

# 複数台ロボットのマルチタッチディスプレイによる 操作インタフェース

加藤 淳<sup>†,‡</sup>

坂本 大介<sup>‡,††,‡‡</sup>

稲見 昌彦<sup>‡,†††</sup>

五十嵐 健夫<sup>‡,††</sup>

## Multi-touch Interface for Multi Robots Operation

JUN KATO<sup>†,‡</sup>

DAISUKE SAKAMOTO<sup>‡,††,‡‡</sup>

MASAHIKO INAMI<sup>‡,†††</sup>

TAKEO IGARASHI<sup>‡,††</sup>

### 1. はじめに

Human Robot Interaction (HRI)についての研究は、ハードウェアとしてのロボットが研究用途に扱いやすくなるにつれ、頻繁に行われるようになってきた。ただし、その中心となっているのは、人とロボットが直接対面した際の心理学的、認知科学的な評価研究である。現状では、必ずしも実用に耐えるロボットの開発には結びついていない。

一方で、複数台の人型ロボットを遠隔操作してサービスロボットとして実用的な役割を持たせようとする研究が行われてきている [1]。しかし、Human Computer Interaction (HCI)分野で提案されているような操作インタフェースの豊かさには未だ欠ける。

そこで我々は、複数台の小型ロボットを操作するインタフェースに注目し、マルチタッチディスプレイを用いたシステムを開発したため、これについて報告する。

### 2. マルチタッチを利用した複数台ロボットインタフェース

本稿ではマルチタッチディスプレイを利用して複数台のロボットを操作するシステムの提案を行う (図1)。ディスプレイにはロボットが動作する環境の俯瞰

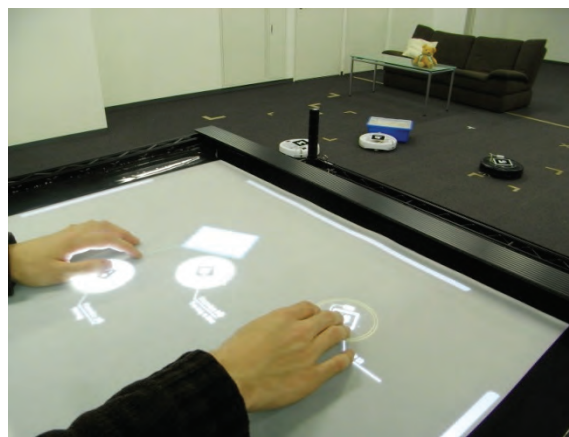


図1 マルチタッチディスプレイによるロボットの操作インタフェース

画面を表示し、この画面上でロボットの操作を行う。

本システムでは米 iRobot 社の掃除用ロボット Roomba と掃除機能を省いた Create の2種類を使用する。現状、ロボットとの通信には Bluetooth を利用しているため、最大で合わせて7台のロボットを使用することができる。ロボットは共に直径約 34cm で、前進、回転など移動に関する基本的な機能を備えている。

ロボットの操作には二通りのモードを用意した。一方は指などの接触面一つ一つが別個のロボットを指し、それらの進む場所を指示する「直接指示 (Direct Operation)」モードである。もう一方は、Fukuchi らの SmartSkin によるインタラクションデザイン [2] を参考にして、接触面の形状をもとにロボットの動く方向を指示するベクトル場を生成する「ベクトル場 (Vector Field Operation)」モードである。このモードでは全てのロボットがベクトル場に沿って動く (図2)。

以下に具体的なインタフェースの仕様を示す。

#### 2.1 マルチタッチディスプレイ

マルチタッチディスプレイには、Han が提案した

† 東京大学理学部情報科学科

Department of Information Science, School of Science, The University of Tokyo

‡ JST ERATO 五十嵐デザインインタフェースプロジェクト

JST ERATO IGARASHI Design UI Project

†† 東京大学大学院情報理工系研究科

Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

‡‡ 日本学術振興会

Japan Society for the Promotion and Science

††† 慶応大学大学院メディアデザイン研究科

Keio University Graduate School of Media Design

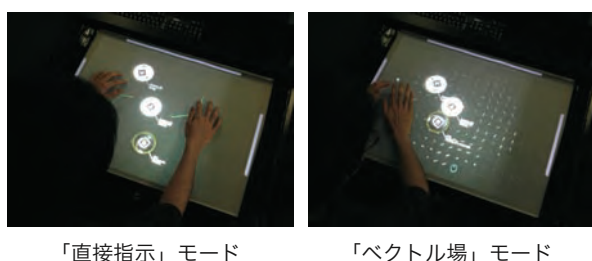


図2 インタフェースが有する2つのモード



図3 モード切替時に表示される画面（左）と行動のキャンセル時などに表示される画面（右）

FTIR (Frustrated Total Internal Reflection)[3]を利用する。本方式では赤外光がアクリルパネル内で全反射し、接触した面のみ反射率が変わってディスプレイ下の赤外カメラから塊(Blob)として認識できる仕組みとなっている。

## 2.2 俯瞰映像を用いたセンシング

天井に Web カメラを設置し、俯瞰映像を撮影した。撮像に対して Kato が提案した ARToolKit[4]によるマーカー認識を行うことで、ロボットや物体の位置を取得した。インタフェースに用いる画像がそのまま、一般的な意味でのセンサの役割を果たしている。

## 2.3 ロボット操作のインタラクションデザイン

本稿で提案するインタフェースでは以下の指示によりロボットの動きを制御する。

### 2.3.1 モード切り替え

画面端のつまみを反対の端方向へ引っ張るとモード切り替えボタンが画面中央に出現する。ボタンに触れると操作モードが切り替わる (図 3)。

### 2.3.2 直接指示モード(Direct Operation)

画面に触れている面それぞれがロボットを指す。面内及びその近くに相当する場所にロボットがある場合は、面の動きはロボットへの指示となり、ない場合は、その面の重心位置へ新しいロボットが出現する。

### 2.3.3 ベクトル場モード(Vector Field Operation)

画面に触れている面の動きがベクトル場を生成する。存在するすべてのロボットが、生成されたベクトル場

に沿って動く。画面端の何もないところに外から内へ向かうベクトル場を生成すると、ロボットがその付近に現れる。

### 2.3.4 掃除モーターの ON/OFF

ロボットを示すアイコン上で二つの接触面を引き裂くように、いわゆるピンチ動作をすると、対象のロボットについて掃除モーターを ON/OFF できる。このときメニューを表示するようにすれば、モーターの ON/OFF 以外に個別の操作を割り当てることもできるだろう。

## 3. まとめ

本稿ではマルチタッチディスプレイを用いた複数台ロボット制御インタフェースの提案と実装を行った。実装したインタフェースでロボットを操作すると、マウスやジョイスティックなどとは異なり、腕全体を使ってロボットを操作することができる。このため、我々はこのインタフェースはこれまでにない新しい人とロボットのインタラクションデザインが可能なプラットフォームであると考えている。

今後は、マルチタッチインタフェースを用いたロボット制御システムのアプリケーション開発をさらに進め、複数台のロボットと人とのインタラクション研究を深めていく予定である。具体的には、複数台のロボットが、互いの衝突を自律的に避けながらユーザの操作によって協調動作する半自律システムや、指示されたタイミングでロボット同士がインタラクションするロボット演劇の設計インタフェースなどが考えられる。

**謝辞** ARToolKit は R. Iizuka の手による Java 実装を用いた。この場を借りて感謝する。

## 参 考 文 献

- 1) Dylan F. Glas, et, al. Simultaneous teleoperation of multiple social robots. In Proc. of the 3rd ACM/IEEE international conference on Human robot interaction, 311-318, 2008.
- 2) Kentaro Fukuchi, et, al. Interaction Techniques for SmartSkin. In Proc. of the 15th ACM symposium on User interface and technology, demonstration paper, 2002.
- 3) Jefferson Y. Han. Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection. In Proc. of the 18th ACM symposium on User interface software and technology, 115-118, 2005.
- 4) Hirokazu Kato. ARToolKit : Library for Vision-based Augmented Reality. Technical report of IEICE. PRMU Vol.101, 79-86, 2002.