

ネットワークをベースにした文具レンタルロボットシステム

スマレ セイドゥー*, 大矢 晃久**, 油田 信一*
* 筑波大 ** 筑波大 / 科技団, さきがけ研究 21

A Network-based Stationeries Rental Service Performed by an Autonomous Mobile Robot

Seydou SOUMARE*, Akihisa OHYA** and Shin'ichi YUTA*

*University of Tsukuba **University of Tsukuba / PRESTO, JST

Abstract—In this article, the authors report on an practical application of mobile robot playing an active part in human daily life. The application we propose in our study, is about a mobile robot operating in an office environment. The robot interacts and takes frequent orders from humans through a computer network and then navigates through a real world environment to provide them stationeries as items to rent and later on to return back. We present the details our mobile robot application, our approach and implementation in realizing it.

Key Words: Mobile robot, Robot on Network, Rent-a-stationery

1. はじめに

従来、ロボットの実用的な利用は主に工場での産業用に限られていたが、近年では人間の日常生活で活躍するロボットも開発されている [1,2]。本研究では、移動ロボットが日常生活の中で役に立つかどうかを調べるために、『作業としては“移動する”ことだけを通して、人間の住む環境中で役に立つロボット』を目指すことにした。そこで筆者らは、移動しながら、文具の貸与・返却を行うロボットシステムの開発を具体的なタスクとして設定した。

本稿では、ネットワークをベースにした文具レンタルロボットシステムの構想、その実現に向けて設計したロボットのシステム構成とそのインプリメントについて述べる。

2. 文具レンタルロボットシステム

2.1 概要

本研究では、ロボットに与えるそれぞれのタスクの概要を下記のように設定した。

1. 遠隔地にいる人間Aが自分の作業で必要とする文具をパソコンの画面上で指定する。
2. そのことが、通信によりロボットに伝えられる。ロボットは筐体上に搭載された箱の中に多種類の文具を装備している。
3. ロボットはAが使いたい文具が、その時点で箱の中にあるか否かを確認する。
4. その存在を確認したらロボットはAの所まで移動し、文具をAに貸与する。
5. もしもAが頼んだ文具が、その時点で箱中に無かった場合は、その文具を貸しているBに文具の使用状況を問い合わせる。
6. Bがその文具を使い終わっていた場合には、ロボットはまずBの所まで移動し、文具を返却してもらってから、今度はAの所まで文具を貸しに移動する。
7. Bが文具を使用中で返却できない場合には、ロボットはそのことをAに伝える。
8. ロボットは所有するの全文具の貸出状況を答えたり、文具使用の予約を受け付ける。予約した場合、予約時刻に指定した文具を届ける。

2.2 必要な機能

設定した各々のタスクを実現するために、必要な機能を列挙すると以下ようになる。

1. 人間とのインタフェース

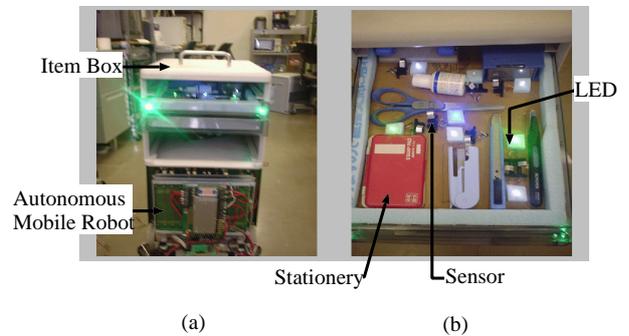


Fig.1 Yamabico robot supporting the Item Box

2. 目的地までのナビゲーション
3. 文具の検出及び管理

3. システム構成

上述した様々なタスクを実現することに当たって、筆者らは次のようなシステムを構成した。まず、用いるロボットは筑波大学知能ロボット研究室で開発された山彦(約50cm(W)x50cm(D)x60cm(H)、重量は約10kg)である。山彦は左右方向に二つの車輪をもち、それぞれのモータを駆動することによって、直進や旋回をすることができる。

山彦には文具とそれを格物する箱を載せ、さらにノート型PC(Crusoe 600MHz, Linux)と無線LANカード(11Mbps)を用いることによって、ロボットシステム全体にネットワークからアクセスできるようにした。

4. ソフトウェアアーキテクチャ

本研究では、前節で構成したロボットシステム上のソフトウェア構成を、図2に示すような3つのレイヤからなるアーキテクチャとした。それぞれのレイヤは下から、ナビゲーション層、タスクマネージャ層、ユーザインタフェース層であり、搭載される実体としては、下層は山彦ロボット、中、上層はノート型PCである。各レイヤの中身とその果たす役割を以下に説明する。

ナビゲーション層はロボットシステム全体の移動を担当する。本研究では、MaP / RouteRunner[3]というシステムを用いることによって、環境地図上での経路計画、目的地までの走行、障害物検出・回避、自己位置推定などのナビゲーション機能を実現する。

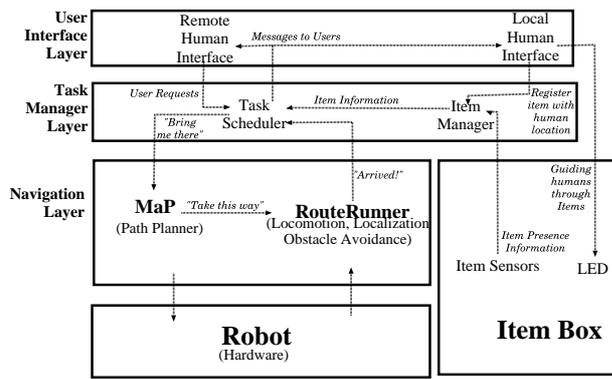


Fig.2 Software Architecture

タスクマネージャ層は本システムの中心的存在であり、タスクスケジューラと文具管理部に分かれている。まず、文具管理部は文具箱から文具のセンシング（存在）情報を取得したり、無い文具の行方、すなわち貸出し先を記録し、タスクスケジューラに文具の情報を提供する。一方、タスクスケジューラは、人間の要求を元に、特定の文具が貸出可能かどうか、別ユーザに問い合わせる必要があるかどうか、ユーザの所まで移動するかどうか、複数ユーザ間の移動順序等のロボットの行動を決めるレイヤである。また、タスクスケジューラはユーザが出した要求に対するロボットの返答も担当する。

ユーザインタフェース層は、ロボットがネットワーク越しに人間の相手をする際に用いる遠隔ヒューマンインタフェース、および人間の近くで文具の貸与・返却を行う際に使うローカルヒューマンインタフェースを担当するレイヤである。前者は人間がネットワークから要求を出した際に用いられるインターフェースである。一方、後者はナビゲーション層から目的地に到着したというメッセージを受け取って、音声合成や発光ダイオードを用いて人間との文具の貸与・返却を補助する。

5. インプリメント

5.1 文具の検出

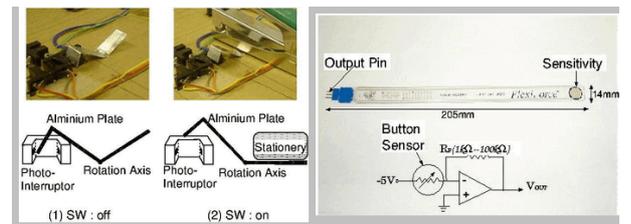
本研究では、図1に示すように、箱（レターケース）をロボットの筐体上に搭載し、文具を箱の中の決められた位置に置くこととした。文具がレターケースの引き出しの中で移動しないように、設置する文具の形を切り抜いた発泡スチロール板を用いた。なお、選定した文具は、ハサミ、ホチキス、修正液、差替ドライバ、テスタ等の計約20種類である。

文具の検出方法として、まずフォトインタラプタをセンサとして利用した。図3-(a)に示すように、フォトインタラプタとアルミ板を組み合わせて、置かれた文具が取り除かれると、アルミ板がフォトインタラプタ内部の光を遮断することによって、文具の有無情報が得られる。

もう一つの方法として、接触センサ（FlexiForce ボタンセンサ、ニッタ（株））を用いた。これは、図3-(b)で示すような極めて薄いフィルム状の力センサで、荷重を抵抗値の変化として測定できる。本研究では、このセンサと力-電圧変換回路を用いて文具を検出可能にした。

5.2 ヒューマンインタフェース

前述したように、ロボットと人間の間では、ネットワークを介した双方向の通信が行われる。その通信の手法として、本研究では、JAVAのRemote Method Invocations (RMI) 通信方式を用いて実装した。RMIはJAVAのVirtual Machineが動いている複数台のパソコン同士で成り立つ双方向のソケット通信の方式で、基本的に一台のパソコンにあるアプリケーションが、ネットワークを通じてもう一台のパソコン上にあるメソッドあるいは関数を呼び出し、遠隔に実行するための



(a) Photo-Interruptor Sensor

(b) Button Sensor

Fig.3 Stationeries Sensing

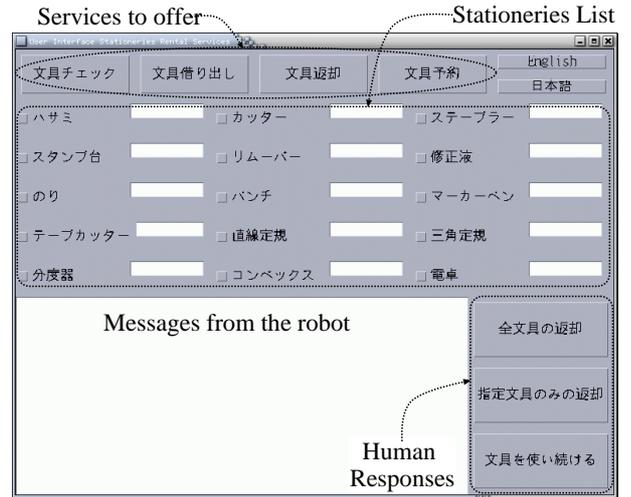


Fig.4 The Human Interface (GUI) through a computer network

通信方式である。

遠隔地において人間が利用したい文具を選択してロボットに知らせるために、グラフィカルユーザインタフェース (GUI) を構築した。図4に示すように、構築したGUIのコンポーネントは、ロボットの管理する全文具のリスト、提供する文具のサービス（借り出し、返却等）、人間へのメッセージ表示・問い合わせパネルからなる。

6. まとめ、今後の予定

人間の生活する環境下で活躍する移動ロボットシステムの例として、ネットワークをベースにした文具レンタルロボットシステムの構想、およびシステム構成について述べた。設定した様々なタスクの実現に向けて、システムのアーキテクチャを提案し、現在は、そのインプリメントを行っている。今後、実験を通してシステムの有効性を検証して行く予定である。

参考文献

- 1) J. M. Evans: "HelpMate: An autonomous mobile robot courier for hospitals", Proc. IROS 94 Germany, pp 1695-1700, 1998
- 2) R. Simmons, R. Goodwin, K. Z. Haigh, S. Koenig and J. O'Sullivan: "A layered architecture for office delivery robot", Proc. in the 1st Int.'l Conf. on Autonomous Agents, pp 245-252, 1997
- 3) 小倉智樹、油田信一: "自律移動ロボット「山彦」における自律屋内走行システムの標準機能化 - 独立した地図管理・経路計画系とシステムライブラリによる実環境内走行制御系の実現 -", 第4回ロボティクスシンポジウム, pp 359-366, 1999