

第7回会津大学ロボットシンポジウム 研究成果報告

「移動ロボット用上位系システム構成法に関する研究」

2022年6月28日(火)

株式会社日本アドシス
Japan Advanced System CO. LTD.

No	Title	Page
1	目的及び概要	P.3
2	背景	P.4
3	実施項目	P.5
4	検証結果	P.6-7
5	まとめ	P.8

1. 目的及び概要

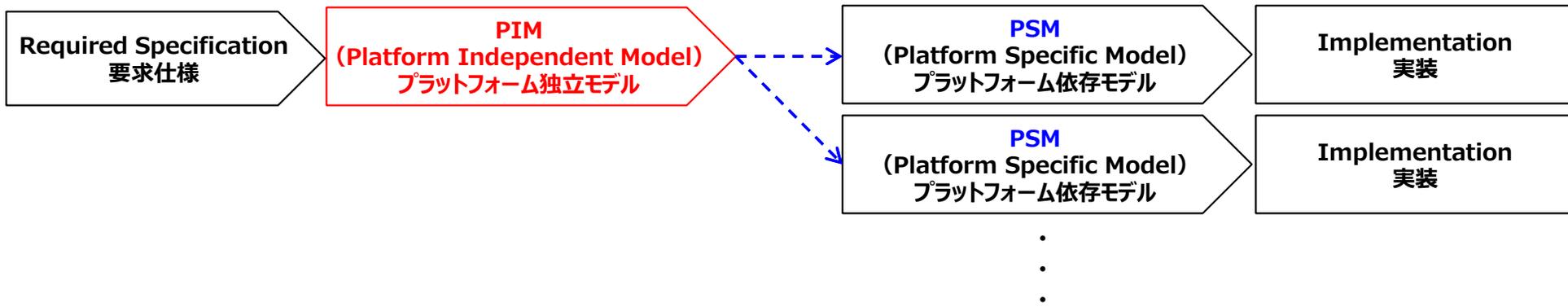
研究目的

上位システム（Route-Planning）に関しては、昨年度までの研究により既に実現されていたが、今後のロボットの管理、制御を行う上では、より効率的で移植性の高いプラットフォーム（例：PIM）への移行が必要となる。その為、機能構成、及び機能分担の観点から、現行システムの見直しを行い、上位システムとしての構成法について研究する。

PIM とは？

PIMとは、ソフトウェアやビジネスシステムのモデルであり、実装にあたり特定の技術プラットフォームから独立したものを示す。**モデル駆動型アーキテクチャ（MDA）**のアプローチとして多く用いられており、MDAのアプローチは、**OMGのモデル駆動工学**の考え方に対応するものである。

- MDA の概要 -



2. 背景

背景

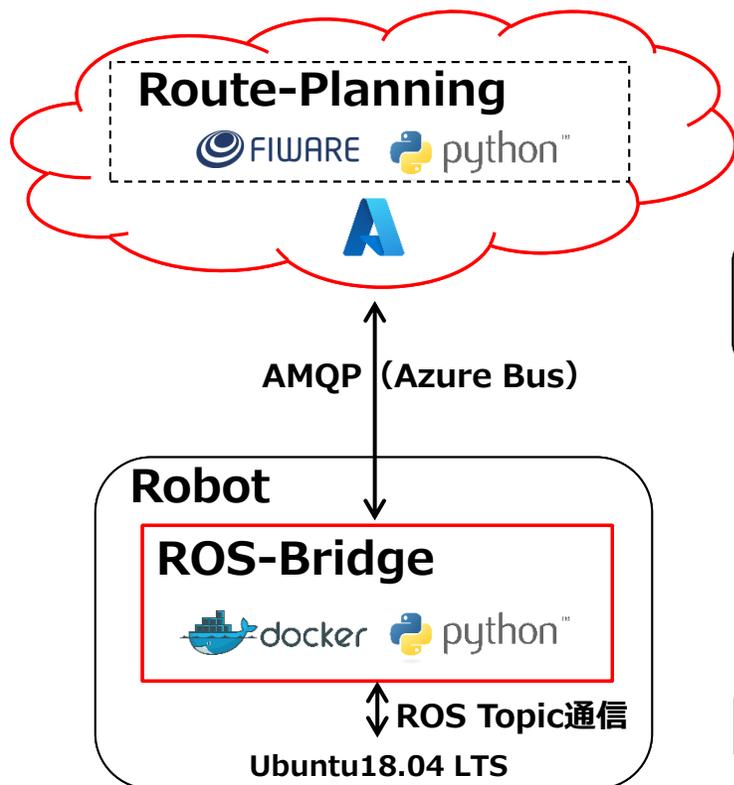
2020年度研究では、汎用性が高くかつデプロイが容易であるなどの利点から、**FIWARE**及びこれを組み込んだ**Robotic Base上に輸送システムを実装**した。その結果、システムの基本動作検証用としては有用であったものの、経路計画処理や複数ロボットの統合運行管理の効率的な処理の実現に向けては課題を残した。**複数輸送ロボット制御用の高効率化クラウド基盤の課題点**については以下がある。

主な課題	概要
FIWAREの利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・IoTデバイスと各種サービス間の効率的なコンテキストデータを交換利用を提供するパッケージであるが、輸送システムで利用した機能は一部のみ ・市場を見据えた上では、FIWAREとしての機能を活用する可能性もあるが、研究段階での利用頻度は多くはない
Microsoft Azureの利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・FIWAREのコンポーネントがコンテナとして提供されていることに依存するもので、コンテナサービスのランタイムによるオーバーヘッドが生じている ・Azure 上で利用可能な Pub/Sub型のトランスポートプロトコルとして、AMQPを採用されていたが、MQTTよりも処理不可が大きい
AMQPの利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・AMQPの利用に関しては、ロボット側の実装に伴いPython3 のAMQPコンポーネントの適用を試みたが、既存ロボット内のROSは Python3 に対応していなかった為、ロボット内に Docker を配置する構成で、適用問題に対処している (Dockerによるオーバーヘッド)

3. 実施項目

上位システム構成 (昨年度)

上位システム構成 (本年度)



1. 適用可能なクラウドの検討

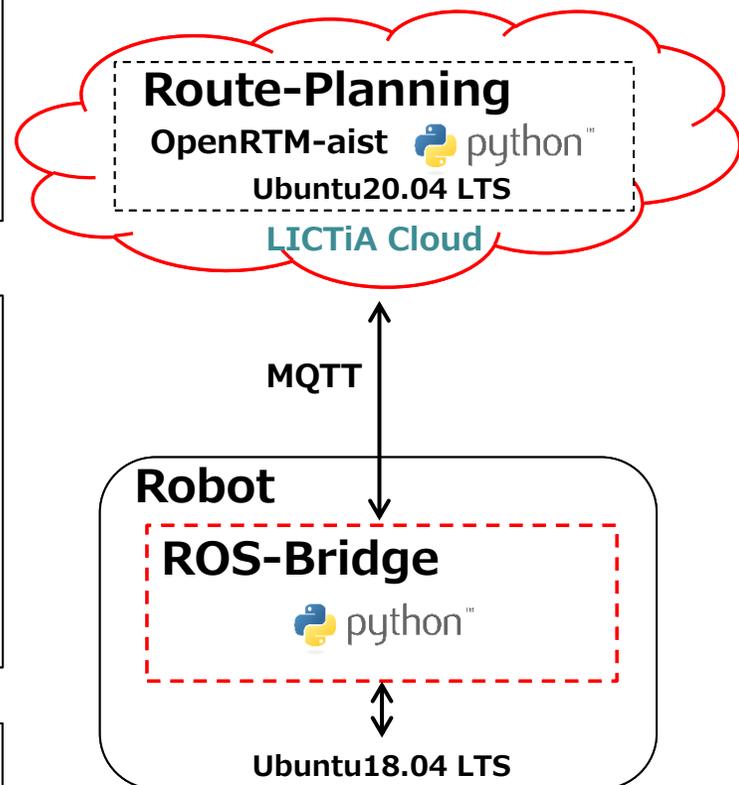
- ・Cloud Service としては、**Azure, GCP, AWS** 等が主流
- ・上記は、Cloud が提供する各種サービスを用いた構築が主体となり、**依存度が高くなる傾向**にある
- ・特定サービスによる依存を避ける為、**IaaS**を用いて依存を最小限に抑える
- ・上記により、本年度は、既に他の研究でも利用されている **LICTiA Cloud** を採用する

2. 経路計画等の上位システムにおける 共通ライブラリ、フレームワークの検討

- ・スマートシティ向け共通プラットフォームである**FIWARE**は、次世代の重要な基盤としての役割を担っている
- ・ロボットシステムにおいても適用は可能であるが、依存度を下げる為に、**PIMモデル**でもある**OpenRTM-aist**を採用する
- ・**Docker** は、コンテナ環境として分離出来る為、有効な手段ではあるが、必ずしもなければならないものではなく、リソース消費の観点から、本年度の実装から**一旦除外する**

3. クラウドの外部連携

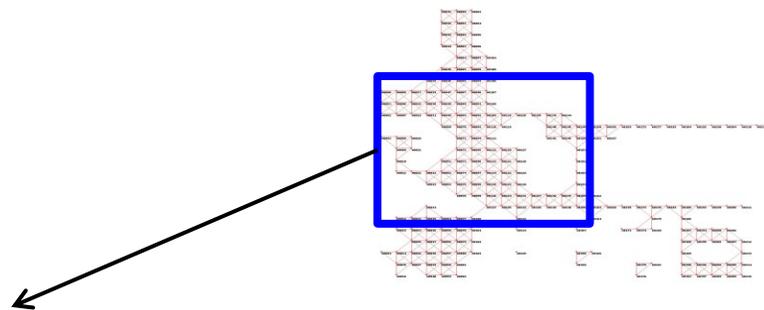
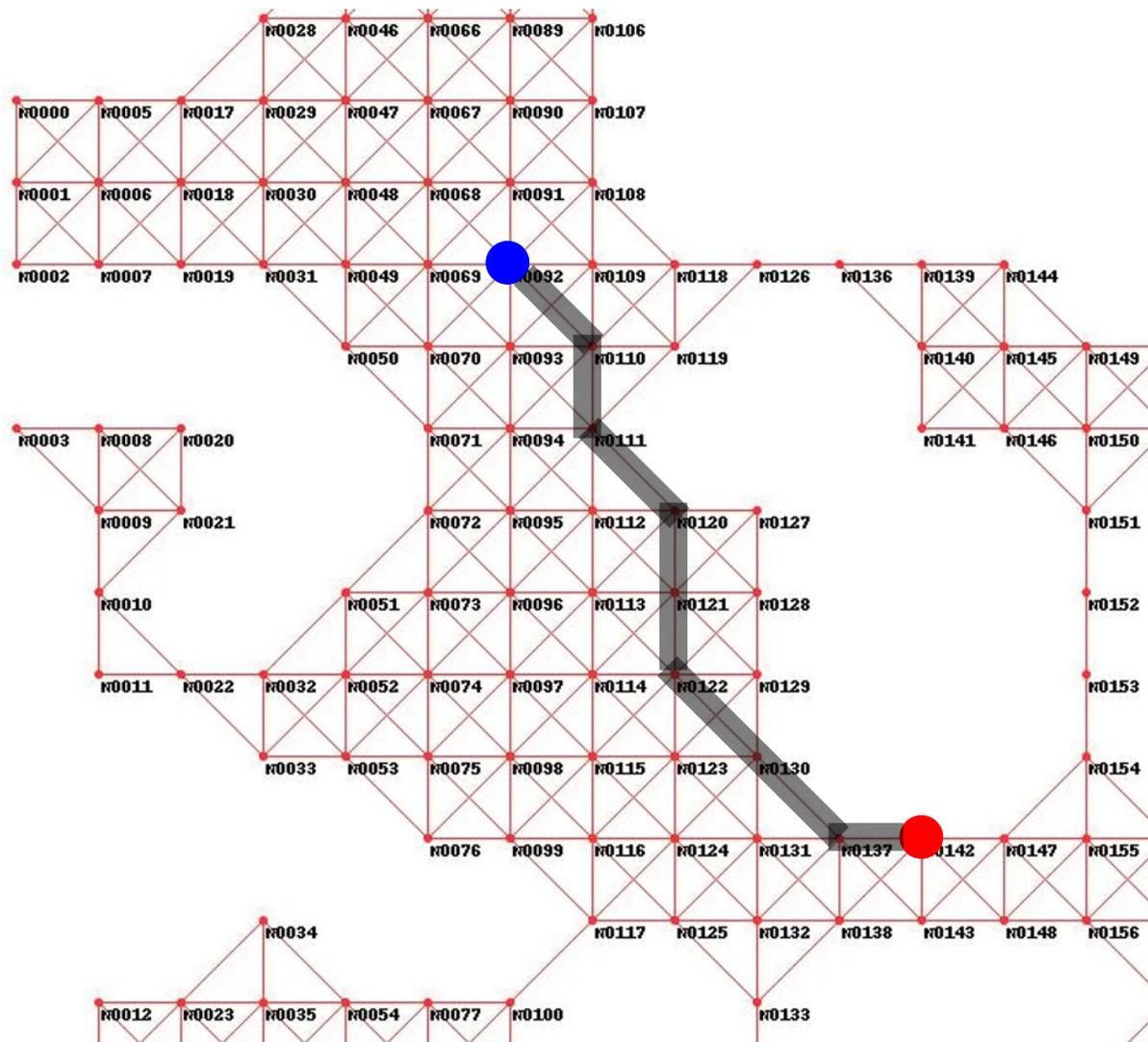
- ・**AMQP**はMQTTと類似した点も多く、オープンスタンダードであるが、**MQTT** よりオーバーヘッドが高い
- ・**MQTT**は軽量なプロトコルであり、リアルタイム通信に適している為、**MQTT** を採用する



4. 検証結果①

構成法の変更に伴い、下記経路に対するロボットとの合同検証を実施し、動作に影響がないことを確認（既存動作に影響なし）

Route No.1 (N0092 - N0142)



Graph Map of LICTiA

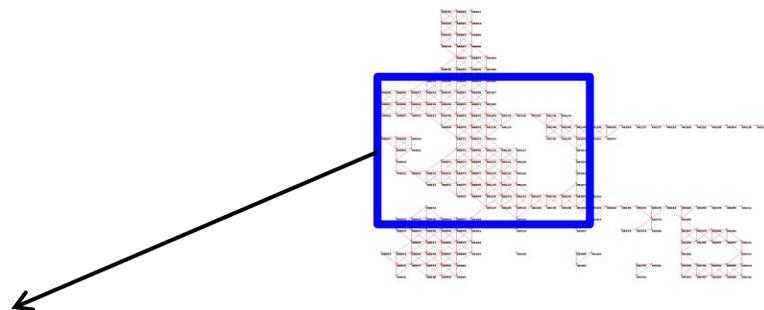
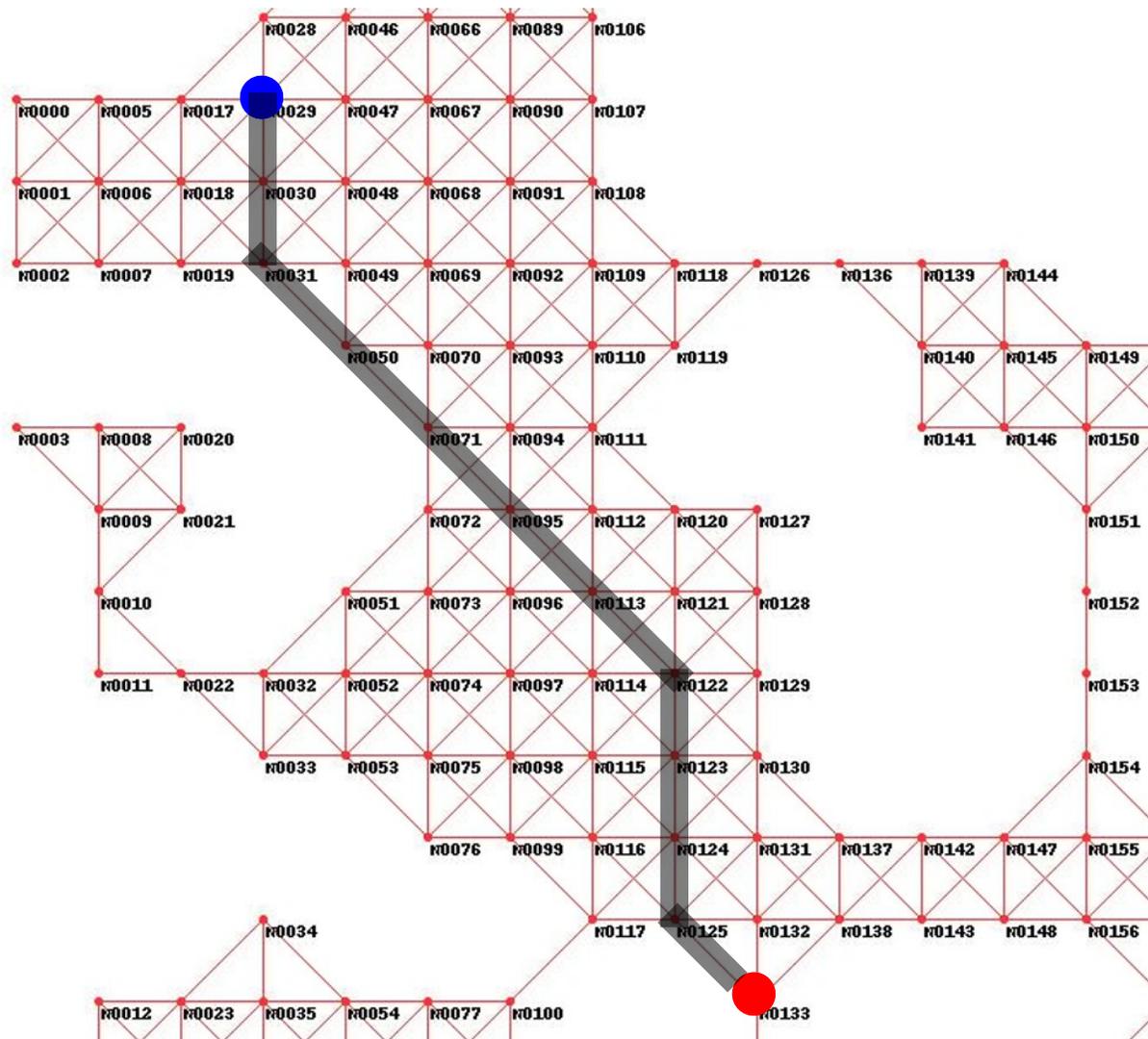


<https://youtu.be/KWQrK9W07L8>

4. 検証結果②

構成法の変更に伴い、下記経路に対するロボットとの合同検証を実施し、動作に影響がないことを確認（既存動作に影響なし）

Route No.2 (N0029 – N0133)



Graph Map of LICTiA



<https://youtu.be/MQMoa5YTPvc>

5. まとめ

本年度の研究により、プラットフォームの依存度が少なからず解消されたことは、今後を見据える上で、一定の成果を得ることが出来た。一方で、上位系システムの経路計画における以下のような課題等には取り組むことが出来なかった為、来年度以降では、複数台ロボットにおける様々な課題について、更なる取り組みを行っていく。

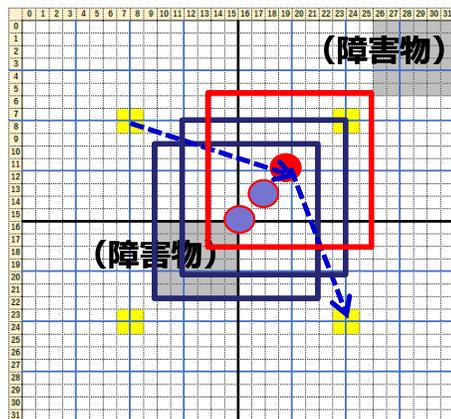
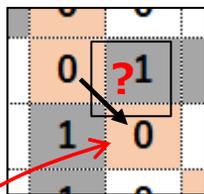
①RDR連携

経路計画 (Route-Planning) として、重要な情報はRDRに蓄積する。
例：グラフ地図、経路指示等

②障害物回避方法の改善

現状の 16x16pixel のグラフ地図では、大まかに障害物を捉えてしまう。その為、斜め移動時等で、有効な経路であるかの判断が困難となる。細分化したグラフ地図 (例：2x2pixel刻みで斜めに探索) を用いて、障害物の位置を特定し、より最適な経路を導き出すことも必要となる。

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
4	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0



- グラフ地図 (1マス: 16x16pixel) -
0:有効経路、1:障害物

- 細分化したグラフ地図による経路探索 -
対角線上に探索 (2x2pixel)

③複数台ロボットによる衝突回避方法の改善

同一環境上に複数台の Robot の経路を探索する場合、現状は被らない経路を探索することにより、衝突回避を行っており、最適な経路とは言えない。Robot の移動距離 (時間軸と移動速度) を推定し、Robot が衝突しない経路探索を行う必要がある。

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
4	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	3
6	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	3
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0
8	1	0	1	1	1	3	1	0	3	0	0
9	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

- 現状の衝突回避経路 -
(被らない経路探索)

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
4	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	0	1	1	0	3	3	0	0
6	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
7	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0
8	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

- より最適な衝突回避経路 -
(時間軸と移動速度による被る経路探索)

株式会社日本アドシス
Japan Advanced Stytem CO. LTD.

ご清聴ありがとうございました。