

円筒型マルチタッチディスプレイを備えたロボットシステムの開発

Development of Robot System with Cylindrical Multi-touch Display

森本 悠矢 (筑波大) 正 大矢 晃久 (筑波大)

Yuya MORIMOTO, University of Tsukuba, morimoto@roboken.esys.tsukuba.ac.jp

Akihisa OHYA, University of Tsukuba

This paper describes a research for the mobile robot system which has a cylindrical multi-touch display for human-robot interface device. Using cylindrical multi-touch display, the robot can show information to people and receive a command by people all-around. This paper shows equipment configuration and design of this robot.

Keywords: Communication Robot, Multi-touch Display

1. はじめに

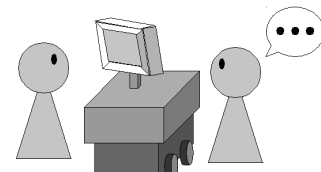
ロボットから利用者へ情報の入出力を行う機器の一つとしてタッチディスプレイが存在する。タッチディスプレイをロボットに搭載することで、地図や表のような視覚的な情報を利用者からの接触に応じて回転、拡大など変化させながら表示することが可能となる [1]。情報を移動しながら適切にディスプレイに表示することで、利用者へより効果的な情報提示が可能になると考えられる。また、直接ディスプレイに触れることにより表示されたオブジェクトを直感的に操作することが可能となる。近年では iPhone に代表されるようにマルチタッチディスプレイを搭載した機器も普及し始め、ディスプレイに触れた二本の指を広げることによって画像の拡大を行うなど、さらに直感的な操作も可能となってきた。

しかし、一般的に普及している平面型ディスプレイでは利用者がディスプレイと向き合っていないければ情報を読み取ることができず、また一度に複数の人間で同時に操作を行うことは難しい (Fig.1)。そこで本研究では内藤らが開発した円筒型マルチタッチディスプレイ [2][3] を移動ロボットに搭載し、ロボット周囲に存在する複数の人間に同時に情報提供を行うロボットシステムを開発する (Fig.2)。

2. 円筒型マルチタッチディスプレイ

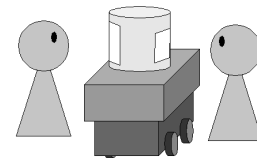
2.1 接触点の認識

ディスプレイが接触点を認識するための手法として、円筒型マルチタッチディスプレイでは FTIR (Frustrated Total Internal Reflection) 方式 [4] が採用されている。この方式ではアクリルと赤外線 LED、カメラを利用して接触点を認識する。接触点を認識するために、まずアクリルの切断面に向けて赤外線を照射する。アクリルの表面に何も触れていなければ、照射された赤外線はアクリル内部で全反射を起こすためアクリル側面に配置したカメラに赤外線が撮影されることはない (Fig.3)。しかし、アクリルの表面に利用者の指などが接触している場合、そこで全反射が止まり拡散反射が起こる (Fig.4)。この拡散反射した赤外線をカメラで検出することで利用者がディスプレイに触れている部分を知ることが可能となる。



ディスプレイが向いていない方向の人は利用できない

Fig. 1 平面型マルチタッチディスプレイの問題点



ディスプレイを円筒状にすることで同時に利用可能に

Fig. 2 円筒型マルチタッチディスプレイでの解決

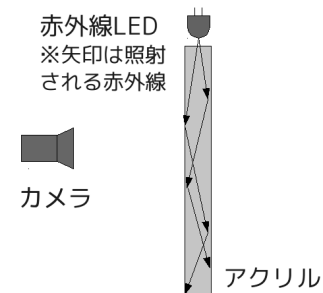


Fig. 3 触れる物がないときの反射

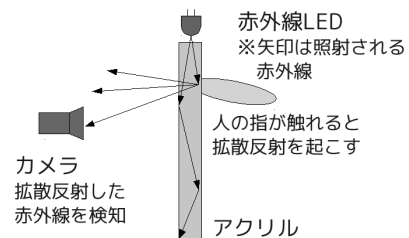


Fig. 4 指が触れたときの反射



Fig. 5 円筒型マルチタッチディスプレイ

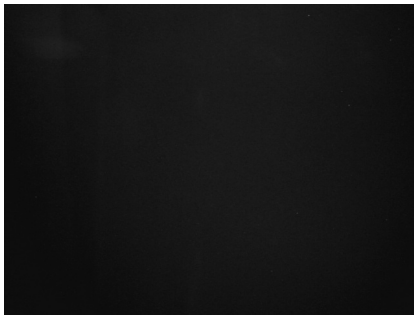


Fig. 6 ディスプレイに触れていないときのカメラ画像



Fig. 7 ディスプレイに触れたときのカメラ画像

2.2 ディスプレイの実装

本研究で構築した円筒型マルチタッチディスプレイを Fig.5 に示す。ディスプレイの本体となるアクリル管には外径 300mm、高さ 300mm の物を使用し、画像を表示するために円筒内面にトレーシングペーパーを貼り付けている。赤外線は波長 670nm の赤外線 LED(東芝製 TL231) を使用して照射する。本研究ではこの LED を並列に接続し、円筒の切断面に 4cm 間隔で設置した。LED は 5V の電源で駆動する。赤外線の反射を判別しやすくするためカメラ内の IR フィルタを取り除き、可視光を除去するフィルタを取り付けた。このディスプレイに指が触れていないときのカメラ画像を Fig.6、触れたときの画像を Fig.7 に示す。

3. 機器の構成

本研究で使用する機器の構成を Table1 に示す。

円筒型ディスプレイに画像を表示するための方法として、本研究では円筒内部に貼り付けたトレーシングペーパーにプロジェク

Table 1 使用する機器の構成

PC	HP dm3i ハイスペックモデル
プロジェクタ	L1v2 レーザーピコプロジェクタ
HDMI-VGA 変換器	HDFuryIII
HDMI ケーブル	Xbox360 HDMI AV ケーブル
USB-VGA 変換器	USB-RGB2
カメラ	Microsoft LifeCam VX-6000

タによって画像を投影する方法を用いる。ロボットで移動しながら円筒面に連続して画像を表示するため、4 台の小型プロジェクタをロボットに載せてディスプレイ下部から画像を投影する。投影先が曲面であるため、一般的な液晶プロジェクタでは一部しか焦点が合わず画像がぼやけてしまうことが考えられる。このため、本研究では使用するプロジェクタにレーザープロジェクタを選択した。このプロジェクタはレーザー光源を利用しているため、投影先の形状や角度に関係なく常に焦点が合った状態を保つことができる利点を持っている。また、このプロジェクタは入力として VGA 端子を持つ。対して本研究で使用する PC は出力としては VGA 端子を一つ、HDMI 端子を一つしか持っていないため、4 台のプロジェクタへと画像を出力するためには変換器を使用する必要がある。本研究では HDMI 端子からの変換器として HDFuryIII を 1 台、USB 端子から VGA 端子への出力を可能にする USB-RGB2 を 2 台使用することで PC 本体の VGA 端子も含めて 4 台のプロジェクタと接続を行うこととした。

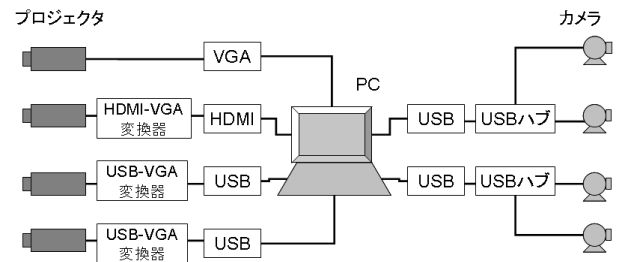


Fig. 8 接続の模式図

カメラもプロジェクタと同様に 4 方向からディスプレイの内面を撮影し、接触点の認識を行う。カメラは先行研究を参考に広角レンズを持つ物を利用する。PC とは USB ハブを通して接続することを考えている。

4. ロボットの設計

ここではロボットにディスプレイを搭載するための機構の設計について案を述べる。本研究では筆者が所属する研究室で開発された移動ロボット「山彦」(Fig.9) をベースに、アルミフレームを組み合わせることでディスプレイを載せる台座を作る。アルミフレームは 1 列溝の 20mm 角のものを使用する。ロボットの全体図を Fig.10 に示す。

4.1 支柱の作成

ロボットにディスプレイ本体やプロジェクタを載せるため、まず前後左右の 4 箇所から地面に垂直になるようにアルミフレーム

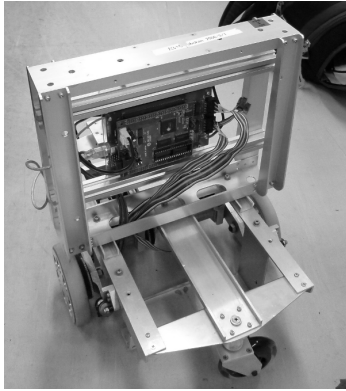


Fig. 9 移動ロボット「山彦」

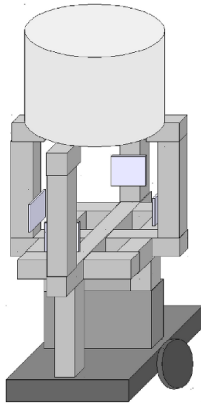


Fig. 10 ロボットの全体図

を取り付ける．この支柱に次節以降で述べるフレームとディスプレイを載せて固定する．PCはフレーム内部にクッション付の籠を取り付け、その籠の中に入れて移動する．

4.2 プロジェクタ・カメラの設置

まず、長さ 35cm の線分が直交するようにアルミフレームで十字を作り、プロジェクタをそれぞれ十字の中心から伸びる 4 つの辺上に載せる．投影に必要な距離を確保するため、プロジェクタは十字の外へ向けて設置し、鏡で画像を一度反射させてからディスプレイに投影する．プロジェクタはステンレス板に簡単な枠を作ってはめ込み、Fig.11 のようにステンレス板の後方とアルミフレームを蝶番で固定することで上下に角度を調整できるようにする．調整用のアルミフレームを前後に動かして角度を調整し、アルミフレームとプロジェクタをバンドで留めて固定する．

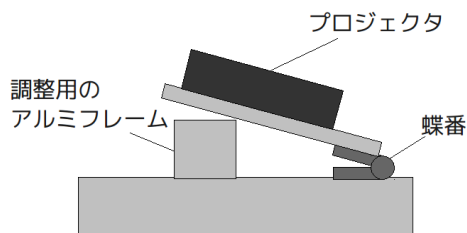


Fig. 11 アルミフレームへの設置

次に、アルミフレームを Fig.12 のように拡張し、新たに増設し

た部分から十字の中心を向くようにカメラを設置する．カメラの角度もプロジェクタと同様に蝶番で角度を調整できるようにし、バンドで固定する．

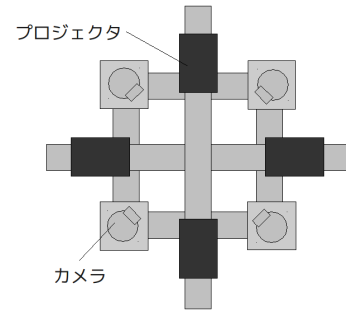


Fig. 12 カメラの設置場所

4.3 ディスプレイの設置

前節で作成したフレームに、Fig.13 に示すように垂直にアルミフレームを取り付け、その上部にディスプレイを設置する．プロジェクタが投影する画像を反射する鏡はこのアルミフレームに取り付け、上部のディスプレイへ向けて画像を反射する．

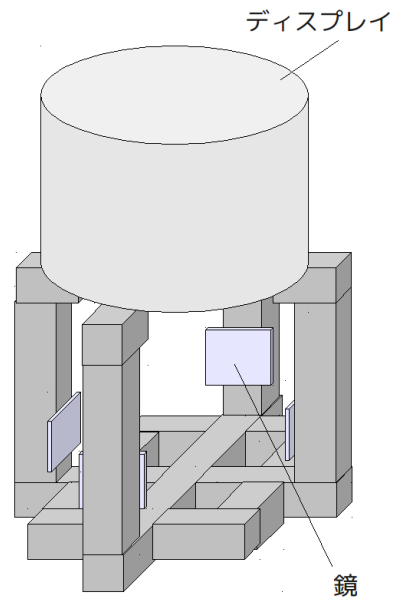


Fig. 13 ディスプレイの設置

5. 実装するアプリケーションの案

本章ではロボットに実装するアプリケーションの案として 2 つの案を記述する．1 つめは博物館の展示物紹介・館内案内ロボット、2 つめはアンケート収集ロボットである．

5.1 博物館案内ロボット

本節で提案するロボットは博物館に 4~5 人のグループで来場した客を対象とする．利用者はそれぞれロボットに観賞したい展示物を入力する．ロボットは現在地からの距離や希望者数を元に次に案内する展示物を決定し、目的地へ利用者を誘導する．ロボットは利用者のいる方向に展示物の紹介文を表示し、また案内

中も現在位置に応じて近隣の展示物や休憩所を表示する。従来の平面型のタッチパネルディスプレイでこのようなロボットを実現しようとした場合、利用者はディスプレイの正面に固まって行動しなければならず、また同時に閲覧できる情報も制限される。円筒型ディスプレイを使用する場合は利用者はロボットを中心に自由な位置取りができ、またそれぞれが見たい情報をそれぞれのペースで読み進めることが可能になる。

5.2 アンケート収集ロボット

本節で提案するロボットは屋内の一定範囲を巡回し、測域センサを用いて人間を捜す。人間を発見すると接近し、アンケートの協力を要請する。アンケート入力中はその場に停止し、興味を持った他の人間の接近を検知するとその人間がいる方向にも入力画面を表示する。周囲に人間がいなくなると再び巡回を開始し、アンケートの協力者を探し始める。このように、タッチパネルを備えたロボットを使用することで人間を使わなくても積極的にアンケートの収集を行うことが可能になる。

6. 予備実験

前章で提案したロボットを実現するための予備実験として、ディスプレイへの接触を介してロボットの操作が可能か確認を行った。簡略化のためアクリル管をロボットに直接固定し、プロジェクタとカメラを1台ずつ使用して画像の投影、接触点の認識を行う。本実験では Fig.14 で示した画像を円筒型マルチタッチディスプレイに投影し、三角形に触れると三角形が指す方向へ進み、四角形に触れると走行を停止するプログラムを実装して動作確認を行った。接触点の認識は Fig.15 のような流れで行い、各図形の中心の座標から上下左右 50 ピクセル以内に接触点がある場合はその図形に触れているものとした。ロボットは利用者が図形に触れた指を離すと指定された動作を実行する。以上のようなプログラムを実行したところ、ディスプレイへの接触を介してロボットの操作が可能であることを確認できた。(Fig.16,17)。



Fig. 14 投影した画像

7. 今後の課題

今後の方針としては、今回の設計をより詳細化してハードウェアの実装を行い、移動ロボットに備えるインタフェースとしての円筒型マルチタッチディスプレイの有用性を評価していく予定である。

参考文献

- [1] 総合警備保障株式会社: "巡回警備ロボット Reborg-Q", 入手先<http://www.alsok.co.jp/corporate/robot/reborg_q.html> (入手日 2010年7月6日)。
- [2] 内藤 真樹, 小林 敦友, 志築 文太郎, 田中 二郎: "円筒型マルチタッチインタフェース", 情報処理学会研究報告, Vol.2008, No.11, pp.37-43, 2008.

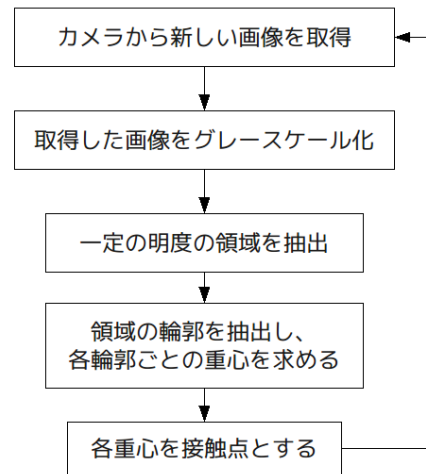


Fig. 15 認識の流れ

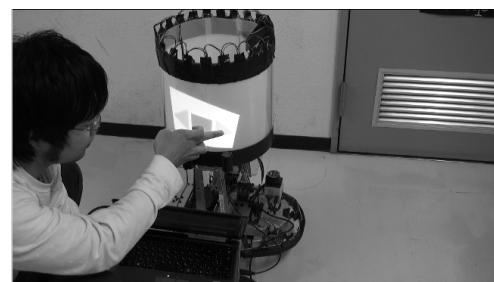


Fig. 16 実験の様子 1

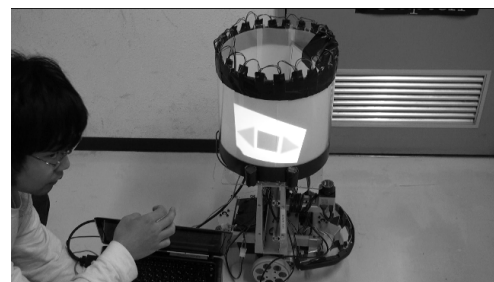


Fig. 17 実験の様子 2

- [3] 内藤 真樹, 小林 敦友, 志築 文太郎, 田中 二郎: "円筒型マルチタッチインタフェースによるインタラクション", 情報処理学会第 70 回全国大会, CD-ROM, 2008.
- [4] Jefferson Y. Han: "Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection.", *UIST '05: Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 115-118, New York, NY, USA, October 2005. ACM Press.
- [5] 株式会社テムザック: "テムザック | ロボットラインナップ", 入手先<<http://www.tmsuk.co.jp/lineup/aidu/index.html>> (入手日 2010年7月6日)。
- [6] 酒井 龍雄, 中嶋 久人, 西村 大輔, 上松 弘幸, 北野 幸彦: "病院内搬送用自立移動ロボットシステム", 松下電工技報, Vol.53, No.2, pp.62-67, 2005.
- [7] 総合警備保障株式会社: "ALSOK ニュース", 入手先<[http://www.alsok.co.jp/company/news/news_release_details.htm?alpc_news.news_detail\[id\]=1022](http://www.alsok.co.jp/company/news/news_release_details.htm?alpc_news.news_detail[id]=1022)> (入手日 2010年7月6日)