

課題情報シート

テーマ名 :	「ハノイの塔」制御装置の製作		
担当指導員名 :	水田 善朗、永井 潜弥	実施年度 :	27 年度
施設名 :	近畿職業能力開発大学校 附属 京都職業能力開発短期大学校		
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	電子情報技術科
課題の区分 :	総合制作実習	学生数 :	2 人
		時間 :	24 単位 (432h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

「ハノイの塔」制御装置の製作について調べたところ、これまでに取り組んだ事例がありましたが、機械的要素が多く当科の総合制作実習として完成させるのは困難でした。そこで、「ハノイの塔」を PLC・空気圧機器・マイコン等で再現することを目指し製作を開始しました。また、作業を簡略化するため、棒を省略し、円盤を吸着する方法を用いました。

円盤を吸着・移動させるための空気圧機器は、接続が容易でプログラムしやすい PLC を使用しました。しかし、「ハノイの塔」のアルゴリズムを PLC でプログラムするのは困難であったため、データ構造・アルゴリズム実習で学んだプログラムを用いてマイコンで制御しました。

【学生数の内訳】マイコン制御・プリント基板作製：1 名、PLC・空気圧制御：1 名

【訓練（指導）のポイント】

今回のテーマは、データ構造・アルゴリズム実習の内容が起点となったため、学生の興味関心は高かったです。しかも、面談及びミーティングを増やし、学生の希望をできる限り取り入れるように努めました。

指導員体制を 2 名で行ったため、学生の理解が深まるように、丁寧に指導しました。また、日報を毎回提出させることで、進捗及び目標をしっかりと管理することができました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 近畿職業能力開発大学校附属京都職業能力開発短期大学校
 住所 : 〒624-0912 京都府舞鶴市上安 1922
 電話番号 : 0773-75-4340 (代表)
 施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/kyoto/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

「ハノイの塔」制御装置の製作

近畿職業能力開発大学校附属
京都職業能力開発短期大学校

指導教員 水田善朗, 永井潜弥

「ハノイの塔」は、フランスの数学者リュカによって発明されたゲームの問題である。私達は、データ構造・アルゴリズム実習で本テーマについて知り、「ハノイの塔」を実際に動かすことを考えた。先行事例によると、本テーマを総合制作実習として実施するのは、時間的に難しいことが分かった。このため、可能な限りの簡略化を行った。具体的には、ハノイの塔の中心棒を省略し、さらに、駆動部の単純化を図った。また、専門課程での学習内容の範囲を元に製作可能な内容にした。「ハノイの塔」のアルゴリズムをマイコン（マイクロコンピュータ）でプログラムし、PLC(Programmable Logic Controller)を経由して動かせるよう試みた。

Keywords : ハノイの塔, マイコン, PLC, 空気圧機器。

1. はじめに

1883年にフランスの数学者リュカが考案した数学的要素を含んだゲームである。主に中高生の数学や大学の課題、C言語の「再起」等の課題に挙げられてきた。電子情報技術科では、データ構造・アルゴリズム実習で、C言語の課題として学んだ。調べてみると、機械的に再現された先行事例として、職業能力開発大学校東京校応用課程の標準課題[1]での実施例があるが、機械加工が多く、総合制作実習として完成するのは難しいと思われた。そこで私達は「ハノイの塔」をマイコン、PLC、空気圧機器等で再現することを目指し製作を行った。

2. ハノイの塔

2.1 説明 「ハノイの塔」は1つの棒に通された数枚の円盤をルールに従って他方の棒に移動する図1のようなものである。垂直な棒が3本並び、端の1つの棒には半径の違う数枚の円盤が大きなものから順に重なって通されている。この円盤を1枚ずつ、小さな円盤の上に大きな円盤が重ならないように、他の2本の棒へ移動していく。最終的に大きな円盤から順に重なるように、逆端の棒にまとめて通した状態にする。[2]

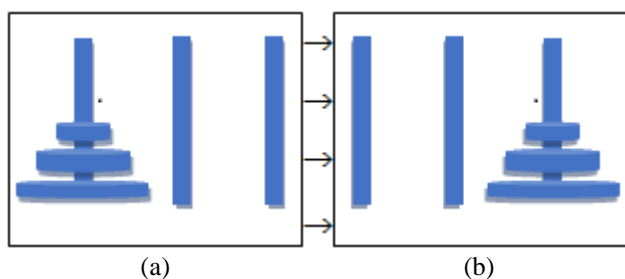


図1 「ハノイの塔」の図

ルール

1. 1回の操作で1枚しか動かさない。
2. 小さな円盤の上には大きい円盤を置けない。

2.2 実現方法 円盤を移動させるための方法として空気圧機器を使用する。PLCで空気圧機器を制御し、タッチパネルからの入力に応じて、マニュアル動作させる。図2は空気圧で円盤を吸着し、移動しているところである。また、マイコンで「ハノイの塔」のアルゴリズムをプログラムし、自動で円盤を動かす。さらに、操作開始から終了時の時間計測及びボタンを押した回数を表示し、最高記録を保存できるようにして、ゲームとして楽しめるよう製作する。

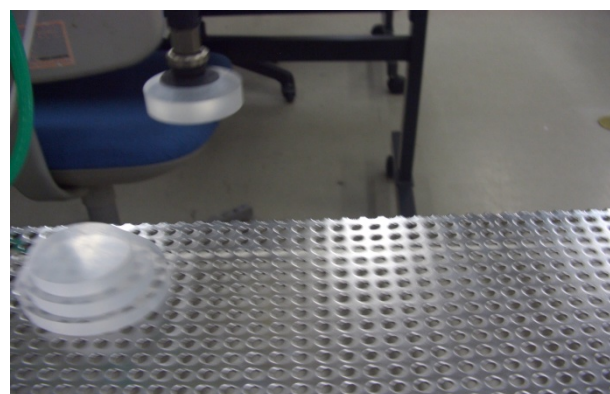


図2 移動中の円盤

3. 使用機器

本テーマで使用する主な機器を表1に示す。

表1 使用機器一覧

名称	型番
PLC	Q00UJ CPU™
タッチパネル	GT2508-VTBA™
ロック付き ガイドシリンダ	MLGP20-200-B™
Z軸シリンダ	CDJ2KB10-100Z-B™
エジェクタ	ZK2A15K5BL-06™
真空パッド	ZPR16UNK30-06-A10™

4. システム構成

制御方法としてマイコン、PLCを使用する。マイコンは高度な制御に適しているので自動運転で使用し、PLCは一連の動作をさせるのに適しているので手動運転に使用する。自動運転の場合、マイコンに書かれたプログラムに従ってPLCで空気圧機器を動作させ、円盤を全て逆端に移す。手動運転の場合は、PLCのプログラムのみで動作する。PLCだけでも自動化はできるが、作業量が膨大になり非効率なため、マイコンを併用した。本テーマでの円盤の移動位置は3点とし、中心となる棒は設置せず、大きさの異なる円盤を使用する。シリンダは縦横それぞれ1軸を使用し、円盤を吸着するためにエジェクタを使用する。なおシリンダ及びエジェクタの制御はPLCで行う。

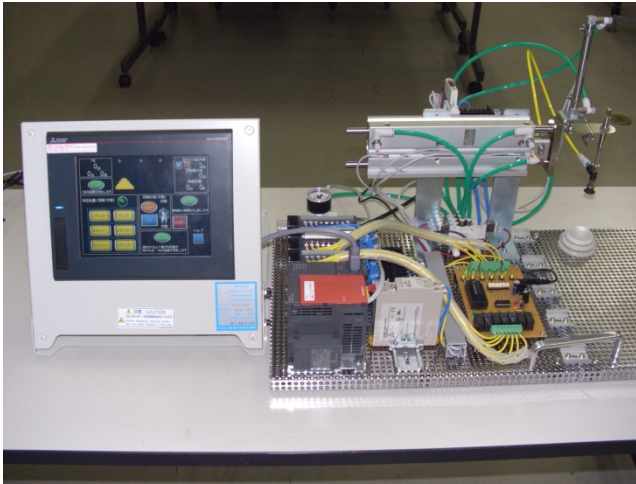


図3 システム全体

4.1 空気圧機器 コンプレッサで圧縮した空気を用いてシリンダを動作させ、エジェクタにより円盤を吸着する。横軸は移動位置が3点のためシリンダの間でも停止できるように、ロック付きで軸が回らないようにガイド付きシリンダを使用した。縦軸はロッドが回転しないように六角形になっているものにした。エジェクタは、軽量物を吸着するため、小型のものを使用した。

4.2 PLC PLCには、点から点への移動と、緊急停止、時間計測の開始・終了の機能、操作の手動・自動切り替えを保有させている。PLCのプログラムには一連動作に適したSFC(Sequential Function Chart)を使用しており、操作しやすいようにタッチパネルを使用する。

4.3 タッチパネル 1位表示、円盤枚数表示、押回数・時間計測のほか、移動、原点戻し、操作の手動・自動切り替え、リセット、記録操作等の操作ができる。操作が分からない人に向けての、ヘルプ機能もここで開くことができる。それぞれの機能が分かりやすいように区分けし、計測関連のボタンには説明を加えた。

4.4 マイコン PLCで手動から自動に切り変えたとき、マイコンのフォトカプラを介してPLCの信号を受け取

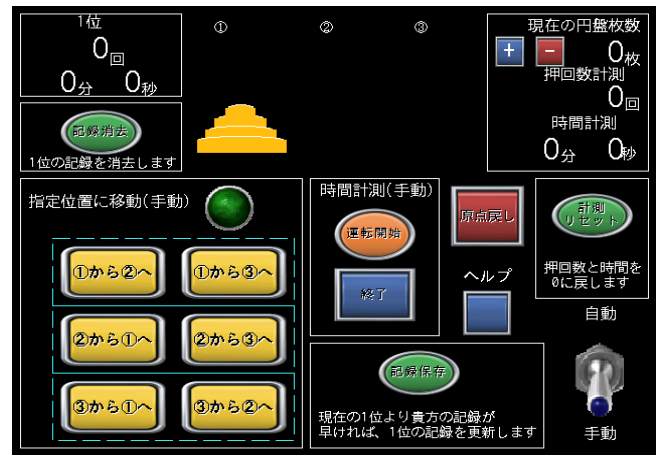


図4 タッチパネルの画面

り、円盤の枚数を取得する。次に、「①から②へ」という円盤の移動の信号をマイコンのリレーの接点を介してPLCに送る。PLCの移動完了の信号を受信すると、次の動作をPLCに送り、全ての動作が完了するまで同様の操作を繰り返す。

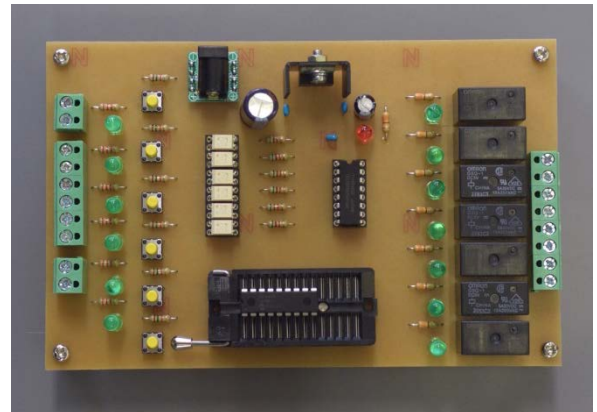


図5 マイコン基板

5. 結果

12月25日現在、タッチパネルで円盤を指定の位置に動かせるようになった。また、押した回数、及び時間計測を組み込んだことで遊びの要素を取り入れることができた。ポリテックビジョン当日までに、マイコンからの制御プログラムを完成させたい。

6. 謝辞

今回の製作に当たって、基板製作、タッチパネル等、学習内容だけでは難しい分野も先生方の指導の元、無事終えることができました。

本テーマに取り組むに当たって、御指導頂いた先生方、この発表を見て頂いた方々に御礼申し上げます。

文献

- [1] www.geocities.jp/t11943nen/ronbunf/NAKAMURArone.pdf
- [2] <https://kotobank.jp/word>

(2016年01月08日提出)

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：4月10日

科名：電子情報技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		「ハノイの塔」制御装置の製作	
担当教員		担当学生	
電子情報技術科	水田 善朗		
電子情報技術科	永井 潜弥		
課題実習の技能・技術習得目標			
本課題への取り組みを通して、設計、制作及び実験・調整技術等の総合的な実践力を身に付けます。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>「ハノイの塔」の制御装置は、2006年に技能五輪の課題として製作され、現在も東京校の開発課題1として実施されている。</p> <p>本課題は、電子情報技術科において、ソフトウェア分野とハードウェア分野の一体化した製作物として、専門課程の集大成として相応しい制作課題である。</p> <p>また、マイコンで、規模の大きな装置を制御することで、電子情報技術科らしいものづくりの一連の流れを習得することができる。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>東京校では、3科9～10名で、実施している。本テーマを、専門課程の総合制作実習として、取り扱うために、可能な限りの簡略化を行う。</p> <p>具体的には、ハノイの塔の中心棒の省略、さらに、駆動部の単純化を図る。また、専門課程での学習内容の範囲を元に作成出来るようにしていく。(例えば、データ構造アルゴリズム(実習)、基板作成の技術要素、インタフェース製作実習、計測制御実習)小さなマイコンで、大きな装置を操るといふ組込みシステムの姿を理解しやすい製作物を目指す。</p>			
No	取組目標		
①	「ハノイの塔」制御装置の製作を行います。		
②	PLCで制御プログラムを作成します。		
③	マイコンで制御プログラムを作成します。		
④	実験を繰り返し、完成度を高めていきます。		
⑤	制作物の展示及び発表会を行います。		
⑥	報告書の作成を作成します。		
⑦	ミーティングを実施します。		
⑧	実習の進捗状況や、発生した問題等については、担当教員へ報告します。		
⑨			