

課題情報シート

課題名：	全自動遊具の設計・製作 ～ハノイの塔の自動化～		
施設名：	東海職業能力開発大学校附属浜松職業能力開発短期大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	制御技術科
課題の区分：	総合制作実習課題	課題の形態：	製作

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

安全衛生、機械加工、数値制御加工、材料、力学、設計・製図、CAD/CAM、メカニズム、メカトロニクス工学、センサー工学、機械制御、シーケンス制御、油圧・空圧制御

(2) 課題に取り組む推奨段階

機械設計製図及び機械加工実習終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して、主に機械設計、機械加工技術、機械制御技術の実践力を身に付けます。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：4名

時間：216時間

ものづくりの大切さ・楽しさを広めるために、ポリテックビジョン、学園祭その他各種イベントへ総合制作課題などを出展する機会が増えています。従って、ものづくりの楽しさを理解してもらえるように、年少者でもわかりやすく、また触って遊べるような展示用の製作物が求められています。そこで穴の開いた直径の異なる円板（ワーク）をルールに則って三本のポール間で移動させる“ハノイの塔のパズル”ゲームを自動化し、当校の技術力を示すとともに、その過程を見学者がマニュアルでも操作できるようにし、パズルの解法時間を競うことでアミューズメント性をもった出展物の設計・製作を目的としました。

今回は、設計から製作までの一連のプロセスを繰り返すことで、ものづくりに必要な技術を総合的に習得することを目的とし、機械設計、機械制御、自動化技術に関する総合的な技術要素が含まれる全自動遊具の設計・製作に取り組みました。

課題の成果概要

今回製作した3種の全自動遊具の図1から図3に示します。各機の主構成はワークを把持するハンドを付けたワーク把持部、ワークを支柱から抜き上げるためにワーク把持部を上昇・下降させる垂直搬送部、ワークを支柱間で移送させる水平搬送部から成っています。

各機は“ハノイの塔”の論理の再現を自動化し、見学者が外部入力スイッチにより遊具を動作させる、マニュアル操作機能を有します。また3号機については主にデモンストレーション用として、長時間にわたり“ハノイの塔”の論理を繰り返し再現するとともに、ランダムに積み重ねられたワークを整列させる機能も有します。

また、名称にあるように3台はグループ4名によって1台ずつ順次製作することにより、同じ対象のものづくりを繰り返し体験することで自動化技術の基礎を十分に学べたことと考えます。

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

本課題はポリテックビジョンなどに出展し、見学者に触れてもらい、遊んでもらいながら、ものづくりの大切さや、浜松職業能力開発短期大学校で教えるものづくりの楽しさを感じ取ってもらうために製作した“遊具”です。つまり、年少者が自動機に触れることを想定し、特に安全性に優れ、また長時間の展示およびイベント会場への移設などを考慮し耐久性に優れ、さらには外観の美しい自動機の設計・製作を学生に要求しました。

また、学生の技術力向上をめざし3台の自動機を順次製作させ、ものづくりの一連の流れを繰り返し訓練させたことが当総合制作のポイントとなります。

<製作（制作）・開発過程の概要>

当校へ入学してくる学生のほとんどにものづくりの経験がなく、2年進級時には自動機の基本要素についても知識が不足している状態です。そこで、教員が主導し自動機製作に必要な、工作機械、アクチュエータ、コントローラ、センサの選定や設計を行い、本製作の仕様を満たす最小限の機能を持った自動機（1号機）を製作させます。この間、コミュニケーション能力や調整能力を養うために、例として、ツールにワークを把持させることの難しさを理解させ、アクリル製円形ワークを確実に把持させるためにはどうしたらよいか、そのためにはどういう設計である必要があるのかを徹底的に討論させるなどをします。

一通り、製作を経験することで自動機を製作する流れや、基本的な考え方が身に付きます。また、実機があることでその特徴や欠点が明らかとなり、学生は自ら改良することについて考え始めます。そこで、教員は改良の方向性や、新たな仕様を与えることで、学生に再度、再々度、ものづくりを体験させます。製作を繰り返すことで自動機設計に関する技術が向上したと考えます。本製作の概要を以下に記します。

本製作では展示会等へ出展し、触れてもらうための遊具であることから、ハノイの塔の論理動作以外に一貫して安全性や会場への移送に対する耐久性やメンテナンス性を考慮した設計を行わせました。図1に製作した1号機の外観を示します。続いて図2に2号機外観を示します。学生の発案に

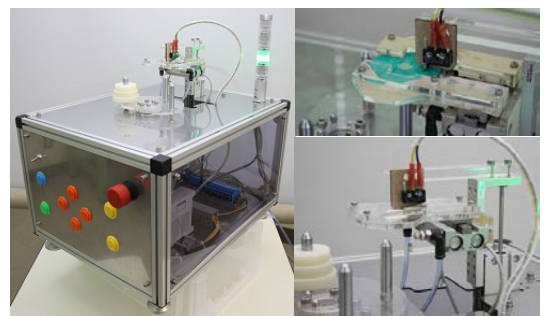


図1. 全自動遊具1号機外観

より1号機と比較し、より確実性の高い動作が可能ないように、ワークの移送の安定化を図っています。構造的には門型の支柱によって把持部が吊り下げ安定した把持ができ、また水平搬送機構に電動シリンダを用いたことで、停止位置精度が向上しています。また、制御的にはワークを支柱に挿入する際、垂直搬送シリンダを中間停止させ支柱の途中まで差込む動作をさせています。

図3の3号機は、仕様の追加をしています。ハノイの塔の論理から外れますが、ワーク把持部にセンサを追加することで、直径の差異を判別させ、無作為に積み重ねた直径の異なる3種のワークを、直径の大から小へ整列させる機能を追加しました。また、デモンストレーション用として、連続動作するプログラムを追加しました。この際、安定した搬送が可能ないように2号機と同様、垂直搬送はワークの穴を支柱に差込んだ後、ワーク解放するプログラムに変更しています。さらに3号機は構造すべてをケース内に収納し、前面の扉が閉じた状態でないと動作しない、安全に配慮した設計となっています。

表1に1～3号機を比較した特徴をまとめます。

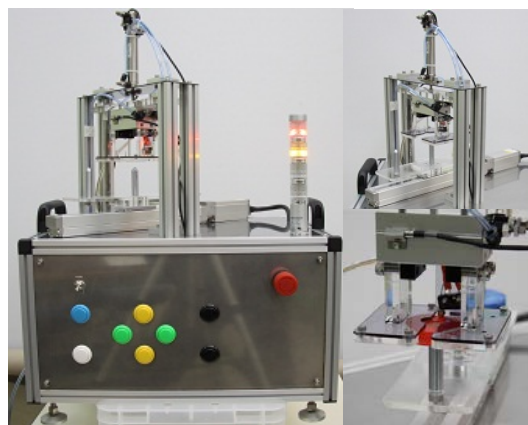


図2. 全自動遊具2号機外観

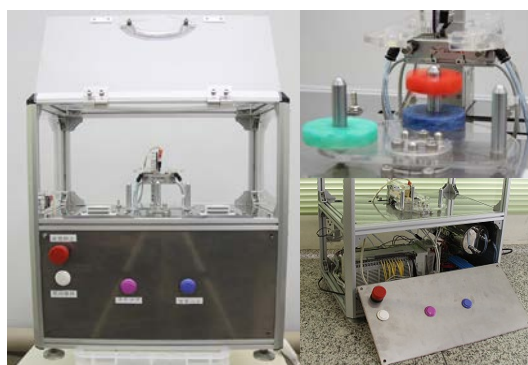



図3. 全自動遊具3号機外観

表1. 特徴比較

	1号機	2号機	3号機
寸法 (W×D×H) ,mm	340×440×335	440×340×625	440×290×490
重さ(kg)	11.7	14.8	15.3
動作モード	手動/自動	手動/自動	自動/デモ
動作速度	◎	△	○
ワーク径判別機能	×	×	○
安定性	○	◎	○/◎
静寂性	○	△	◎

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
<p>○自動機製作における基本的考え方</p> <p>○機械設計製図の習得</p> <p>○機械設計におけるCAD技術の習得</p> <p>・2次元CAD技術</p> <p>○レーザー加工機の加工プログラミングおよび手法の習得</p> <p>○アクチュエータを動作させる機械設計技術の習得</p> <p>・空気圧による直動動作</p> <p>・ハンドリング動作</p> <p>・ボールねじ駆動</p>	<p>◇概念設計</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全体像の検討 ・ワーク分析 ・ツール検討 ・機構の検討 ・アクチュエータの検討 ・コントローラの検討 ・センサ・スイッチの概要 <p>・ポンチ絵の作成</p> <p>・設計</p> <p>◇2次元CADで作成したデータを元に数値制御加工データを作成し、加工経路の確認、加工条件の設定を行いました。</p> <p>◇空気圧による動作部の設計</p> <p>動作時にバランスよく動作させるには負荷の大きさ、速度、仕事の方向を検討し、適当な空気圧シリンダのタイプを選択しました。また、動作時の振動を減らすためにはアクチュエータの支持構造や重量バランスはどのようにしたら良いのかを検討しました。</p> <p>◇ハンドリング動作部設計</p> <p>空気圧を利用してサイズの異なる3種類のワークを安定して</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●製作する自動機の使用目的を明確にし、強く安全性を考慮した設計を求めます。 ●製作する自動機の大きさや重量などの大きな仕様のみを与え、学生に多種多様な構造を考えさせ、それぞれの可能性について十分に討議させます。 ●実際に作成することを前提に設計することを求め、複雑・多部品な構造を、簡単かつ部品点数の少ない構造へ設計変更するよう指導します。また、既成部品の利用も念頭に、カタログ等を提供し学生に検討させることが必要です。 ●材料に応じた加工条件が必要となるため、トライ&エラーを通して、加工の難しさを認識させます。 ●機器を駆動する際に必要な出力、圧力、流量などの計算を行います。 ●動作速度と機器重量の関係を考慮させます。 ●重量バランスに偏りがないように機器配置を行います。 ●軸の取り付け制度およびガイドの平行が不十分であると、スムーズに動作しなくなります。また、取り付け精度や平行度の誤差をある程度吸収できる機械的な調整代を設

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
<p>○シーケンス制御プログラム作成技術の習得</p> <ul style="list-style-type: none"> ・入出力の検討 ・制御方法 ・プログラミング 	<p>把持するためのチャッキング用爪の機構設計およびその把持力に対応できる空圧機器を選定しました。</p>  <p>◇ボールねじ駆動部の設計 ワークの搬送にかかわる速度や停止位置精度および搬送荷重から適切な、ボールねじ駆動アクチュエータの選定を行いました。</p> <p>◇操作ボタン・センサ・ソレノイドバルブ・表示灯など入出力を検討し、制御回路を製作します。制御方法を簡単にするために PLC を用いることにしました。</p> 	<p>けます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●直径の異なる 3 種類のワーク把持、位置決めが確実に行えるように設計を行います。 ●搬送荷重や必要位置決め精度を検討させ、適当なアクチュエータ選定を行います。 <p>●センサや操作スイッチは実際の自動機やゲーム機を調査させ決めさせました。</p> <p>●制御方法やソレノイドバルブの選定は仕様との比較検討し提案させ、それについてのアドバイスに努めました。</p>
<p>○基礎的機械保全技術の習得</p>	<p>◇配線・配管の処理、また制御装置などの配置にも気を配らせました。</p>	<p>●本課題は製作物内部の制御装置やその周辺回路も展示することを目的としています。限られたスペースに制御装置等を収めることの難しさ、機械保全的観点から見た、製品内部など一般に目に触れない部分の、配線・配管処</p>

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
<p>○機械改良技術の習得</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自動機の性能評価と再設計 ・自動機の製作 	 <p>◇製作された自動機の性能および動作に対しての検討・評価を行い、修正・改良点を見つけ出させました。</p> <p>◇構造的な見直しおよび展示へ向けた新たな機能付加について検討させ、実際に、2号機3号機的设计・製作を行いました。</p>	<p>理の大切さを指導しました。</p> <p>●専門課程の学生はものづくりの経験が乏しいので、一度の制作で終わらず、繰り返し経験させることが、より錬度の高い技術習得へつながります。</p>

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 東海職業能力開発大学校付属浜松職業能力開発短期大学校
住所 : 静岡県浜松市南区法枝町 693 番地
電話番号 : 053-441-4444
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/shizuoka/hamamatsu/>