

課題情報シート

課題名：	イベント機能を付加したモデリングマシンの開発		
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：	設計製作

課題の制作・開発目的

生産機械システム技術科

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

機械：機械設計、精密加工、NC加工、CAD/CAM/CAE、測定、材料、
アクチュエータ、センサ

電子：電子機器実装設計、マイクロコンピュータ応用

情報：ソフトウェア開発、Visual C/C++®プログラミング、
Visual Basic®プログラミング、

組込みシステム開発、GUI設計

共通：安全衛生、生産管理、品質管理

(2) 課題に取り組む推奨段階

機械：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

電子：電子装置設計製作実習終了後

情報：インターフェース設計製作実習・計測制御システム構築課題終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

機械：主に企画・設計、CAD/CAM/CAE技術、機械加工、組立・調整・検査の応用実践力を身に付けます。

電子：マイクロコンピュータ応用技術、電子機器実装設計技術、センサ応用、制御盤設計・製作技術を身に付けます。

情報：課題を通して、主に組込みシステムの設計、実装、テスト、デバッグの応用実践力を身に付けます。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：12名（生産機械システム技術科4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

本課題は、開発課題としての「CNC工作機械の開発」という教員からのテーマの提案に対し、グループ学生同士で意見を出し合い、内容を深めた後、決定したテーマです。

この課題では、以下の3つの内容を開発目的として1年間取り組みました。

- ・市販のモデリング加工機よりも高性能な切削RP装置（3次元CADデータからの早期モデル作成装置）としてのモデリングマシンの開発

- ・ イベント参加者が紙に自由に書いた絵からキーホルダを作成するために必要な NC データを作成する CAM 機能の開発
- ・ キーホルダ材の自動供給、クランプ、排出機能をもつイベントユニットの開発

課題の成果概要

今回設計・製作したイベント機能を付加したモデリングマシンは、加工範囲 (X,Y,Z) 250×280×100mm、主軸回転数 5000～50000 (rpm)、加工送り速度 8000mm/min、分解能 0.001mm の基本性能と自動工具交換装置 (ATC 装置 マガジン 4 本、工具長測定用センサ付)、イベント用ワークの自動供給、クランプ、自動排出機能をそなえたイベントユニットから構成されています。X,Y,Z 各軸の駆動には、ステッピングモータを使用しました。イベントユニットでは、ワーククランプにはエアーシリンダ、ワーク供給排出にはステッピングモータを採用しました。

本加工機の制御部は、パソコン CNC ボード、PLC、A/D 変換基板により構成されます。パソコン CNC ボードは、パソコンを安価に NC 装置化ができ、ソフトウェアのカスタマイズ機能による GUI の自由度も高い (株) キョーパル製のパソコン NC 開発キット「NC MATE-4KII」を用いました。主に、駆動軸ステッピングモータの制御、主軸スピンドルモータの回転速度制御、各種スイッチ、各種センサの状態読取を行っています。

PLC は、オムロン製の CPM2A(DC 電源、トランジスタ出力、I/O 点数 60 点)を用いました。各種スイッチの入力、集塵機、エアーバルブの制御、CNC ボードの運転制御を行っています。この他に、主軸モータドライバのアナログ電圧をパソコンに送るために、A/D 変換基板を作成しました。

この他に、主軸モータドライバのアナログ電圧をパソコンに送るために、A/D 変換基板を作成しました。

ソフトウェア部では、CAM 機能を実現するソフトウェアをパソコン(OS:Windows XP®)上で構築しました。この CAM では、スキャナーから読み込んだ画像を処理し、加工用の NC データの自動作成、イベントユニットの制御が可能になっています。ファイル選択操作や加工条件の設定等はタッチパネルを用いた GUI により行うことができます。タッチパネルで操作しにくい部分については、スイッチや手動パルス発生器を利用して操作性の向上を図りました。

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

<加工機本体とイベントユニットの設計・製作について>

モデリングマシン本体は、X,Y,Z の同時 3 軸加工の基本動作を行う本体部とイベント時にイベント用キーホルダ材料を自動供給、クランプ、排出を行うイベントユニットの大きく 2 つの部分から構成されており、設計・製作・組立ての各段階において、それぞれが独立して扱えるようモジュール化を行うことにより、各担当者が独立して作業が行いやすい

方法を取りました。そのため、担当部分だけの作業にならないよう全体を理解したうえで作業することが必要なことから、ミーティングを頻繁に行うこととしました。

3軸動作を行う基本部においては、卓上で使用することを前提としたことから軽量化が必要でしたが、同時に高精度な加工を行うために必要となる十分な剛性を確保する設計と高精度な加工技術が必要となります。そのため、設計においては軽量化と剛性の確保を両立するため、基本構造の検討とあわせ CAE を利用して不要部分の肉抜きを積極的に行うことにより対応しました。また、加工においては肉抜き部分が多く存在することからひずみの発生が大きく出ることが想定されたため、ひずみに対する対応を中心に指導しました。

イベントユニット部においては、限られたスペースの中でワークの自動供給、クランプ、排出機構を実現することが必要であったことから、設計上では、機構の検討、具体化での問題点の確認、またクランプ力などの検討などを行いながら進めることにしました。さらに、狭い中で動作を実現するため、アクチュエータの選択と部品レイアウトが重要でした。

本課題における本体の設計・製作においては、特に設計段階での完成度を上げること、工程計画を作成する能力やメンバーの創意工夫、仕様を満たす高精度な加工を実現するための専門的スキル・技術の習得、あわせてコミュニケーション力や調整能力を養成することを目的としました。

これらの能力を養成するために、まず設計段階での完成度を上げることが重要であることをメンバー全員に理解させました。そのうえで、基本仕様をみたす機構の検討と具体的な設計を行いました。工程計画の決定は、メンバー全員で検討を行い、この工程計画に沿って進捗状況を見ながら、適宜計画の変更・対策検討を行いながら、それぞれの担当毎に進めました。

<制御部について>

外部装置とパソコン間のインターフェース部の設計では、主に電子と情報の学生で検討を重ねました。主軸の回転速度が目標値に達したことを確認するために、A/D 変換基板の設計と製作を行いました。操作盤のレイアウト設計は、主に電子の学生が担当し、3次元 CAD を用いて行いました。ユーザマクロリンク機能の作成では、情報の学生と共同でプログラム開発を行い、電子の学生にとっても良い経験になったと思われます。

- ・ 外部装置とパソコン間のインターフェース部の設計
- ・ A/D 変換基板の設計と製作
- ・ PLC ラダープログラムの作成
- ・ PLC-パソコン CNC 間の通信実験
- ・ 操作盤のレイアウト設計
- ・ 全体配線図の作成と組立調整
- ・ ユーザマクロリンク機能の作成

<ソフトウェアについて>

ソフトウェア開発に先立ち要件定義を行うために機械、電子の学生とのミーティングを重

ねさせました。

今回は市販のPC用のCNCボードを使用しましたが、これはモーションコントロールボードと制御ソフトウェアを組み合わせたものであり、その動作環境に合わせてOS、マザーボード、CPUの動作周波数、メモリの規格とサイズ、ハードディスクの規格と容量を調査の上、選定するようにさせました。その上に加工機の操作に必要なソフトウェアを組み込みました。

加工はCNCコントローラに対しNCデータを送ることで行います。加工するためのNCデータはマザーボード上のUSBポートに挿入されたUSBストレージから読み出すか、LAN上の共有フォルダから読み出します。

このCNCボードを利用するに当たり付属のコントロールソフトウェアの仕様を十分理解したうえでプログラムを作成しなければならないことを認識させました。

イベント用のCAM機能を内蔵させることにしました。イベントでは参加者がキーホルダに彫刻するために描いた絵をイメージスキャナで読み取りますがプログラムからイメージスキャナを操作する部分がポイントとなるため、その方法を調査させ、テストプログラムを作成させました。

読み取った画像からNCデータを作成しやすい形にするために二値化を行うが今回はオープンソースの画像処理ライブラリを使うことで開発工数を削減するとともに標準的に使われている技術の習得ができました。

二値画像からツールパスを生成するところが重要なポイントとなっていますが試行錯誤と考察を重ねることにより実現することができました。また、処理時間の短縮が重要であることを認識させました。

加工機に対する操作はGUIで行えるようにしましたが、操作性の良いシステムとするためには操作手順に沿った画面遷移をすることが重要であることを認識させ、操作手順について考察させるとともにフローチャート等に整理させました。また、各画面での入出力項目を整理させ、ボタンやテキストボックスのサイズと位置を工夫させました。また、タッチパネルでの操作を行うためマウスでの操作とは異なる部分もあることを認識させた上で設計させた。

この課題の取り組みによって組み込みシステム開発の難しさを実感したようですが、実際に物が動き始めると、ものづくりの楽しさを実感できるようになったようです。

また、機械や電子との調整を通じて、コミュニケーション能力も向上したと思われます。

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
○ 新たな製品を企画するための手法が習得できる。 ・商品企画 ・スケジュール管理 ・KJ法	◇調査・企画 文献の調査、HPによる既存機器調査などを行い、独自性のある商品企画・基本仕様決定を行わせました。	● 基本仕様の決定に当たって、既存機種の特徴を分析させることにより、開発する機器の独自性・特徴などのアピールポイントを整理させました。 ● 予算、期間、開発環境を考

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>○ 設計に必要な構想設計、設計計算、詳細図作成等の手法が習得できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・精密機器設計 ・3次元設計 ・CAEによる最適化設計 	<p>◇ 構想設計・設計計算</p> <p>基本仕様を満足させることを前提に設計を進めました。そのために創意工夫が重要であることを指導しました。</p> <p>3次元CADによる3次元設計とCAEを活用した設計を行いました。</p> <p>設計基準を明確にした設計を進めました。</p> <p>また、各部分をモジュール化設計し、グループ作業がやりやすくしました。これは、製作、組立てにも重要です。</p>	<p>慮し、実現可能性を確認させました。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 最初に構成ツリーを作成し、各部の関連を明確化したうえで、設計を進めさせました。 ● 重要部分の設計計算を確実に実行させます。また、必要に応じて、CAEを利用することにより、最適化設計の手法も身につけさせます。 ● 3次元モデリングではなく、3次元設計の基本を理解し、設計できるように指導しました。
<p>○ 各部品を製作するために必要な加工技術技能、検査方法等を習得する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・NC加工 ・CAM技術 ・精密加工技術 ・精密測定 	<p>◇ 精度・効率を考えた加工</p> <p>特に高精度を要する部品が多く、歪の発生も大きいため、必要な精度を確保するための加工方法や高効率な作業について指導しました。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 各種工作機械を使用することから、それぞれの作業での安全作業を十分に理解させてから作業させます。 ● 工作機械・ジグ等の事前チェックを確実に実施させます。また、段取りの重要性を理解させます。 ● 加工歪を考慮した保持方法や工程を身につけさせます。 ● CAMによるデータ作成、高速加工を含む加工技術を使用できるようにさせます。

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
<p>○ 組立・調整に必要な知識・技能の習得ができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 検査技法 	<p>◇ 組立て</p> <p>組立て手順や基準について指導しました。</p> <p>◇ 調整</p> <p>必要な精度、機能が発揮しているような調整方法・確認方法を指導しました。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 高精度な加工方法、計測技術、知識を習得させます。 ● 各部品の事前チェックを確実に実施させます。 ● モジュールごとの組立て手順と検査方法を理解させ、仮組立てを事前に行い、確実に確認させます。 ● 全体組立ての手順を検討させ、重要なポイントを理解させたうえで組立てを実施させます。 ● 精度面からの重要点を理解させ、実際に実現できているかを確実に検査させます。 ● 本来の機能等が満足できていない場合、問題点の確認と対処方法について指導しました。
<p>○外部装置とパソコン間のインターフェース設計ができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 問題分析力 ・ 問題解決力 	<p>◇以下の項目について、実際の製品を用いて動作を検証しながら、設計・製作作業を進めました。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ブロック図の作成 ・ 入出力割付表の作成 ・ 全体配線図の作成 ・ 電線、端子台の選定 ・ 電線と端子台のレイアウト設計 ・ A/D 変換基板の設計・製作 ・ 操作盤の製作と組立調整 	<ul style="list-style-type: none"> ●パソコン CNC ボード等の取扱説明書を熟読させます。不明な点は、メーカー担当者に問い合わせた後、学生を指導しました。 ●電線、端子台の選定とレイアウトについては、ノイズ対策を考慮するよう、学生を指導しました。
<p>○動作仕様書から加工機の制</p>	<p>◇以下の動作仕様書を用いて</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●類似品や過去の課題の動作

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>御プログラムの作成ができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・問題分析力 ・問題解決力 <p>○Windows®プログラミング</p> <p>○周辺装置</p> <p>○標準的なライブラリ</p>	<p>PLC とパソコンの制御プログラムを作成する。不具合があれば、制御プログラムを修正させました。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・モード遷移図の作成 ・フローチャートの作成 ・タイミングチャートの作成 ・ラダープログラミングの作成 ・ユーザマクロリンク機能の作成 ・ Visual Basic®プログラムの作成 ・ PLC-パソコン CNC の通信実験 ・ A/D 変換基板の制御プログラム作成 <p>◇ 開発環境の利用</p> <p>◇ 周辺装置の選定</p> <p>◇ 周辺装置の制御</p> <p>◇ 標準的なライブラリの利用</p> <p>複雑化するソフトウェア</p>	<p>デモビデオを参考に、加工機の動作仕様を検討させます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●パソコン CNC ボード等の取扱説明書を熟読させます。不明な点は、メーカー担当者に問い合わせた後、学生を指導しました。 ● 作成するソフトウェアに合わせてプログラム言語や開発環境の選定をさせました。 ● システムの構成に合わせて必要な装置や装置のスペックを決定するための調査をさせました。 ● 組込みシステムでは周辺機器の制御を行う必要があるのでその方法についての知識技能を実際のプログラミングを通して身につけさせました。 ● 予算とのバランスを考えてオープンソースで定評のあるものを採用できる

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>○ソフトウェア開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・要件定義 ・行程の計画 ・スケジュール管理 	<p>の開発にあたり、品質の向上、工期の短縮を図るにはライブラリ製品を利用することも必要です。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 開発の前提となる要件の定義をしっかりと行うことが重要です。 ◇ ソフトウェアの開発では技術的な知識よりもチームでの活動をいかにうまくまとめていくかが重要なポイントとなります。 	<p>知識を身につけさせるために、調査及びサンプルプログラム等を利用して実際にプログラミングさせました。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● これから構築するシステムについて十分理解した上で必要な機能は何かを考えさせました。 ● 設計・実装・テスト・デバッグの各行程の計画を立てさせました。 ● スケジュール通りに進行するよう管理するとともに、狂いが生じた場合にも適切に調整できるように指導しました。

<所見>

製品の企画から製作にいたる一連の製品開発に機械、電子、情報の3科の学生自らが主体となって取り組みました。工程計画から、仕様決定、各部の設計と製作、組立て、動作チェックについて取り組んだことにより、製品開発におけるコミュニケーション能力の重要性や未知の技術分野への取り組み方など、自らが考え、完遂するためにいかに行動すべきであるか良い経験になったと考えます。

学生にはこの経験を通し、より現場感覚に近い実践的な能力が養成されたと考えます。

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/>