

課題情報シート

課題名：	ベーゴマ玩具自動組立対戦システムの開発		
施設名：	北陸職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	生産システム技術系
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	開発

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

生産機械システム技術科

機械設計技術、機械加工技術、組立技術、CAD/CAM/CAE 応用技術

生産電子システム技術科

電気制御回路設計技術、電子回路設計技術、電子 CAD/CAM 応用技術

生産情報システム技術科

生産管理技術、画像処理技術、データベース技術、ネットワーク技術

(2) 課題に取り組む推奨段階

生産機械システム技術科

機械設計製図及び精密機器製作課題実習・自動化機器製作課題実習終了後

生産電子システム技術科

電気装置設計製作課題実習及び電子装置設計製作実習終了後

生産情報システム技術科

インタフェース設計製作実習・計測制御システム構築課題実習終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

生産機械システム技術科

課題を通して、自動化システム設計技術、精密加工技術、自動化機器組立技術、生産自動化システム技術、CAD/CAM/CAE 応用技術等の実践力を身に付けます。

生産電子システム技術科

課題を通して、センサ技術、アクチュエータ技術、PLC 制御技術、インタフェース技術、電装技術等の実践力を身に付けます。

生産情報システム技術科

課題を通して、生産管理システム構築技術、ネットワークシステム構築技術、データベースシステム構築技術、画像処理システム構築技術等の実践力を身に付けます。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：13名（生産機械システム技術科 5名 生産電子システム技術科 4名
生産情報システム技術科 4名）

時間：972時間

製品の自動組立ライン設計・製作・制御と生産管理システムの構築を行い、受注から組立、検査までの一貫したシステムの開発を行います。ベーゴマ玩具を題材に、ユーザーが部品の組合せを Web ページからエントリーし、その組合せによる性能評価をデータベースに登録します。ユーザーがベーゴマ玩具を購入する前に、その特性を試すことができ、販売促進に役立つと考えました。本システムは、少量多種の部品を産業用ロボットと画像処理により組立パレットへ供給し、組立・対戦後、画像処理により勝敗結果を自動判定します。

課題の成果概要

本課題は、少量多種の部品をユーザーの希望にあわせて組立て、その性能を評価するシステムです。

・部品の選別と供給方法

ユーザーの希望を、web ページからエントリーし、選択された部品 4 個を、写真 1 の部品置き場に無作為に並び、21 種類の部品から画像処理を用いて選別します。

部品選別は、写真 2 の部品置き場全体を撮影するカメラとロボットアーム先端に取付けた詳細撮影用カメラにより画像処理を行います。まず部品置き場に設置した有機 EL バックパネルを用いて、部品の影を 2 値化し、その位置、面積、周囲長から部品を選別します。さらに詳細撮影用カメラを用いて、部品の角度及び小径部品の色判別を行います。選別された部品は、産業用ロボットを用いて、組立パレットへ所定の角度でセットします。産業用ロボットの可動範囲を拡大するため、下部に一軸スライダを取り付け、画像処理用 PC から相対位置情報を出力して制御しています。またタクトタイム短縮のため、部品置き場を 2ヶ所設置し、移動距離を短縮するため産業用ロボットに補助パレットを設置しました。

・組立、搬送方法

写真 3 の組立パレットは一軸スライダを用いて移動させ、パレット上で組立てることにより、省スペース化を

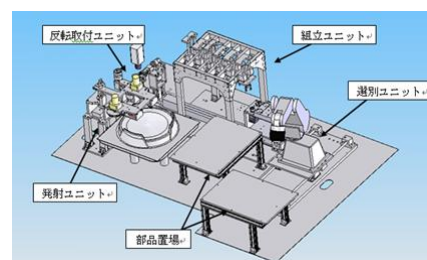


図 1 組立生産ライン概略図



写真 1 部品置き場

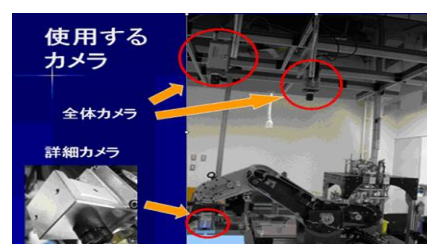


写真 2 部品選別用カメラ

図っています。部品のピックアンドプレースは空気圧を動力とし、締め付け動作はステップモータの電流値により締め付けトルクを調整しています。ベーゴマは、2個同時期に組みあがり、それぞれ写真4の回転機構を用いて反転・搬送します。その後、所定のルールーにあった発射装置から発射します。

・勝敗判定方法

勝敗判定は、対戦中のベーゴマを上から撮影する画像を0.2秒の時間差で2回連続撮影し、この2画像間の差分を検出します。画像間の差分を検出すると動いているコマだけが抽出できます。また動いているコマが一個か二個かは差分の大きさに判断でき、差分の大きさが一個だけになったのち、そのコマの軸色を認識することで生き残ったベーゴマを識別し勝敗を判定します。写真5は、ベーゴマの青色が回転中で、赤色が停止した状態です。ベーゴマの青色は回転中なので、2回撮影して、画像の差分検出処理を行うと、図2に示す画像処理結果となります。もし対戦の結果、一方が場外に飛び出た場合も、同じ処理方法により他方の勝利となります。また勝敗結果はデータベースに登録管理します。この処理の問題点として、一方が停止した後、他方が回転中に接触した場合、両方が変化した画像処理結果となるため、勝敗が判定できません。この場合は引き分けの結果と判定されます。

・システムの位置づけ

題材のベーゴマ玩具は、部品ごとに優劣の特性が位置づけられており、その種類も多くあります。このためユーザーがすべてを購入するのは難しく、本システム導入により、購入前に試すことができることから、販売の機会が増えると考えます。

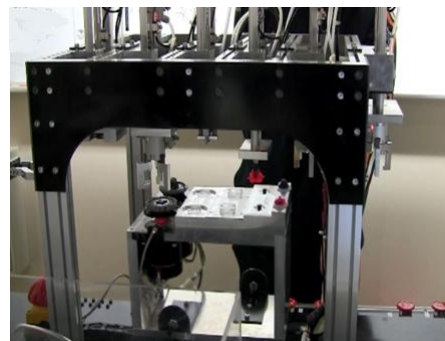


写真3 組立ユニット・パレット

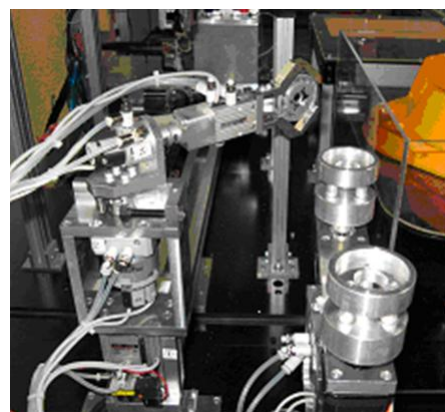


写真4 反転・搬送機構

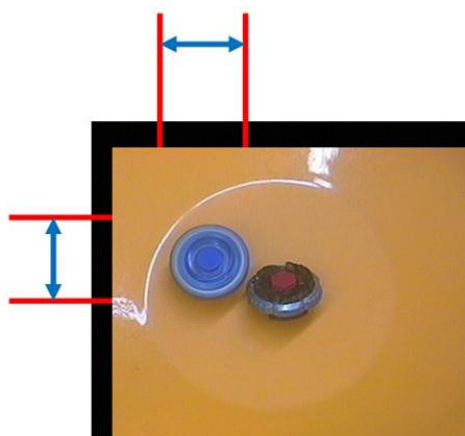


写真5 勝敗判定時の実画像

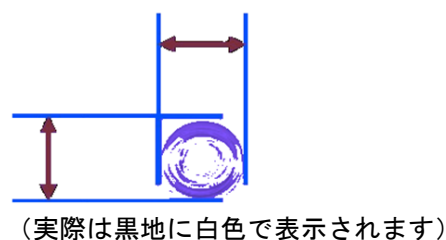


図2 勝敗判定時の画像処理結果

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

<指導のポイント>

現在のものづくりの現場では、生産量に応じた自動化が工夫されています。生産量が少なく人に頼るべき商品や、大量に製造し生産コストを切り詰めるべきものなど、それぞれに自動化する要素や程度が異なります。

応用課程を修了した学生は、そのような商品の設計や製造ライン、あるいは生産にかかわるプログラムの制作に携わることになります。このような現場で活躍できる人材とは、単に高級な機械やプログラムを扱えるというのではなく、現状の不具合な点を発見し、その改善方法を見つけ出し、仕様を決定した後に客先や上司に提案し、訴えていく能力を身につけた者です。

この能力を養成するため、本課題では開発テーマを、基本的な機能のみの定義で与えます。そこから開発目標を各個人で解釈し、グループで討論し、一つの具体的な仕様に落とし込んだうえで、具体的な開発対象を提案するという作業を行わせます。

この工程が「企画」で、科を超えたグループを形成している学生にとっては、開発対象の具体的なイメージを作り上げる、全開発工程の中で最も重要な段階となります。この段階において、学生は一つの解決案に偏りがちになるため、様々な案を提示したり、調査方法についても評価項目を定めた上で、色々なメディアを使用するように助言をしたり、討論を誘導していく必要があります。

その後、客先である教員に提案し、調整した上で、ようやく実際の制作作業に入ります。

これ以降は、各科の専門的な技術の総合演習に移行します。この段階では、課題の最終期限を基に、定めたシステム統合調整時期に向けて、各科のスケジュール調整をすることが重要です。スケジュールは、管理項目とその完成期限を表したガントチャートなどを利用した管理を実践させます。

開発が終盤になると、学生はシステムが動くことだけで満足してしまいがちになるので、設計段階での目標・仕様と現段階での動作の比較を行い、自己評価を実施させることが重要です。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<ul style="list-style-type: none"> ○ 新製品の企画をするための手法 ・ ブレインストーミング ・ KJ法 ・ スケジュール管理 ・ システム構成図 ・ 仕様書作成 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 企画・設計 ① テーマ概要の提示 (基本的な機能のみを定義し、学生の意見を引出します) ② 市場調査 (調査方法を検討します) ③ 基本システム設計 (独自性を盛り込みます) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 課題の完成をイメージさせます ① 〻ブレインストーミングやKJ法を用いて学生の意見をまとめます ② 〻各専門分野の役割をまとめます ③ 〻作業量が均等になるよう

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<ul style="list-style-type: none"> ○ 機械設計 <ul style="list-style-type: none"> ・ 機械設計技術 ・ 機械加工技術 ・ センサ技術 ・ アクチュエータ技術 	<ul style="list-style-type: none"> ④ 詳細システム設計 ◇ 設計・加工 <ul style="list-style-type: none"> ① 3DCADによる設計 <ul style="list-style-type: none"> ・ 部品設計 ・ 組図設計 ・ 加工図面作成 ②加工手法の確認 <ul style="list-style-type: none"> ・ 加工手順書作成 ・ 加工 	<ul style="list-style-type: none"> に配慮します ● ユニット毎の設計 <ul style="list-style-type: none"> ① ユニット相互の配置・連動動作に留意します ② 作業内容に応じた役割・人員配置に留意します (科を越えて協力します) ③ 重量物等安全に留意します
<ul style="list-style-type: none"> ○ 電気設計 <ul style="list-style-type: none"> ・ 安全設計技術 ・ アクチュエータ技術 ・ PLC制御技術 ・ インタフェース技術 ・ 電装技術 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 調査・選定 <ul style="list-style-type: none"> ① 安全対策部品の調査 ② センサの調査 ③ アクチュエータの調査 ④ 電装設計 ⑤ 制御盤組立 ⑥ 制御プログラム作成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 事前準備 <ul style="list-style-type: none"> ① 各アクチュエータの動作を事前に確認します (確認の為の模擬装置を製作します) ② 安全対策の確認をします
<ul style="list-style-type: none"> ○ 組立・調整 <ul style="list-style-type: none"> ・ 組立調整技術 ・ 自動化技術 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 組立・調整 <ul style="list-style-type: none"> ① 電源・空気圧源の操作手順書作成 ② ユニット単独の動作確認 	<ul style="list-style-type: none"> ● 安全確認 <ul style="list-style-type: none"> ① 電源・空気圧源の操作による急激な動作に留意します
<ul style="list-style-type: none"> ○ システム設計 <ul style="list-style-type: none"> ・ 画像処理システム構築技術 ・ 生産管理システム構築技術 ・ ネットワークシステム構築技術 ・ データベースシステム構築技術 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ システム構築 <ul style="list-style-type: none"> ① データーフローの作成 ② データベース設計 ③ 画像処理手法検討 ④ データ管理プログラムの作成 ⑤ 操作マニュアル作成 ⑥ システム運用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 各ユニットの連動 <ul style="list-style-type: none"> ① システムの機能を満足しているか確認します ② 模擬データによるシステムの確認をします
<ul style="list-style-type: none"> ○ システムの運用・改善 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 試験・改善 <ul style="list-style-type: none"> ① 組立生産システムの試験・総合評価 	<ul style="list-style-type: none"> ● 運用 <ul style="list-style-type: none"> ① システムが運用に耐えるかどうか評価します

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
	② 改善・改良提案書作成	② 改善提案を促します

<所見>

(1) 生産機械システム技術科では、多くの解決案の中から、最適と考えるシステムを計画し、3D-CADを駆使してこれを設計しました。部品選定部・組立て搬送部・発射対戦部の設計・加工・組立て・調整に至る機械技術全般について実践的な技術を習得できました。また組立て搬送部の省スペース化などを通じて、構想設計段階での検証や正確度の高い設計の重要性を認識しました。

(2) 生産電子システム技術科では、部品選定部・組立て搬送部・発射対戦部・勝敗判定部間の統合制御を企画構想通りに行うことができ、自動化に関する制御全般の技術向上ができました。しかし、制御システムの操作性や電装関係の保守性に問題点が残し、制御システムの完成度を高める難しさを体験できました。

(3) 生産情報システム技術科では、Webによる製品受注、画像処理による部品選別・搬送及び自動勝敗判定処理及び勝敗データ管理システムを企画構想通りに行うことができ、実践的なシステム構築技術を習得できました。今後は各種手法の再検討や合理性の高いシステム構築技術の習得が必要と思います。

(4) 生産システム技術系では、企画段階において各科の強み、市場ニーズの検討を行い、組立て対象を決定しました。また各担当の作業待ち時間が発生しないようスケジュール調整を行うほか、タクトタイム短縮に対するシステムの改善も行いました。これらのことから「自ら考え問題を解決する」という能力を身につけたと考えます。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 北陸職業能力開発大学校
住所 : 〒937-0856
 富山県魚津市川縁 1289-1
電話番号 : 0765-24-5552 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/toyama/college/>