

複数台自律移動ロボット研究のための 動作プログラムシミュレータの開発*

木塚 貴登*1, 永谷 圭司*2, 五福 明夫*1, 田中 豊*2

Motion Programming Simulator for Multiple Autonomous Mobile Robots

Takato Kiduka*1 and Keiji Nagatani*2 and Akio Gofuku*1 and Yutaka Tanaka*2

*1 Faculty of Engineering, Okayama University

*2 The Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

This paper describes a development of motion programming simulator for multiple autonomous mobile robots. 3D simulator has been developed to avoid unexpected motion caused by bugs in the program. Communication between simulated environment and robot has been used process communication with shared memory, that can use multiple mobile robots on this simulator.

Key Words : Simulation,OpenGL,Gtk+

1. 緒 言

近年、多くの大学や研究機関でロボット研究が盛んに行われている。しかし実際にロボット研究を行っていると、どのような問題が発生するか予測がつかないため、常に動作検証を実機で行うわけにはいかない。

そこで、本研究では、ロボットの動作プログラムの検証を、実機ではなくソフトウェアのシミュレータ上で行う環境の実現を目指す。また、直感的に理解しやすい3次元のアニメーションであればシミュレートした結果や問題点が明瞭に判断できる。そこで本研究では、本研究室所有の自律移動ロボット「山彦」を対象とした、3次元の動作プログラムシミュレータの開発を行うこととした。

2. 山彦のシステム構成と動作プログラム

2.1 システム構成 本研究室で使用する移動ロボット「山彦」は、筑波大学で研究開発が行われている山彦型ロボットをベースに、本研究室で研究開発を行ったものである。この山彦は、左右2つの車輪が駆動輪となっており、この左右2つの車輪を独立のモータで個別に制御することで、任意の指定経路を走行させることができる。自己位置推定には、モータのエンコーダから得られるパルス数を用いたオドメトリによる自己位置の推定法を採用している。

本研究室では、山彦を2台所有しており、マニピュレータを搭載した山彦 (Fig.1) と、単眼視カメラを搭

載した山彦 (Fig.2) が存在する。これらの山彦の走行制御部と位置推定部は共通であるので、同じ走行コマンドを利用し、走行させることができる。

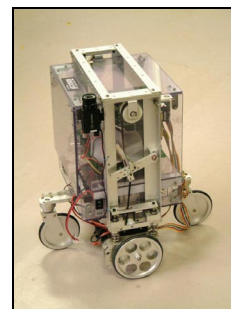
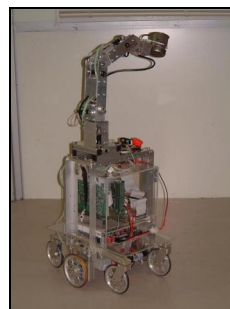


Fig. 1 Yamabico1 Fig. 2 Yamabico2

2.2 コントロールアーキテクチャ 山彦のコントロールアーキテクチャは、Fig.3 に示す通り、システムプログラムと動作プログラムの2つのプログラムから構成され、独立のプロセスとして動作しており、この間はプロセス間通信を用いて情報を送受信する。システムプログラムは、主にロボットの基本的な動作を実現するものであり、動作のパラメータは動作プログラムより渡される。よって、ユーザは動作プログラムの変更のみで、山彦を動作させることができる。

2.3 動作プログラム 山彦の走行制御コマンドは、筑波大学の山彦で使用されている走行モジュールソフトウェア「Spur」を参考に整備し、実装を行った⁽¹⁾。この制御コマンドは、Cの関数として実装されており、直線に追従して進む・旋回する・停止するなどの基本的な動作を組み合わせることで、ユーザの望む自在な走行を可能とする。また、マニピュレータの制

* 原稿受付 2002 年 03 月 01 日

*1 岡山大学工学部システム工学科

*2 岡山大学大学院自然科学研究科

Email: tkizuka@syscomp0.sys.okayama-u.ac.jp

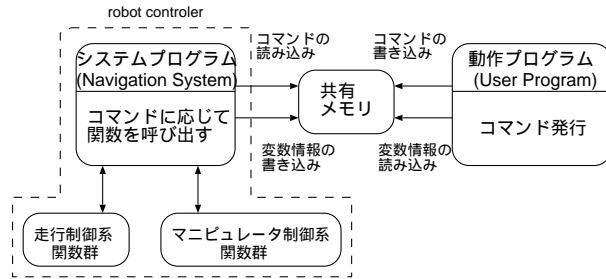


Fig. 3 Navigation control system

御のため、マニピュレータ制御コマンドを付加した動作プログラムは、これらのコマンドの組み合わせで構成される。本研究におけるシミュレーション対象は、この動作プログラムである。

3. 動作プログラムシミュレータの構成

対象とするロボットは、マニピュレータ搭載型山彦とカメラ搭載型山彦の2台とした。シミュレータは、各動作プログラムの実行経過をPCの画面上にGtk+(Gimp Tool Kit)及びOpenGLを利用して3次元で描画させ、動作の様子を確認できるものとした。また、Fig.4に示すように、2台の山彦は完全に独立したプログラムで動いており、各動作プログラムは、環境表示部や他方の山彦に依存せず、独立してシミュレータに参入できる。つまり、単独で動作させることも、複数台で動作させることも可能である。

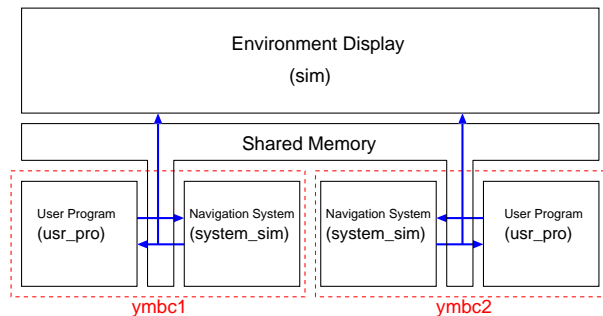


Fig. 4 Relation of Programs

4. シミュレーション例

同一の動作プログラムを用いて、シミュレータの動作検証とロボット実機での動作の比較を行った。

4.1 Ex.1: マニピュレータ搭載型山彦によるゴミ捨て

4.1.1 動作内容 移動ロボットがマニピュレータにゴミを把持した状態で、ゴミ箱の手前まで移動する。ここでマニピュレータがゴミ箱の上へ移動した後に、ハンドが開きゴミ捨てを行う。

4.1.2 動作結果 シミュレータによる動作の結果は、想定した軌道に沿って移動ロボットが追従し、ゴミ

ミを捨てた。実機の動作では、5回試行に対し、4回成功した。失敗した1回は、最初の移動ロボット設置場所がずれていたことに加えて、オドメトリの誤差が発生したことが原因であった。

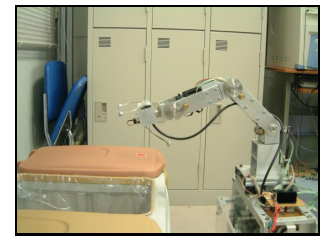
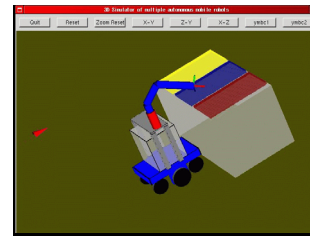


Fig. 5 Simulation of Ex.1 Fig. 6 Test run of Ex.1

4.2 Ex.2: 2台の山彦による衝突回避

4.2.1 動作内容 2台の山彦の走行経路が直角に交差する経路を指定する。山彦同士が接触しそうになれば、一方の山彦が停止して衝突を回避する。

4.2.2 動作結果 シミュレータによる動作結果より、衝突回避が確実に行われていた。実機の動作では、オドメトリの誤差が発生するため、山彦同士がかなり近接した時があったが、衝突は回避できた。

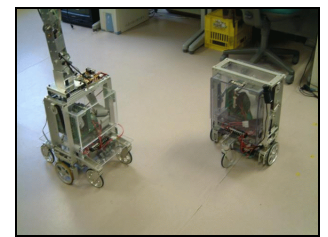
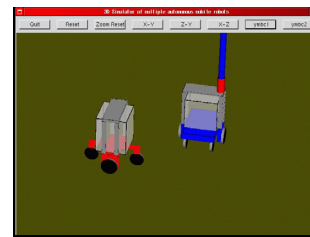


Fig. 7 Simulation of Ex.2 Fig. 8 Test run of Ex.2

5. 結 言

本稿では、複数台自律移動ロボット研究のための動作プログラムシミュレータの構成について述べた。また、同一の動作プログラムを実機に適用し、シミュレータの動作検証と比較することで、シミュレータの有用性を確認した。

今後の課題として、ロボット実機のセンシングをシミュレートできる、疑似的なシミュレータ用のセンサの実装などを行い、より精度の高いシミュレーションを実現することが挙げられる。

文 献

- (1) 入江雅洋, 明賀陽平, 永谷圭司, 五福明夫, 「PC/AT 互換機を用いた自律移動ロボットシステムの構築と走行制御に関する研究」, “ロボティクス・メカトロニクス講演会”, IP1-G5, (2001)
- (2) OpenGL Architecture Review Board 著, 株式会社アクロス 訳, OpenGL リファレンスマニュアル 第2版, 株式会社ピアソン・エデュケーション, (1999)