D35アイコンを使ったロボットの通信と制御のためのプログラミング環境の開発

Development of programming environment for communication and control of robots using icon

○ 上田 貴也 (福岡大) 長井達一郎 (福岡大)
木下 邦昭 (沖通信システム) 田中 充 (沖通信システム)
正 荒牧 重登 (福岡大)

Takaya Ueda, Fukuoka University, 8-19-1 Nanakuma, Jonan-ku, Fukuoka
Tatsuichiro Nagai, Fukuoka University
Kuniaki Kinoshita, Oki Telecommunication Systems Co.,Ltd.
Mitsuru Tanaka, Oki Telecommunication Systems Co.,Ltd.
Shigeto Aramaki, Fukuoka University

Key Words: *File programming, Icon programming, Robotic programming environment, Robot arm, IML, Microswitch*

1. はじめに

我々は、アイコンを使ってロボットアームの制御プログラムを作成する環境を開発中である。アイコンを使うことによってユーザの負担を軽減できる。また、人間とロボット制御プログラム作成のインターフェースがフレンドリーなものとなり、小学生にも親しみやすいものになり教材として利用することも可能になる。

2. 設計方針

このシステムではプログラム作成の教材として使用することも念頭においているため、安価なロボットアームを使用する。そのためにイーケイジャパン製のロボットアーム[ELEKIT MR-999CP]⁽¹⁾を改造し、アイコンもプリミティブなものからより複雑なアイコンが操作できるように階層構造をとる。プログラムの構文も初心者にとってわかり易いものでなければならないので筆者らが開発した IML 言語⁽²⁾の概念を導入する。

3. システムの構成

設計方針に基づいて開発しているシステムの構成を述べる。

3-1 システム構成図

全体のシステム構成図をFig. 1に示す。パソコンとロボットアームとを PIC を介してつなぎロボットを制御する。

Fig. 1 System Composition

3-2 ロボットアーム

使用するロボットアームの改造した主な箇所は #1 ~ #3 の各自由度にポテンショメータをつけ回転角度を検出できるようにした。物体の位置の検出などに使うため手先にマ

イクロスイッチをつけた。ロボットアームの写真をFig. 2に示す。

Fig. 2 Robot Arm and PIC Board

4. アイコンの種類と機能

4-1 プリミティブなアイコン

代表的なプリミティブなアイコンを次にあげる。

- (1) 各自由度を回転させるアイコン
- (2) 手先の直交座標系における x、y、z 座標値を指定させるアイコン
- (3) プログラムの流れを制御するアイコン
- (4) 指を開閉するアイコン
- (5) ネットワーク用のアイコン
- (6) センサ情報取得のアイコン

4-2 アイコンの階層化

ほとんどのプログラム言語にマクロ機能があるように、このシステムにも複数のアイコンを1つのアイコンとして定義することができ、アイコンを階層化することができる。これによってプログラマのスキルに応じて階層的にプログラミングが可能になる。小学生などの初心者では「物をつかむ」とかロボットの動作に基づいてプログラムをすることが多いと思われるのでこの機能は必要である。

4-3 アイコンの操作

アイコンの操作としては次の機能がある。

- (1) 定義したアイコンの内容を表示する。
- (2) アイコンの内容の変換機能

たとえば、直交座標系における x 、 y 、 z 座標値で表示したアイコンを関節座標系の各自由度の角度に変換する機能。あるいはその逆の変換の機能である。これはアームの逆運動学、順運動学の座標変換に対応する。

(3) 通信機能

ネットワーク用のアイコンを使って複数のロボットアームを協調制御させる機能である。

5. ロボット言語 IML の概念の導入

ロボットの制御プログラムを作成する場合、そのプログラム言語は一般の計算機言語と同様に構造の簡明さ、概念の統一性、機能の拡張性などが要求される。また、実際の現場では作業者がロボットを操作する場合、言語が対話性にすぐれていること、初心者にとってその言語が学びやすいことも重要である。我々はすでに関数型言語を持つ会話型プログラム作成の高生産性を導入した動作記述型ロボット言語 IML のプロトタイプを開発している。この言語の次のような特徴を本システムにも導入する。

- (1) ロボットや作業対象物の位置を教示しながら作業プログラムを作成できる。
- (2) 教示した軌道(手先の位置のベクトル列)を定義でき、プログラムの中に組み込むことができる。また、座標変換によって教示したときと異なる位置でその軌道を再生できる。その場合、力の制御を行いながら再生できる。
- (3) 作業空間に設定した作業座標系で動作を記述できる。

6. 試作システム

今回のアイコンプログラミング環境の試作システムの概要を Fig. 3 に示す。

Fig. 3 Overview of system

本試作システムは、GUI、作業教示モジュール、プログラム編集モジュール、プログラム翻訳モジュール、プログラム実行モジュール、順・逆運動学計算モジュール、プロトコル変換モジュール、ネットワーク通信モジュール、シミュレーションモジュール、アイコンプログラム管理部からなる。

ユーザは、GUIを通してロボットを直接操作し、作業に必要なアームの位置・姿勢を指定する教示モジュールとロボットの命令をアイコンを並べることによりプログラムするプログラム編集モジュールを用いて、ロボットの作業プログラミングを行う。編集されたプログラムやロボットの位置姿勢は、アイコンプログラム管理部に保存される。編集されたプログラムはプログラム翻訳モジュールで、直交座標を関節角度に変換を行う。翻訳されたプログラムはプログラム実行モジュールにより実行される。実際のロボットへの命令はプロトコル変換モジュールで、システムとロボット間の通信プロトコルに合わせて変換され送信される。また、ロボットからのセンサ値などはプロトコル変換モジュールでロボット

から受け取られ、プログラム実行モジュールに渡される。他のロボットとの協調作業を行う場合など、他の通信システムとネットワークを用いて通信する場合は、ネットワーク通信モジュールがその通信を管理する。シミュレーションモジュールでは、作成された作業プログラムの動作を仮想空間上で安全に確認するためのものである。現在、このモジュールは開発途中であり、将来的に組み込まれる予定である。

7. 作業の記述例

ロボットの教示では手先の位置を直交座標系での座標値で教えるものと、各関節角度を教える2種類がある。また教えた位置を関節角度のまま再生する方法と、位置座標値を関節角度に座標変換して再生する方法がある。その場合、だいたいの位置を教えてあとは手先につけられたマイクロスイッチを使って制御を行なうことも可能である。この機能を使ってプレイバック方式とプログラム制御方式を教育することができる。

アイコンの使用例を Fig. 4 に示す。

Fig. 4 Example of using icons

8. おわりに

ロボットといっても所詮はコンピュータである。そのためにプログラムを書くことになるが、本システムでは、アイコンを使ってユーザーフレンドリーな制御プログラミングの環境を構築することを目指した。このシステムを組み込みプログラミングやロボットの導入教育、ロボットの動き(シミュレータを含む)を見ながら一般のプログラミング言語教育を行うための教材の開発などにも利用できるのではないかとと思われる。今後は多くの人に使ってもらいながらシステムを洗練させていく必要がある。

参考文献

- (1) 株式会社イーケイジャパン: "ROBOT ARM MR-999 説明書", 1998.
- (2) 荒牧 他: "会話型ロボット言語 IML のセンサ機能", 日本ロボット学会誌, 第3巻, 第3号, pp.16-24, 1985.