

課題情報シート

テーマ名 :	溶融樹脂積層装置の開発				
担当指導員名 :	川村協平、澤田健、塚元隆一郎	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	東海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	学生数 :	11	時間 :	54 単位 (972h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

生産機械システム技術科は機械設計、精密加工技術、生産電子システム技術科はセンサ応用技術、組込マイコン技術、生産情報システム技術科は通信技術、制御アプリケーション技術について複合的かつ応用的技術として実践的に習得すると共に、グループワークを通じてヒューマン・コンセプトチュアルスキルを習得します。

【学生数の内訳】	生産機械システム技術科	4名
	生産電子システム技術科	3名
	生産情報システム技術科	4名

【訓練（指導）のポイント】

本課題は、市販されている3Dプリンタの情報があるため、目に見えるものに囚われてしまい創造力を養う場である開発初期において指導側として、「デザインは機能である」「機能によって形は変わる」といったことを学生に周知させる必要がありました。特に開発初期では学生に「目的と手段」について理解させるため週1回のゼミにおいて進捗管理や、学生が決めた仕様や機構に対して「なぜ」を繰り返し問うことを重視し指導を行いました。

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
住所 : 〒501-0502 岐阜県揖斐郡大野町古川 1-2
電話番号 : 0585-34-3600 (代表)
施設Webアドレス : <http://www3.jeed.or.jp/gifu/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。

溶融樹脂積層装置の開発

東海職業能力開発大学校 応用課程
生産機械システム技術科 学生 4名
生産電子システム技術科 学生 4名
生産情報システム技術科 学生 4名

1 概要

近年、3Dプリンタと呼ばれる、小型で低価格のラピッドプロトタイピング装置が、製造業を中心に幅広い分野で急速に普及し、さまざまな用途で使用されている。しかし、3Dプリンタは、装置と造形物のサイズ比率がおおよそ3:1というものが多く、装置の大きさの割に造形物自体が小さい。そのため、小型の装置では小さな造形物しか作ることができない。

大きな造形物を作成しようとする、上位機種のような大型で高価な装置を導入するため、オフィスに設置することや導入コストを考えたとき、中小企業は導入しにくい。そこで、上位機種と同じサイズの造形物が作成でき、小型で低コストの3Dプリンタがあれば、中小企業は導入し易いのではないかと考え、この開発を行うこととした。また、目標として制御用PCを内蔵し、装置と造形物のサイズ比率を2:1に設定した。

2 仕様

表1に本装置の仕様を示す。また、図1に全体図を示す。

表1. 装置仕様

外形寸法[突起部・モニタ不含]	W710×D710×H700[mm]	
重量	75[kg]	
造形物	サイズ	W355×D355×H254[mm]
	積層ピッチ	0.3/0.5[mm]
	材料	ABS樹脂
	材料形状	ロール状
造型手法	熱溶解積層法	
熱発生機構	ニクロム線	
熱発生機構温度	220~260[°C]	
熱調整段階	1.0[°C]	
樹脂射出口直径	0.5[mm]	
動作制御方式	PICマイコン制御	
制御用PC	装置一体型	
入出力装置	タッチパネル液晶モニタ	
対応3次元CADデータ形式	STL形式 ^{*1}	
電源	AC100[V]	

^{*1} Standard Triangulated Language 形式の略

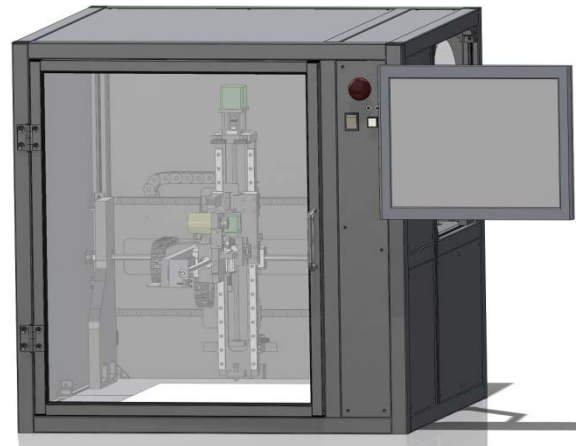


図1. 全体図

3 システム構成

図2に本装置のシステム構成図を示す。

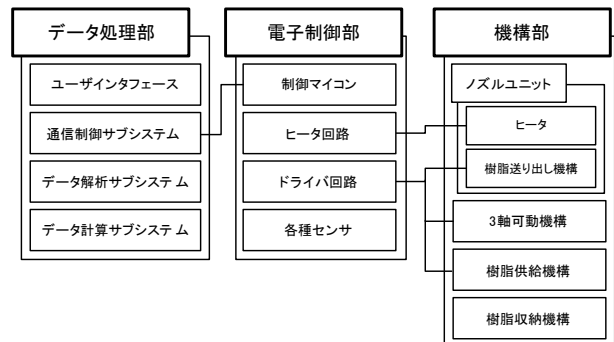


図2. システム構成図

本装置はデータ処理部、電子制御部、機構部の3つの部から構成される。

データ処理部では、ユーザが選択した3次元CADデータの解析をデータ解析サブシステムが行い、その解析結果を基にして、データ計算サブシステムが積層アルゴリズム作成を行う。その後、通信制御サブシステム内で積層アルゴリズムを基に制御コードの生成を行い、電子制御部の制御マイコンへと送信する。制御マイコンは各制御コードに対応した処理を行い、ノズルユニットや3軸可動

機構など、機構部の制御を行う。データ処理部、電子制御部、機構部の3つの部が連動して処理、制御をすることで、樹脂の熔融、射出、積層を行うことができる。

4 各部詳細

各部の詳細と主となる機能、処理について下記に示す。

4.1 データ処理部

データ処理部は、ユーザインタフェース、通信制御サブシステム、データ解析サブシステム、データ計算サブシステムで構成される。

データ解析サブシステムでは、3次元CADデータの解析を行う。造形物データが格納されているSTLファイルは、3次元形状を小さな三角形の集合体として表現しているため、座標点がない。そこで、3次元CADデータを解析し、座標点を求める処理を行う。解析は、三角形の各辺間の距離を求め、その辺間に座標点を作成することで、造形物データの座標点を求めている。

データ計算サブシステムは、データ解析サブシステムから出力された解析結果を基に、積層アルゴリズムと呼ばれる造形を行うための射出順序を求める。造形物を1層ごとに分割し、その1層を一筆書きで造形できるように積層アルゴリズムを求める。

4.2 電子制御部

電子制御部は、制御マイコン、ヒータ回路、ドライバ回路、各種センサで構成される。

データ処理部からの各軸の移動先座標、各モータの回転速度、ヒータの設定温度等の制御コードを受信し、それに基づき各軸のモータ、ヒータなどを制御している。

ヒータの熱発生機構には安価なニクロム線を使用した。樹脂を通過させて熔融する機構（ヒータバレル）には溝があり、その溝にニクロム線を埋めることができる。そうすることにより、ヒータバレルに熱を効率よく伝える事ができた。

ヒータの温度センサには、回路の小型化と低コストを意識し、サーミスタを使用し、温度制御はソリッドステートリレーを利用している。

4.3 機構部

機構部はノズルユニット、3軸可動機構、樹脂供給機構、樹脂収納機構で構成される。

ノズルユニットに取り付けたヒータバレルの温度は250℃前後になるため、周辺機構を熱から守る設計をした。断熱材と樹脂ワッシャを使用し、他機構に直接触れるのを防ぎ、熱伝導を防止している。

3軸可動機構は、熔融状態の樹脂を射出し、積層することができるように、前後、左右、上下に可動する機構とした。

大きな造形エリアを確保しつつ装置を小型にするため、転造ボールネジを各軸の可動部分に使用し、モータとセンサの設置位置や設置方法の工夫をすることで、各機構の小型化を図った。その結果、目標である装置と造形物のサイズ比率を2:1にすることを達成することができた。

図3に3軸可動機構を示す。

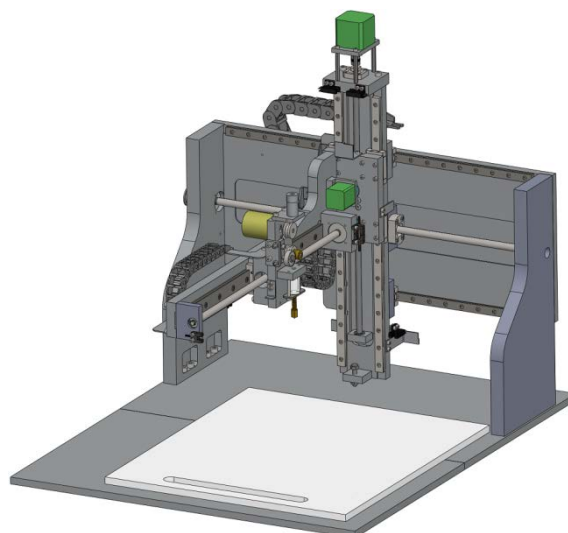


図3. 3軸可動機構

5 おわりに

小型で低コストの3Dプリンタを製作するために、機構設計のやり直しや、各部品、センサの設置場所変更、設置方法変更を繰り返した。また部品やセンサなどは、安価なものを中心に選定し、低コスト化を図った。その結果、スケジュールに大幅な遅れが発生し、計画通り進まなかったが、開始当初に設定した目標は達成することができた。

メンテナンスの容易さ、制御誤差の修正、造形物の品質向上など、改善する点が多い装置になってしまったが、製作中は、各科各担当の技術力や、作業姿勢など、技術者としての向上が見られる人もおり、良い開発でもあった。

課題実習「テーマ設定シート」 開発課題実習（生産システム技術系）

作成日：平成24年9月6日

科名：生産システム技術系

教科の科目		実習テーマ名	
自動化機器等企画開発、生産システム設計・製作等実習 (開発課題実習)		溶融樹脂積層装置の開発	
担当教員		担当学生	
生産機械システム技術科 川村 協平			
生産電子システム技術科 澤田 健			
生産情報システム技術科 塚元 隆一郎			
課題実習の技能・技術習得目標			
溶融樹脂積層装置の開発を通して、「ものづくり」全工程を行うことにより、複合した技能・技術及びその活用能力（応用力、創造的能力、問題解決能力、管理的能力等）を習得することを目的としています。具体的には、解析を主体とした製品設計技術、モータ制御技術、温度制御技術、数値計算処理技術等を複合的に活用した製品製造技術、製品設計製造情報のドキュメント作成及び管理技術などの習得を目標にします。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
ラピッドプロトタイプング装置とは、3次元CADデータを基に、材料を積層して高速で試作品を作成することができる装置のことであり、作成には材料コストだけで済むというメリットがあります。近年、小型・低価格タイプのラピッドプロトタイプング装置が製造業を中心に建築・医療・教育・先端研究などの幅広い分野で急速で普及し、様々な用途で使われています。開発課題テーマとして、ラピッドプロトタイプング装置を制作するにあたって、市販されている製品の短所を補うことでただ製作するだけでなく、生産3科の専門性を十分発揮できる内容であり、開発課題テーマとして必要な要素を満たしていると判断しました。			
実習テーマの特徴・概要			
幅広い分野で普及しているラピッドプロトタイプング装置ですが、装置と造形物の大きさの割合がおよそ3:1というものが多く装置の大きさの割に造形物自体が小さくなります。大きな造形物を作成しようとしたとき、上位機種のような高価で大型な装置を使用することになるのでコストや装置が占有する面積などを考えると中小企業では導入に対して抵抗があります。そこで、装置サイズが小さく、ハイエンドモデルと同程度のサイズの造形物が作れ、なおかつ低コストで導入できるラピッドプロトタイプング装置を開発することしました。 情報の技術要素は、3次元形状データを解析して積層アルゴリズムを開発して、各機器が制御できるようにデータを生成、送信を行うことです。電子の技術要素としては、モータ、ヒータセンサーなどの動作制御を行うことです。機械の技術要素は、筐体、主軸、ノズルユニット等の精度の高い製作です。			
No	取組目標		
①	メカニカル設計、モータ制御技術、温度制御技術、数値計算処理技術等を複合的に活用し、システムを完成させます。		
②	課題装置を設計する際に品質、コスト及び納期をバランス良く調和させます。		
③	機構部を設計する際、独自性を持って創意工夫をします。		
④	装置を設計製作する際、理論と現場の技能・技術を複合して取り組みます。		
⑤	課題を解決するために必要な情報を収集し、分析・評価して合理的な手順や方法を提案します。		
⑥	工程・日程・人材・他部門との関係・予算・リスク等の観点から計画を立て、進捗を調整します。		
⑦	グループメンバーの意見に耳を傾け、課題解決に向けた目的や目標及び手順や方法について共通の認識を持ちます。		
⑧	各自が与えられた役割を果たし、グループメンバーをフォローし合って、グループのモチベーションを維持します。		
⑨	図や表を効率的に利用した分かり易い報告書や発表会予稿原稿を作成し、発表会では制限時間内に伝えたい内容を説明します。		
⑩	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		