

# 災害探査活動支援用マニピュレータの研究開発

## —第2報：ROSを用いたプログラムのモジュール化—

前田 弘文\*・伊藤 嘉基\*\*・黒住 亮太\*\*\*・小林 滋\*\*\*

## Research and development of a rescue manipulator

### —Report 2: Modularizing of a program using ROS—

Hirofumi Maeda\*, Yoshiki Ito\*\*,  
Ryota Kurozumi\*\*\*, Shigeru Kobayashi\*\*\*

#### Abstract

This paper describes the design about the manipulator of a trial production. The perpendicular articulated robot with 6 axis as a general industrial robot was adopted as manipulator's link mechanism. Modularizing of the whole integration for robot group control using ROS is being also described. ROS is an abbreviation of Robot Operating System and is the set of the various software for robotic development.

#### 1. 緒 言

我が国における災害探査活動支援用モバイルロボットの研究は、阪神淡路大震災後の調査研究から始まり、2002年の文部科学省「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」によって大きく発展した<sup>[1]~[4]</sup>。結果、瓦礫内、瓦礫上、上空などから探査するためのロボットの開発、ロボット操作のためのヒューマンインターフェイス、情報網としてのメッシュネット、GISなどを確立した。その後、NEDO「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト」が立ち上がり、閉鎖空間内での災害における探査を目的としたモバイルロボットの実用化研究により、Quince, UMRS, KOHGAなど日本を代表する探査ロボットが開発された<sup>[5]~[7]</sup>。

我々はこれらのロボットを用い、消防関係者との実証実験などを通して、災害時に必要となる探査ロボットには「遠隔操縦を基本とした半自律制御系」が最も重要であるという結論に至った。これは災害時における探査で、迅速かつ正確であることに加え、人命が掛かった失敗が許されない過酷な条件下では、環境認識技術等のレベルが低いロボットに全ての判断を委ねることができないことが上げられる。また一方で、ロボットの全行動判断に対して、人間が全てに介在することは大きな負担になることが挙げられる。

さらに災害現場において1台のロボットで探査活動を行うには限界がある。そこで、ロボット群を少数のオペレータにより操作できる探査効率の高いシステム構造へ拡張する必要がある。探査ロボットを群として制御することの利点はこの他にも、ロボット単体での離散的な点としての探査に比べ集団としての戦略的探査が可能なこと、ロボット間メッシュネットが破れにくい隊列を組んでの探査行動が可能であることなどが挙げられる。

この戦略的探査は、レスキューロボットが搭載しているマニピュレータを用いた協調作業によって、瓦礫や危険物の撤去など戦略の幅を広げることができる。そこで我々はこれまでに、各モバイルロボットのための共通マニピュレータの開発を行ってきた<sup>[8]~[10]</sup>。本論文では、マニピュレータの協調作業において必要となる「ロボット間の相対位置座標を測定するカメラシステムの情報」と、「作業現場の風景を映し出すカメラシステムの情報」の2つの情報を共有するためのROS化について述べる。

#### 2. カメラシステム

##### 2.1 相対位置座標測定システム

システム構成を図2-1に示す。図2-1ではモニタが設置されているが、実際にロボットに搭載した際は、リモート接続によって設定を行う。シス

\*情報工学科

\*\*技術支援センター

\*\*\*神戸市立工業高等専門学校 機械工学科

テムの OS には Windows8.1 pro を使用し、組み込み PC としてはスティック型 PC iiyama Picoretta を採用した。また、カメラには Logicool c920t を用い、その他にも USB ハブなどを使用して機能を拡張している。なお、通信には UDP 通信を使用しており、直接無線 LAN で接続することも、USB 変換ケーブルによる有線 LAN 接続も可能となっている。

次に、実際の動作画面を図 2-2 に示す。図 2-2 は Picoretta の動作画面であり、遠隔操縦の PC 側には計測データのみが送信される。また、計測しているマーカの判別も可能であり、現在は図 2-3 に示すように 8 台のロボットの 4 側面を判別することができる。



図 2-1 相対位置座標測定システム

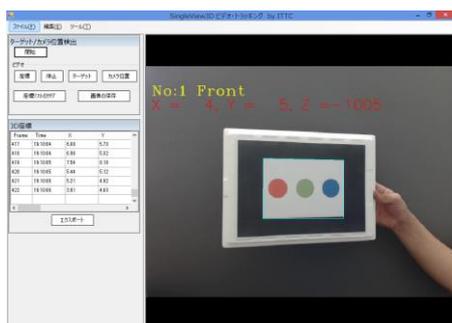


図 2-2 相対位置座標測定の動作画面

robot number	front (1)	right (2)	left (3)	back(4)
kohga3_1 (1)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
kohga3_2 (2)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
frigo_1 (3)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
frigo_2 (4)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
umrs2009_1 (5)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
umrs2009_2 (6)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
umrs2010_1 (7)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
umrs2010_2 (8)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○

図 2-3 判別パターン

## 2. 2 モニタリングシステム

システム構成を図 2-4 に示す。組み込み PC には、SolidRun 社製の CuBox-i4 Pro を使用しており、OS として Ubuntu 14.04 LTS が搭載されている。また、カメラには株式会社バッファローの BSW32KM03BK を使用している。こちらも相対位置座標測定システム同様に UDP 通信によって、無線 LAN、有線 LAN のどちらでも接続が可能となっている。



図 2-4 モニタリングシステム

次に、実際の動作画面を図 2-5 に示す。このシステムは MJPEG を用いており、ヘッダ情報と画像データを分離し、画像データについては分割して送信を行っている。図 2-5 の画像はこれらのデータを受信した後、統合して一枚の JPEG 形式に復元した画像をモニターに表示したものである。図 2-5 の画像サイズは 640×480 [pixel]となっているが、設定ファイルによって容易に変更が可能である。

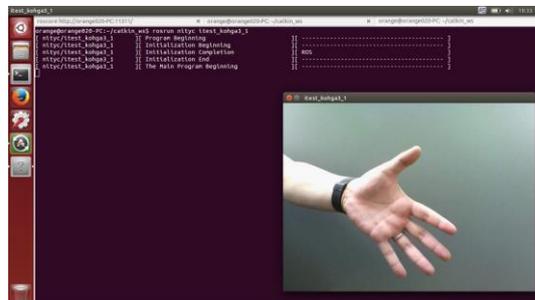


図 2-5 モニター画面

## 3. ROS 化と情報共有

図 3-1 に ROS 化したリーダ PC の構成図を示す。

災害探査活動支援用マニピュレータの研究開発  
 - 第2報：ROS を用いたプログラムのモジュール化 -

その他のロボット用遠隔操作 PC は独自のシステムを構築しており、ROS を介して情報共有できる形を形成している。

図 3-1 の A の部分が相対位置座標測定システムを表しており、B の部分がモニタリングシステムを表している。それぞれどちらも中央の群行動を

行うプログラム（ノード：kyoto/formation）に情報が集約されていることが分かる。また、モニタリングシステムについては、その他のロボット用遠隔操作 PC にも情報を共有したいため、中央上部で分岐している（C 部分）。このように ROS では、情報を容易に共有することができる。

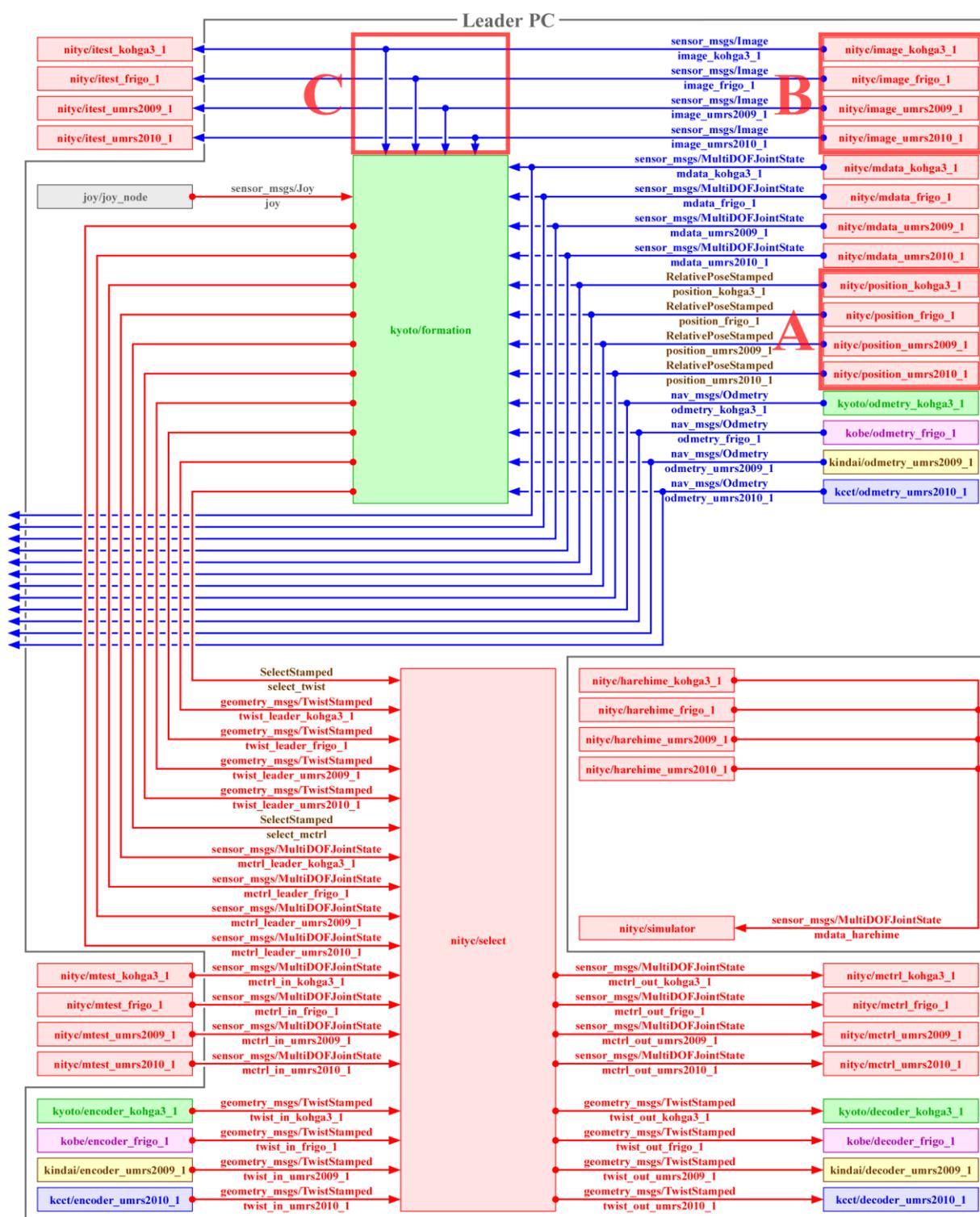


図 3-1 リーダ PC の ROS 構成

#### 4. 最新の災害探査活動支援用マニピュレータ

最後に最新型の災害探査活動支援用マニピュレータを図 4-1 に示す。前のバージョンとの違いは、高トルクモータへの変更とトルクが必要となる第 2 ジョイントのダブルモータ化である。現在は更に高トルクなモータへの変更と軽量化を行い、これらの再設計を行っている状況である。

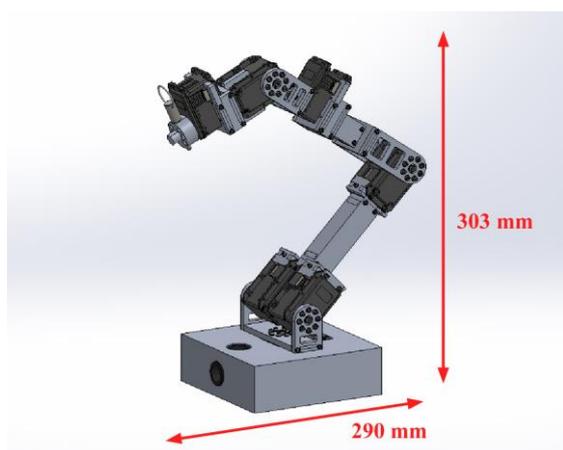


図 4-1 最新型災害探査活動支援用マニピュレータ

#### 5. 結 言

本論文では、マニピュレータの協調作業において必要となる"ロボット間の相対位置座標を測定するカメラシステムの情報"と、"作業現場の風景を映し出すカメラシステムの情報"の 2 つの情報を共有するための ROS 化について述べた。今後は、マニピュレータの操作部分についても ROS 化を行い、群による協調作業の実証実験を行っていく予定である。

#### 謝辞

本研究は日本学術振興会の科学研究費補助金(基盤研究 (B)25282108)の支援により実施された。

#### 参考文献

- [1] 田所 諭：文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト：ロボット等次世代防災基盤技術の開発，日本ロボット学会誌，Vol.23，No.5，pp.541~543，(2005)
- [2] 国際レスキューシステム研究機構：レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発 H14~17 報告書，大都市大震災軽減化特別プロジェクト，(2003-2006)
- [3] 文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト：レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発，総括成果報告書，(2007)
- [4] 横小路 泰義：レスキューロボットの操縦インタフェース - 大大特「ヒューマンインタフェースグループ」の研究紹介 -，日本ロボット学会誌，Vol.22，No.5，pp.566-569，(2004)
- [5] 田所 諭：閉鎖空間内高速走行探査群ロボット，日本ロボット学会誌，Vol.27，No.10，pp.1107-1110，(2009)
- [6] 佐藤 徳孝，松野 文俊：レスキューロボット遠隔操縦インタフェース技術，日本ロボット学会誌，Vol.28，No.2，pp.156-159，(2010)
- [7] 大野 和則，城間 直司：レスキューロボットの遠隔操縦支援技術，日本ロボット学会誌，Vol.28，No.2，pp.160-163，(2010)
- [8] 前田 弘文，藤田 和友，伊藤 嘉基，小林 滋，高森 年：遠隔協調作業を目的とした共通マニピュレータの研究開発，第 14 回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2013)，pp.1133-1136，(2013)
- [9] 竹本 怜央，藤田 和友，伊藤 嘉基，前田 弘文：小型制御基板を用いたマニピュレータ制御，日本機械学会中国四国学生会第 44 回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集，613，(2014)
- [10] 前田 弘文，伊藤 嘉基，小林 滋，高森 年：遠隔協調作業を目的とした共通マニピュレータの改良，第 15 回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2014)，pp.238-243，(2014)