

開発課題『接客ロボット』を通しての指導方法

勝田 勉*

平成28年度の開発課題として、その前年度から取り組んできた「接客ロボット」を継続テーマとして指導を担当した。学生にとって開発課題は1年間の取り組みであるため、継続テーマとして実施する場合は指導員が前年度の伝承者として今年度の学生への橋渡しを行う必要があり、その指導内容と今年度の成果について報告する。

Keywords : ファミリーレストラン, タブレット, ロボット, YP-Spur.

1. はじめに

平成27年度に開発課題として実施した「接客ロボット」[1]を平成28年度も継続テーマとして実施することにした。平成27年度にコンセプトとして掲げた「親しみの持てる接客ロボット」が評価され、目標とした次年度も継続して取り組めるテーマとして認知されたと判断し、指導員からの企画テーマとして起案した。

学生にとって継続テーマは、見本があり計画が立てやすい反面、前年度を超える成果が求められるため「諸刃の剣」である。指導員にとっては、前年度の課題や取り組んだ結果を熟知しているものの、今年度の学生が自ら改善点を見出して欲しいこともあり、その指導方法に苦慮する面がある。

その指導内容と今年度の成果について報告する。

2. 計画フェーズ

平成27年度までは、4月中にテーマを起案し4月末にテーマを決定していた。5月の連休前に起案したテーマの説明会を開催し、連休明けにテーマの配置希望を行いプロジェクトがスタートする日程であった。その1ヶ月後に「デザインレビュー」といった名称で開発内容の年間計画をレビューしていた。

前年までの課題として、連休明けからデザインレビューまでの期間が1ヶ月しか取れないため十分な開発計画が出来ないことが上がっていた。そこで、今年度はテーマの起案を早め、開発課題スタートから1週間で各テーマへの学生配置を行い、4月25日には「テーマ報告会」という名称でテーマの企画内容をレビューすることにした。その結果、連休明けから1ヶ月半かけて開発計画をたて、「開発計画報告会」の名称で6月17日に下記内容でレビューを行った。

1. コンセプトの明確化
2. 最終目標と動作イメージ
3. 仕様書作成
4. 運用想定
5. 構想設計
6. スケジュール作成

2.1 コンセプトと最終目標の設定 コンセプトは前年度を継承し「親しみの持てる接客ロボット」とした。テーマは継続しているがプロジェクトメンバは交代しているため、考え方に段差ができることはやむを得な

表1 主な目標仕様と前年度との比較

	本体仕様	昨年度
高さ	1200mm	1200mm
幅	500mm	500mm
奥行	600mm	600mm
重量	50kgf	40kgf
最高速度	4km/h	3.3km/h

い。コンセプトは指導員から伝承するとして、今年度の最終動作イメージは今年度の学生達でディスカッションして決定した。

前年度は、ファミリーレストランでの客席案内と会話による注文を受けることを主眼としたが、今年度は、配膳と会計を加えることになった。

2.2 仕様書の作成 製作する具体的な仕様は、前年度の仕様を参考に作成し文書化した。表1に主な目標仕様と前年度との比較を示す。

この時点での目標仕様では、前年並みの寸法としていたが、実績では腕をスライドして配膳する機構としたことにより、腕を縮めた状態でも奥行が815mm、腕を伸ばした状態では奥行きが1115mmと大きく異なる結果となった。

2.3 運用想定 本テーマが継続テーマであることの優位性を活かして、今年度は新しい取り組みを追加した。それは、例年のポリテクビジョンに向けての製作に加え、10月に行われるポリテクフェスタでも前年度の製作物に改良を加え、展示とデモンストレーションを実施することである。

ポリテクフェスタでの運用想定は、ファミリーレストランでの運用ではなく、自治会テント前で来客するお客様をターゲットとした、次の3点を行うこととした。

1. 「ものづくり体験」や「手洗い」などの地図案内
2. 音声とタッチパネルのどちらでも対応できる
3. 音声やリモコンで簡単な動作を行う

ロボットに付属する操作端末として、Android タブレットを使用している。プログラム作成を担当する電子情報科では授業でAndroidのプログラム実習を行っていなかったため、担当した2名の学生はプログラミング練習を兼ねて、10月23日のポリテクフェスタまでに、図1に示す案内アプリと図2に示すゲームアプ

* 生産電気システム技術科

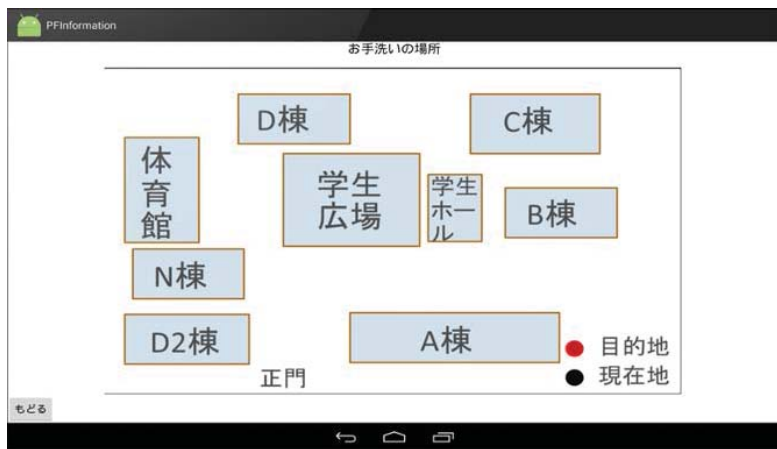


図1 ポリテクフェスタ用 案内画面



図2 ポリテクフェスタ用 ゲーム選択画面

りを完成させた。

一方、ポリテックビジョンの運用想定は前年度実現できなかった、学生ホールを使用した実演を行うこととした。



図3 学生ホールでの実演イメージ

その実演イメージを、図3を使用して説明する。

- ①客が受付タブレットに名前と人数を入力する。
- ②客情報がバックヤード用タブレットに送信され、ロボットが客を空席へと案内する。
- ③客が注文を本体用タブレットに入力すると、先払いでICカードリーダーにより会計を行う。
- ④会計が済むと、バックヤード用タブレットに注文データが送信される。
- ⑤従業員が料理をお盆ごとロボットの腕部に乗せると、ロボットは料理の提供(配膳)を行う。
- ⑥提供が終わると待機位置に戻り自動充電される。

2.4 構想設計とプロジェクト計画 これらの運用想定をもとに実施に向けた構想設計を行い、具体的な作業に向けてプロジェクト計画を策定する。学生にとって

プロジェクト計画は、授業で習っていても一から実践するのはかなりハードルが高く手探り状態である。幸いにも前年度のWBS(Work Breakdown Structure)と実績表があるため、それらを参考に作成する。

やはり継続テーマでは、前年度製作した製作物を確認したり、改善点を洗い出したり、作成する資料を参考にしたりと学生へのメリットはかなり大きい。

3. 実行フェーズ

計画フェーズの次の実行フェーズでは、「詳細設計報告会」を9月29日に、「組立完了報告会」を12月16日に実施している。

今年度の主な改良点は下記の5項目になる。

1. 駆動系のモータを市販の立乗り型電動スクータに搭載されていたタイヤ体型のモータを使用
2. 前輪を進行方向に合わせ角度制御
3. 腕部がテーブルごと前後に伸縮する構造
4. ロボット制御CPUにWindows7を使用
5. 障害物検出にステレオカメラを使用

3.1 機械科の設計内容 機械科では、図4に示す駆動部の変更を行った。駆動用のモータは前年度使用したブラシ付DCモータから市販の電動スクータ[2]に搭載されていたブラシレスDCモータに変更した。この電動スクータは、前年度に走行系のレファレンスとして購入したものだが、スムーズな加速感や静音性が優れていたため、本ロボットに流用できないか検討してもらった。電動スクータを分解し、図5に示す、タイヤ付きアウトロータ型のブラシレスDCモータとして装着することができた。

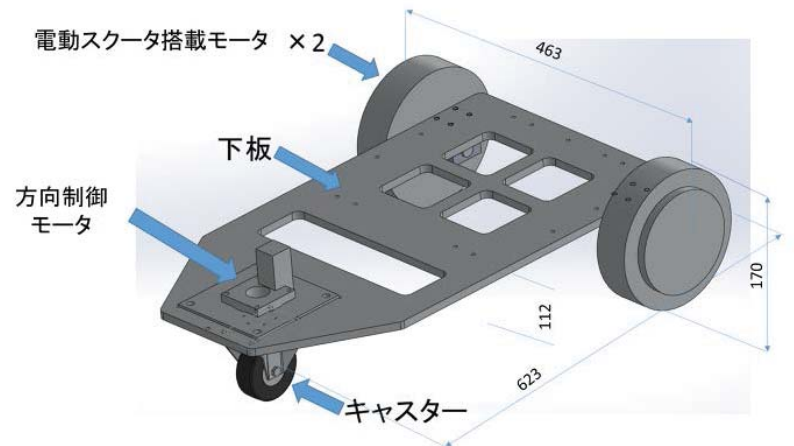


図4 駆動部の機構設計



図5 タイヤ付きモータ

図4に示す前輪を、前年度は手押し台車用の自在キャスタを使用して方向制御を行っていなかったが、今年度は方向制御用モータを付け固定キャスタに変更し

た。前年度は、走行方向やその場回転を左右の後輪モータによる回転速度差や回転方向で制御し、前輪は後輪の制御結果に自在に対応する方式を取っていた。しかしながら、元の前輪の方向から最適な前輪の方向に回転するまでの推測できない動きにより、期待する進行方向や回転角度から若干のずれが生じていた。そこで今年度は、これらの精度を向上させる目的で、走行する前に前輪の方向を必要な方向に回転させた後、走行を開始する制御に変更した。

腕部は、前年度にはタブレット端末を保持して上下する機構としていたが、今年度は配膳機能を追加するためにお盆ごと前後にスライドする機構に変更した。その構造を図6に示す。

組み上がった外観を図7に、ソフトボードにペイントして外装を付けた最終の姿を図8に示す。

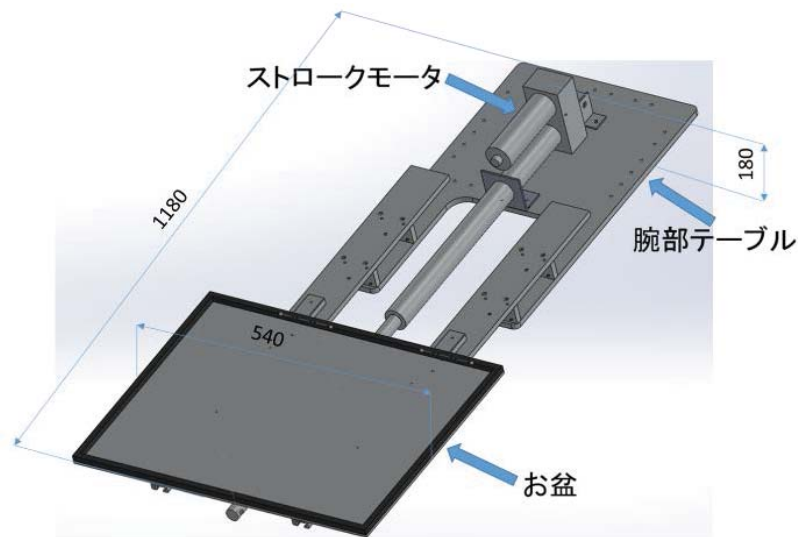


図6 腕部のスライド機構



図7 組み上がった外観



図8 外装付き最終姿

3.2 電気科の設計内容 ロボット内のシステムブロック図を図9に示す。機能毎に4つの回路ブロックに分け、メインCPU部は前年度のPIC(Peripheral Interface Controller)からインテルのCore i5を内蔵したNUC(Next Unit of Computing) [3]に変更し大幅なパワーアップを図った。電源部は、36Vのバッテリーから各ブロックに必要な13V、11V、5Vをスイッチング方式による高効率な方式で供給している。駆動部は、前輪の方向制御モータ用ドライバと後輪駆動用ドライバで構成される。可動部は、頭部の左右回転、上下首振り、腕の伸縮の各モータを制御する。

後輪駆動用のドライバは、図10に示す市販の

TF-2MD3-R6[4]を使用した。当初、電動スクータに搭載されていた図11のドライバを使用することを検討したが、回転数の指示を与える方式が分からず、8月末で検討を断念し、市販のドライバを使用する検討に入った。このTF-2MD3-R6は、ロボットの走行用に市販されているものの、ソフトウェアのドライバ YP-Spurと共に高度にチューニングされており、使いこなすのに非常に多くの時間を要した。ロボット本体が走行できるようになるのに12月末までかかってしまい、全体の日程を大きく遅らせる原因となった。

各ブロック間や機構部品間の総合結線図を図12に示す。この総合結線図を元に、各ハーネスの仕様書を作成し、線の太さや色、長さを記載している。作成したハーネスを機構部にバインドし動作確認を行う。特に、可動部の配線処理が難しく線噛みや線切れが起こらないようにスパイラルチューブなどで処理している。

動作確認では、電子情報科がNUCからアプリケーションを実行して問題が無いように、電気科がブロック毎に動作を検証し保証する。

3.3 電子情報科の設計内容 電子情報科は、前年度はAndroidタブレットのみのソフトウェア開発であった

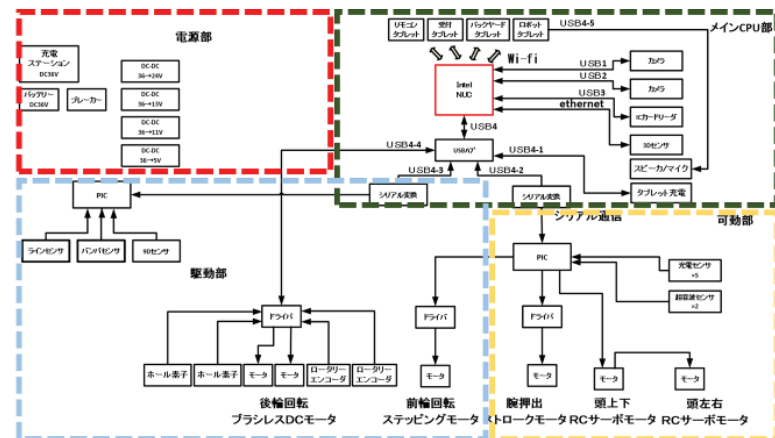


図9 システムブロック図



図10 TF-2MD3-R6



図11 電動スクータ搭載品

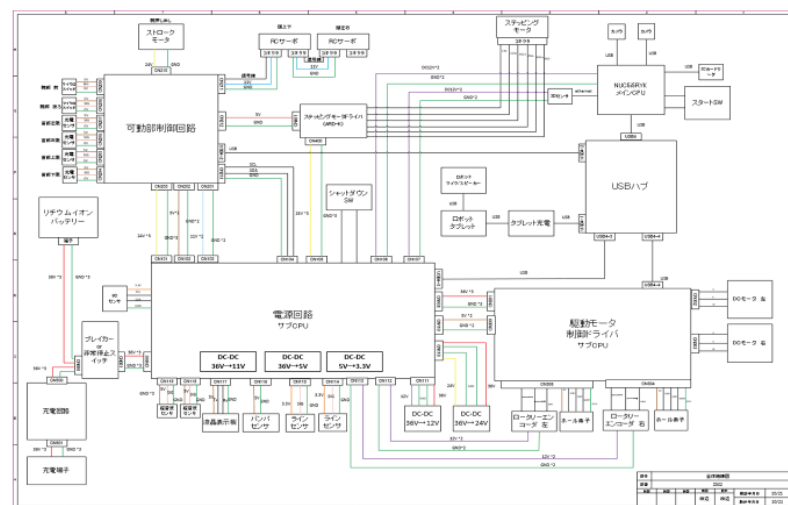


図12 総合結線図

が、今年度は7名に増員しロボットの制御ソフトウェア開発も担当した。前年度のロボット制御ソフトウェアは、制御CPUにPICを使用しており開発を電気科1名が担当したが、CPUの能力不足とソフトウェア規模の大きさで限界があった。そこで、今年度はCPUの能力をインテルのCore i5に増強し、OSにはWindows7を使用して電子情報科4名で制御ソフトウェア開発を担当した。

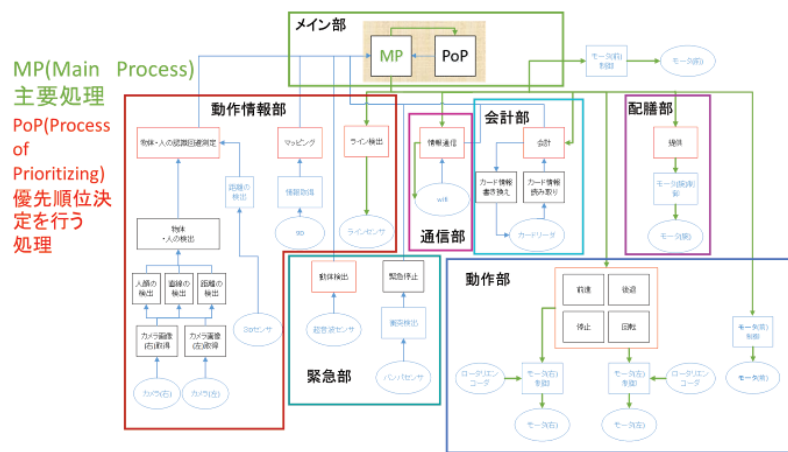


図13 プログラム構成図

図13にWindows7上に構築したプログラム構成図を示す。開発はマイクロソフト社の統合開発環境であるVisual Studio 2012を使用した。メイン部はMP(Main Process)と名付けられた主要処理モジュールとPoP(Process of Prioritizing)と名付けられた優先順位決定処理モジュールから構築され、その他の動作情報部、通信部、会計部、配膳部、緊急部、動作部を統括する。これらの各モジュールを動作確認することはできたが、全体を統合しての運用確認には至らなかった。

原因としては、これだけの規模のソフトウェアを一つに統合して、運用できるアプリケーションに仕上げるには1年間では短すぎ、テスト期間も十分に取れなかった。また学生4名によるグループでソフトウェアを製作することになるため、1人で製作する場合に比べ開発の難度は非常に高くなる。

もう一つの電子情報科の取り組みにデュアルカメラによる障害物検出がある。前年度は超音波センサを3箇所装着し、前と左右の障害物を検出して進行方向の修正や緊急停止に使用していた。障害物はファミリーレストランのテーブルが主で、安全面でもより重要な人の検出には不十分であった。

そこで、今年度はPC用の安価なWebカメラを2台搭載して障害物の輪郭や距離を検出できるようにした。

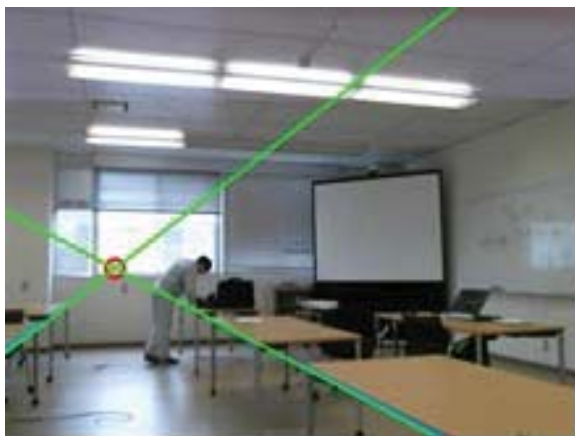


図14 Webカメラによる進行方向修正

ライブラリにはOpenCVを使用している。図14にカメラ映像から進行方向を修正する方式を示す。左右のテーブルのエッジを検出して延長し、それらの交点が画像の中心に来るように進行方向を調整する。例えば、図14の場合、交点が左側に来ているので進行方向を左側に修正を行うといった方式である。

4. 成果と課題

4.1 今年度の成果 下記に今年度の成果を列記する。

- ① 継続テーマの利点を活かし、8月には千葉で開催された「ロボットフォーラム2016」に展示参加した。10月に本校で行われた「ポリテクフェスタ2016」でデモを実演し、本校の宣伝に寄与した。
- ② 開発課題で取組んだ内容を本校のホームページに公開[5]することで、これから同様なロボット製作しようとする学生に貢献できる。
- ③ 今年度は、ロボット制御CPUの強化や駆動系に電動スクーターに使用されている安価なタイヤ付きモータを使用するなどチャレンジした面があり、未だ不十分ではあるが来年度への改善を提起できた。

4.2 今後の課題 下記に今後の課題を列記する。

- ① 今年度目標とした運用が完成できなかった。単年度でアプリケーションソフトウェアを完成させるには限界があり、ロボット制御用のミドルウェアを取り入れていく必要がある。
- ② 障害物検出が不十分であり現在位置推定も十分でないため、より高度なロボットの目となるセンサを装備する必要がある。

5. おわりに

今年度のポリテックビジョンで想定していた、学生ホールでのデモンストレーションが成功できなかったことは残念であるが、1年間一つの目標に向けて取り組んでくれた学生たちにとっては、技術内容もさることながらそれらのアプローチ方法について学んだことも多かったと考える。これから就職先で直面するであろう課題の解決策に役立てばと願う次第である。

最後に、2年目の重圧を背負いながら本開発課題に取り組んでくれた16名の学生たち、ならびに、学生の指導を一緒にご担当いただいた生産技術システム技術科の宮武正勝指導員、生産電子情報システム技術科の印南信男指導員に心から感謝いたします。

文献

- [1] 勝田勉: 近畿能開大ジャーナル第24号, pp.47-50, 2016.
- [2] バランススクーター Kintone <https://kintone.mobi/>
- [3] インテル NUC <https://www.intel.co.jp/content/www/jp/ja/products/boards-kits/nuc.html>
- [4] 二軸モータドライバ TF-2MD3-R6 http://t-frog.com/products/motor_driver/
- [5] 接客ロボットの開発課題 公開ページ <http://www3.jeed.or.jp/osaka/college/file/SROB/SROB16-0.pdf>

(2017年06月22日提出)