp

### 概要

現在, 生産現場では作業の効率化のために機械による Factory Automation 化 (FA 化) が進んでいる. 特に多品種少量生産の要求が高まっており, それに伴い, 加工機械の入れ替わりが起きている. その環境において, 部品や製品の搬送を行う移動式ロボットの作業環境は様々なものが想定される. 移動式ロボットが移動を行う際に, 各ロボット間で必ずしも通信ができるとは限らない. 通信を行わない場合, 他のロボットの状態が把握できないため, それらのロボットの経路に干渉して, 渋滞やデッドロックを引き起こす可能性がある. そこで移動式ロボットの非同期環境下における移動経路計画を検討する.

### 1 はじめに

現在, 生産現場で多品種少量生産の要求が高く, Factory Automation 化 (FA 化) が進んでおり, 加工機械の入れ替えへの対応が必要となる. その環境において, 部品や製品の搬送作業を行う移動式ロボットの移動経路計画は常に固定した経路ではなく, 様々な要因を想定して動的に変更する必要がある. 各ロボットが移動する際にロボット間で通信を行わない場合, 他のロボット経路に干渉して, 渋滞やデッドロックが起こる可能性がある. そこで簡単な解決方法として一方通行の移動ルールを与え, シミュレータを使うことでどのような問題が生じるかを検討する.

### 2 RoboCup Logistics League

ロボットの自律制御技術を競う競技会として RoboCup が 1997 年から毎年開催されている [Robocup].

RoboCup の競技種目の一つに RoboCup Logistics League (RCLL) と呼ばれる競技があり, Festo 社製の移動式ロボットである Robotino を用いて, 工場における FA 化の環境を想定した課題を扱っている. RCLL では作業環境の探索と 4 種類の Module Production System (MPS) による製品の加工, 納品の工程を競技としており, それぞれの工程でロボットの作業結果に応じて点を得る.

RCLL の試合は Setup Phase, Exploration Phase, Production Phase の 3 つの Phase に分かれており, 実際にロボットが行動するのは Exploration Phase と Production Phase である. Exploration Phase では作業環境の探索を各ロボットが行う. 多品種少量生産の環境に対応し, フィールドのサイズと MPS を配置するエリアは固定されているが, 各 MPS の配置する場所や向きは試合ごとにランダムである (Figure 1 参照). そのため, RCLL においてははじめに行う工程が探索作業と環境の獲得である. Production Phase では先の Exploration Phase で獲得した環境情報を元に, 審判プログラムである RefBox からのオーダーに従って, それぞれのロボットが各 MPS で製品の加工を行う. MPS には 4 種類あり, 製品の土台となるワークを供給する Base

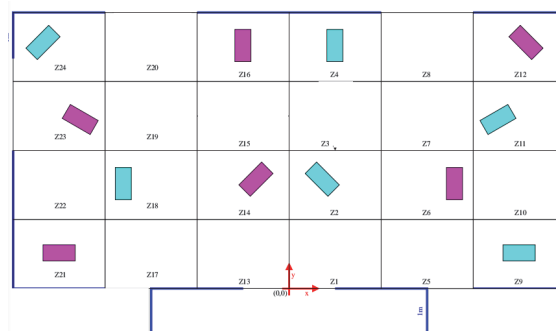


Figure 1 RCLL のフィールド

Station, 製品の加工部品の供給を行う Ring Station, 加工が完了した製品に蓋をする部品を供給する Cap Station, 加工が完了した製品を納品する Delivery Station である。そして各 Phase で行った行動を RefBox へ報告することでチームの得点となる。

### 3 ロボットの移動経路計画

2014 年までの RCLL では、MPS を用いず、加工用のマシンは地面に置いてあり、フィールドはマス目状に区切ることができた。そこで、我々のチーム (BabyTigers-R) では、マス目に沿って移動方向を決めることで、ロボット間の衝突回避を目指した [BTR2013]。

2015 年からの MPS を用いた RCLL では、MPS の配置がランダムとなり、マス目を使うのが難しくなった。特に、Exploration Phase では、ロボットは MPS が置いてあるエリアを探し、その MPS の種類とエリアの情報を RefBox へ報告する課題となっている。エリア内のどこに MPS が置いてあるかわからないため、センサで検知しながら移動する必要がある。経路設定も、MPS を検知する度に設定し直す必要がある。

ロボット用のソフトウェアフレームワークとして Fawkes がある。Carologistics [Tim 2013] が Robotino 用の Fawkes プラグインを開発し、公開している [Tim 2015]。本研究では、Fawkes を用いて上記のような状況における一方通行ルールの設定方法について議論し、検証する。

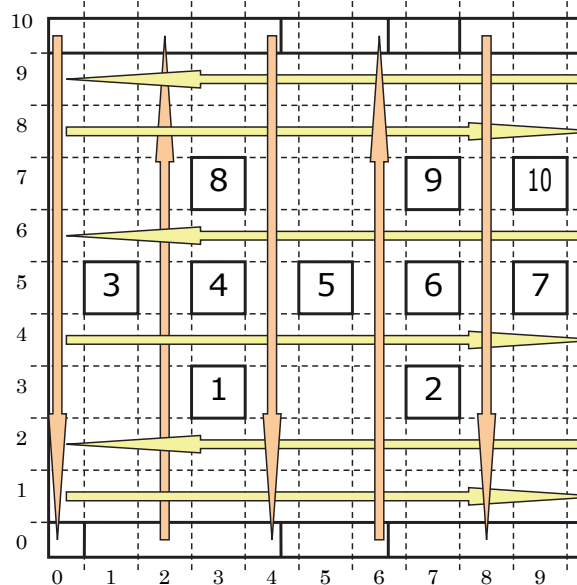


Figure 2 2014 年までの RCLL フィールドに対する一方通行ルール

### 4 一方通行ルール

現在の RCLL のフィールドでは MPS の向きと種類は試合ごとにランダムに設定されるが、配置エリアと台数は決まっている。そのため、MPS が配置されないエリアがあらかじめわかっている。その中でも MPS が配置されないことがないエリアが連なっている箇所が 2箇所存在しており、それらの間では MPS の配置に影響を受けることがなく、常に固定の一方通行経路を設定することができる。その 2つの一方通行経路を事前知識として各ロボットに設定しておき、環境の探索に合わせて必要となる一方通行経路を追加する方法を提案する。ここで、探索による追加が必要な経路として、2つの一方通行経路を行き来する経路と各 MPS に近づくための経路が考えられる。一方通行経路は MPS の配置エリアによって隔てられており試合を進めるためには、その経路が必要になる。RCLL のフィールドは左右対称になるように形成されており、MPS の配置もそれに基づいて配置されるため、探索によって、ロボットがもう一つの一方通行経路に移動できる道幅を発見し往路とした際に、対象の位置に復路として設定できる経路が存在するはずである。一方、各 MPS への経路は探索によって MPS の向きを検知した際に、現在の一方通行経路から延びる経路と帰ってくる経路を追加することで、一方通行を確保することができる。

### 5 おわりに

本研究では FA 化における多品種少量生産による環境の変化を考慮した移動式ロボットへの一方通行の移動経路計画を検討した。今後の課題として提案した一方通行経路を実装することである。

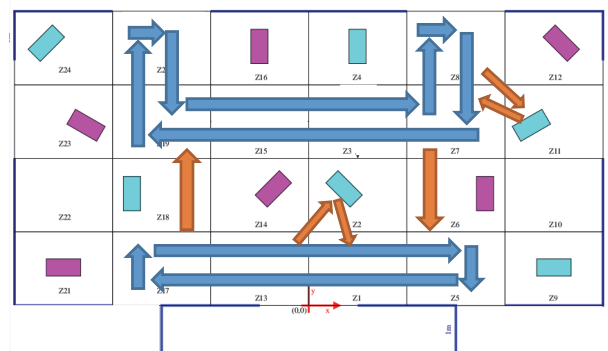


Figure 3 一方通行経路の例

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K16313 の助成を受けたものです。

## 参考文献

[RoboCup] <http://www.robocup.org>

[Tim 2013] Tim Niemueller, et. Al, “The Carologistics RoboCup Logistics Team 2013”, RWTH Aachen University and Aachen University of Applied Sciences (2013)

[Tim 2015] Tim Niemueller, et. Al, “Fawkes for the RoboCup Logistics League”, RoboCup 2015: Robot World Cup XIX, pp 365-373, 2015.

[Carologistics] <https://www.fawkesrobotics.org/projects/rc112015-release>

[BTR2013] Wataru Uemura, et. Al, “Team Description Paper. BabyTigers-R”, RoboCup 2013: Robot World Cup XVII.