

# 音声認識ができるHOME-ROBOTの 設計・製作

## —開発課題の取り組みについて—

九州ポリテクカレッジ  
(九州職業能力開発大学校)

吉田啓孝・二村久夫・田中 晃

### 1. はじめに

本課題は、開発課題のテーマとして設計・製作に取り組んだものである。開発課題では、製品の企画開発から製作までの具体的な“ものづくり”を、課題学習を通して実施している。そのなかで、企画開発能力や設計・製作の具体的な手法を養い、実践力のある学生の育成を目指している。

今回、製作したロボットは、生産システム系3科（機械・電子・情報）の学生12名が、各自の専門性を生かし、設計製作に取り組んだものである。

背景としては、近年のロボット技術の著しい進歩や今後ロボットに期待される分野を考慮し、日常生活のなかで人との簡単なコミュニケーションや一定のサポートができる自立型ロボット（愛称：HOME-ROBOT）を開発することとした。

本稿では、この課題を通して開発課題の指導方法と、製作したロボットについて報告する。



写真1 ロボット初起動日

### 2. ロボット製作の取り組み

#### 2.1 仕様作成

まず、われわれはロボットが家庭内でコミュニケーションをとるために、必要な機能について検討した。

そして、その結果を特性要因図にまとめ、提案された機能が実際に製作可能であるかを、技術面、製作費用、製作期間の3項目について判断し、ロボットの機能を決めていった。その結果、音声の認識ができ、簡単な会話や指示された動作ができること。さらに、日常生活のサポートとして、テレビのリモコン操作や日用品（例としてジュース缶）の持ち運びができるロボットを製作することにした。

図1にロボット機能のイメージ図を示す。

この機能をもとに、設計製作の具体的な仕様を

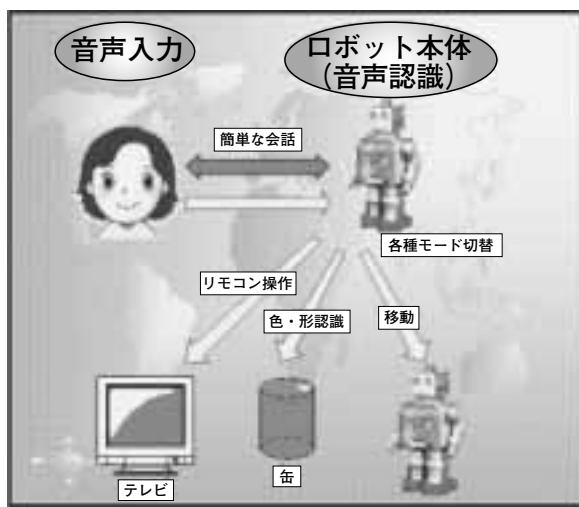


図1 ロボット機能のイメージ図

成し、製作の第一歩を踏み出すこととなった。

## 2.2 年間計画

当校では、開発課題発表会を2月上旬に実施している。この発表会で、連続運転試験が終了した完成度の高い作品を発表することを目標とした。そこで、ロボットの完成を12月末に設定し、各専門分野の設計、製作、組立、調整の期間を逆算して年間計画を作成した。

特に留意した点は、機械科が担当する機構部の完成時期である。設計製作の過程は、まず機構部が完成し、次に制御装置が組み込まれ、最後に制御プログラムが入力され、装置本体のデバッグが行われる。

したがって、機構部の完成が遅れると、全体の仕上がりが遅れることになる。そこで、機構部の加工完了を9月末、組立完成時期を10月末に設定した。

機械科としては、設計製作期間が短く、物足りないかもしれないが、作品の完成を優先するうえでは必要なことである。そこで、機械科の10月以降の課題として、設計改善をした機構部を再度作製することとした。具体的には、組立時や動作テスト段階で発生した各種問題点を改善し、設計変更を行った機構部を再度製作することである。このようにして、最終的に完成度の高い機構部を製作することを目標として取り組んでいった。

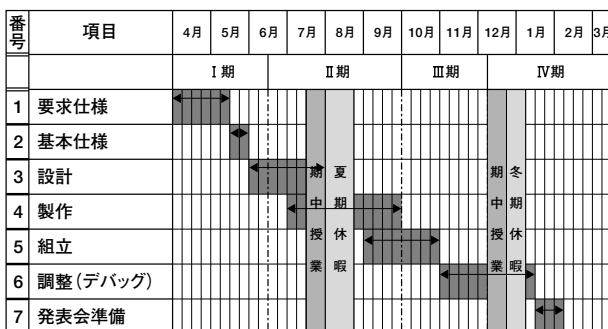


図2 年間計画表

## 2.3 役割分担

今回目標としたロボットの設計・製作においては、機械・電子・情報の技術分野が複合されており、それ

ぞれの分野間の境界がわかりにくい。そのため、設計に入った段階で、各専門分野の境界を明確にする必要があり、メンバー全員で十分討議を重ねた結果、図3のように作業分担を決め製作することとした。

科	作業の分担
機械科	ハンド部・車輪部の設計製作 筐体の設計 センサや各種部品の設置 モータ選定および設置
電子科	各種センサ回路作製 モータ制御プログラム作成 赤外線発信回路作製 電源回路作製
情報科	全体の動作プログラムの作成 画像認識および処理 音声認識および処理

図3 作業の分担表

## 2.4 進捗管理

作業の進捗は、目で見える管理を基本として実施し、グループ全員が共通の認識を持って進捗状況を把握することを原則とした。目で見える管理の実施方法は、模造紙に担当者の名前、作業内容、期限を記入し、作業計画一覧表を作成する。そして、この一覧表を全員が見える場所に貼りだすことによって、作業内容や進捗状況がひと目でわかるようにした。このようにして、グループ全員が作業内容を把握している



写真2 作業計画一覧表

のである。写真2に作業計画一覧表を示す。

進捗チェックの方法は、毎週金曜日に、グループ全員が集合し、おのおのが今週の作業の進捗状況や問題点などについて報告する。そこで、今週の予定が終了し、問題点がなければ次週の予定について作業内容を決める。もし、期限までに計画した作業が終了していなければ、問題があるものとして、全員で解決案を検討し、新たな期限を決めて再度トライする。

このようにして、毎週金曜日には、新たな作業計画表が作成され、これを1年間毎週欠かさず実施することによって、作業の遅れをなくし、計画どおりの作業を可能にした。ただ、実際には技術的な問題の解決に時間がかかり、多少進捗が遅れたが、大幅な遅れは発生しなかった。

## 2.5 指導方針

指導の基本的な考え方は、PDCAのサイクルを最大限にまわし、スパイラルアップを繰り返すことである。それにより、学生が技術面の向上や管理の手法を学ぶことを目標とした。

PDCAのサイクルを実施するうえで、特に次の三点に注意した。一点目は計画をたてたら、計画どおりに実施する。二点目は、簡単にあきらめない。三点目は最適なアクションをとるということである。

アクションは、PDCAのサイクルのなかで最も重要であり、アクションを適正にとったかどうかが成功の鍵につながる。

図4にPDCAのサイクルを示す。

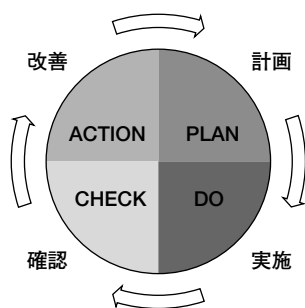


図4 PDCAのサイクル

学生の場合、プランは上手くたてるが、実施段階においてつまづく場合が多く、適正なアクションがとれずに、自分なりの判断でPDCAのサイクルから外れた方向に進む場合がある。そこで、毎週金曜日の進捗チェックでは、発生した問題に対して原因の追求を徹底的に行い、問題が解決するまで対策を繰り返すことを行った。同時に学生の技術力の向上や目標意識の向上が図れるように進めた。

## 3. Home-Robotの設計・製作について

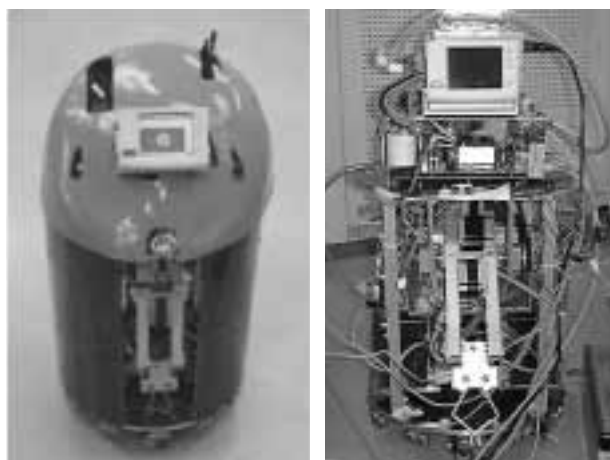
### 3.1 概要

本ロボットは自立型のロボットで、音声認識により簡単な対話や移動が可能である。また、カメラや各種センサ、ハンドを搭載しており、声によるテレビのチャンネル操作や指示された物を見つけて、人まで持ってくることも可能としている。今回作製したロボットを写真3に示す。

次に、ロボットの機能については、ホームロボットとして、家庭内で人とのコミュニケーションがとれるロボットをイメージして、以下の動作ができるようになっている。

#### 音声認識によって行う動作

- ① 簡単な対話を50語程度理解する。



ボディ装着時

ロボット本体

写真3 製作したロボット

- ② 温度・湿度・時刻を知らせる。
- ③ 簡単な計算を行う。
- ④ 音楽データを再生する。
- ⑤ テレビのチャンネル操作をリモコンで行う。
- ⑥ 「前進」「後退」「右左折」「回転」をする。
- ⑦ 移動中は障害物を回避する。
- ⑧ 腕部は上下に動作し、適切な力で物をつかむ。

**自動モードの動作**

- ① 自立動作により、赤・青・黄の缶を探して、指示された色の缶をとってくる。

これらの機能は、音声認識を中心として、各種センサ信号や画像信号を処理し、音声や制御信号を出力することによって実現されている。また、本ロボットは、メインプログラムにVBを使用しており、音声認識ソフトや画像処理プログラムとリンクして全体の制御を行っている。さらに、安全性を考慮したフェールセーフ設計を取り入れている。

ここでは、非常停止を指示された場合、すべての動作を停止するプログラムや、バッテリー電圧が基準値以下になると、自動的に電源を切断する電源回路を作製するなどして、安全性を向上している。

図5に本ロボットのシステム構成図を示す。

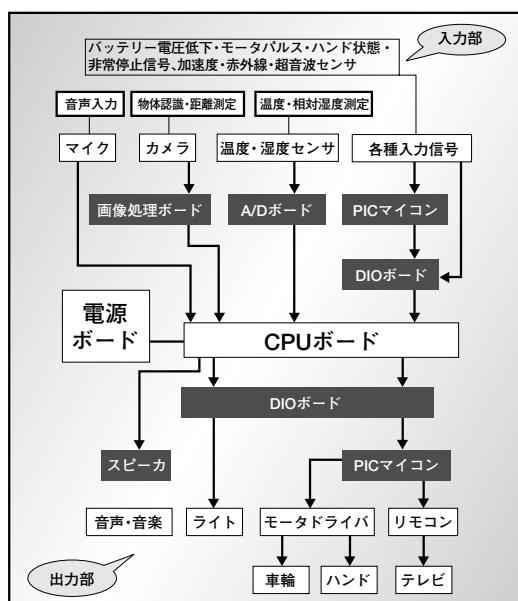


図5 システム構成図

**3.2 信号処理**

ロボット制御の信号処理は、I/OにDIOボード、A/Dボードを利用している。それぞれのボードで得たデータ信号はCPUボードに送られ、制御プログラム(VB)で解析される。車輪や腕の駆動は、制御プログラムからDIOボードへ駆動信号を送り、PICマイコンで処理した信号をモータドライバに送っている。また、超音波センサやリモコンの赤外線送信機にもPICマイコンを活用している。温度や湿度のアナログデータは、A/Dボードを介して制御プログラムに送られている。信号入出力の流れを図6に、製作した制御ボードを写真4に示す。

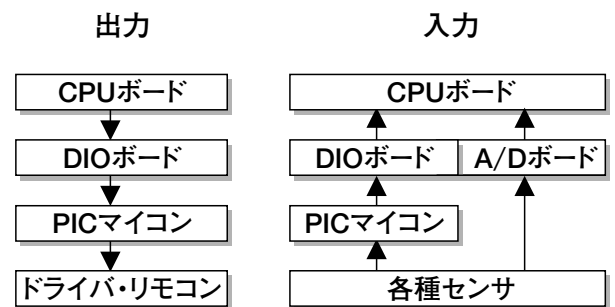


図6 制御信号入出力図

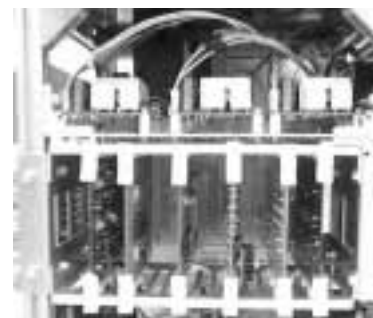


写真4 制御ボード

**3.3 音声認識**

音声認識には、音声認識ソフトVia VoicePro8.0と、開発支援ツールVia Voice SDK1.5を使用している。認識の方法は、音声認識ソフトが認識した音声データがデータベースに登録してあるかどうかを検索を行い、データが一致すれば、認識されたことになる。そし

て、認識された音声によって、制御プログラムが起動され、ロボットが行動を起こす仕組みになっている。音声認識のフローを図7に示す。

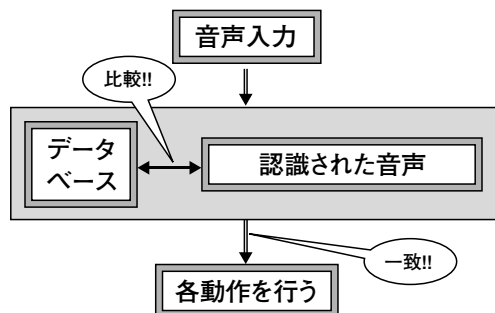


図7 音声認識のフロー

### 3.4 画像処理

画像処理には、日立製の画像処理ボードIP5000を利用し、指示された物体の検索や物体との距離測定を行っている。図8に画像処理のフローを示す。

画像処理が行われるのは、テレビのチャンネル操作時に、ロボットをテレビの方向に向ける場合、指定された物を取ってくるときに、対象物の色や形を検索し、対象物かどうか判断する場合、および物体との距離を測定する場合に利用されている。

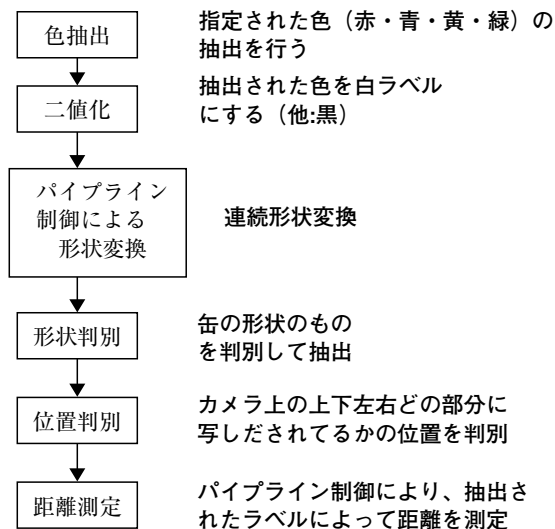


図8 画像処理のフロー図

### 3.5 ロボット製作上の改善点

ここで、ロボット製作段階で発生した問題を前述のPDCAのサイクルにしたがって、実際に改善を行った点について紹介する。

#### 機械科

○缶をつかんだときに、ハンドから缶が滑り落ちることがあった。原因は、圧力センサの応答が俊敏で反応が早すぎる点と、ハンドの材質がアルミで滑りやすいという点であった。そこで、センサ部にクッションを取り付け、ハンドと缶の接触面に滑り止めテープを張ることによって、センサ感度の適正化をはかり、摩擦力を上げて落下を防止した。



写真5 ハンド部

○最初に製作した腕は、荷重が軸の片側に集中し、駆動時に大きなトルクを必要とした。そこで、モータの配置を変更し、荷重を分配して駆動時のトルクが小さくなるよう設計変更した腕を製作した。

設計変更前の腕と変更後の腕を図9に示す。

#### 電子科

○制御基板の入力回路に、センサに使用する発信回路のノイズがのるので、入力にフォトカプラを通

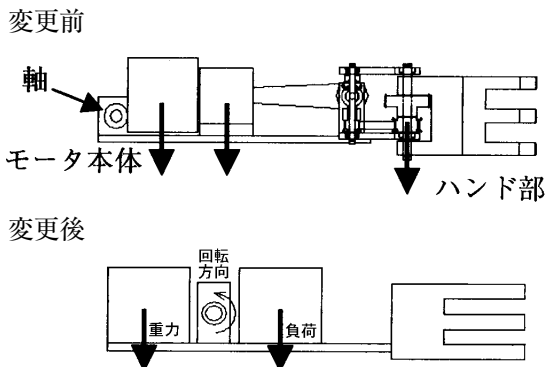


図9 設計変更前の腕と変更後の腕

すことで、ノイズを低減させた。

○バッテリーの残量が少なくなると、突然CPUがダウンするため、誤動作につながるがあった。

これを防止するため、電源回路にバッテリー監視回路を追加し、一定レベル以下になると音声で通知し、自動的にCPUをシャットダウンするようにした。製作した電源回路を写真6に示す。

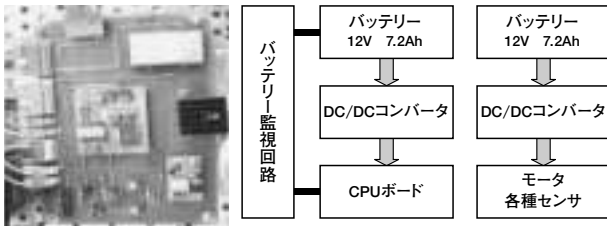


写真6 電源回路

#### 情報科

○音声認識の精度が低いので、「エンロール」を行い、認識率を上げた。

○画像による距離測定時に、実距離と測定値に誤差があるので、実験により補正曲線を求め、実距離と測定値の誤差を縮め、測定の精度向上を測った。

○メインプログラムのVBから画像処理のC言語で作成されたプログラムを実行するため、画像処理のプログラムをDLL（ダイナミックリンクライブラリ）化して、画像処理を実行させることを可能とした。



写真7 製作風景

#### 4. 今後の課題

今回製作したHOME-ROBOTの今後の課題としては、音声認識の精度向上や軽量化・コンパクト化によるバッテリー駆動時間の延長、及び画像処理の高速化などがあげられる。



写真8 ロボットデモ風景

#### 5. おわりに

本課題の製作においては、電子・情報・機械の技術の融合が非常に重要であった。おのおのが各分野の専門技術を最大限に生かして、新しい分野にも挑戦し、目標とするロボットを開発することができた。

開発課題の課題として、比較的完成度の高い仕上がりになったと思う。

#### <参考文献>

- 1) 『画像処理コマンドドライバIP5000/CD』, 日立製作所.
- 2) 谷尻かおり: 『VISUAL BASIC6による実践データベースプログラミング』, 技術評論社.
- 3) 後閑哲也: 『PIC活用ガイドブック』, 技術評論社.
- 4) 後藤卒土民: 『わかりやすい実践FRP成形』, 工業調査会.
- 5) 『トランジスタ技術』, CQ出版社.
- 6) 笠原一浩, 山本美孝: 『VISUAL BASIC5.0入門【基礎編】【活用編】』, SOFT BANK.
- 7) 浅井宗海: 『情報処理教育標準テキストシリーズ C言語』, 実教出版.
- 8) 『チュートリアルVISUAL BASICによるDIO入門書』, INTERFACE.