

課題情報シート

テーマ名：	ウッドバーニング装置の開発		
担当指導員名：	塚元 隆一郎、平本 剛、村上 雅洋	実施年度：	28 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：	生産機械システム技術科、生産電気システム技術科、生産電子情報システム技術科
課題の区分：	開発課題	学生数：	13
		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】

ウッドバーニングは本来、焦げ目により明暗を表現しています。今回は「ハーフトーン」による表現方法を採用しています。この手法を採用することにより、描画時間の短縮、精度の向上が実現できました。また、描写対象が木材ということもあり、リニアガイドとタッチスイッチを使用した表面検知システムを構築しています。このシステムにより平面の木材以外の丸太等にも描画が可能となりました。

画像処理技術では、いろいろな画像に対応できるように「くっきりモード」と「なめらかモード」を用意して、できあがり予想画像で適切な画像処理を選択することができま

す。今回は電熱ペンの温度を温度センサで読み取り、温度センサからの信号を A/D 変換器によって PLC に取り込みます。目標温度 $390 \pm 10^{\circ}\text{C}$ と測定温度を元に PID 演算を行い、SSR をオンオフし電熱ペンの温度制御を行っています。

【学生数の内訳】

機構設計・加工・組み立て 4 名、PLC による制御 2 名、制御盤設計 1 名、熱管理 1 名
通信プログラム 1 名、画像処理 2 名、サーバ構築 1 名、ユーザインタフェース制作 1 名

【訓練（指導）のポイント】

このテーマは、応用課程 3 科の技能・技術をバランスよく活かせるように、各科の学生が習得している基本要素を積み上げ、さらに応用的な要素を含むものとなっています。また、複数年かけて開発するのではなく、単年度で完成させる作業ボリュームとなっています。考えられる手法が多く、実験、検証の繰り返しにより適切な手法を見つけ出す課題となっており、チーム全員にやるべき作業が明確に与えられる課題となっています。その中で技能・技術を追求し、新たなことに挑戦する技術的難易度が高いものとなっています。

具体的には、開発で必要となるキーテクノロジーとして熱温度管理(電気)、画像処理(電子情報)、表面検知(機械)があります。3 科にそれぞれ重要な要素を持たせています。それぞれの最適な手法を検討して、他の科に意見を求め全体で装置の設計する意識を持たせました。

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。

ウッドバーニング装置の開発

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
生産電気システム技術科
生産電子情報システム技術科

1. はじめに

東海職業能力開発大学校では地域活動として技
秀祭や大野祭りに参加している。過去にはエアホ
ッケー装置やお菓子のつかみ取り装置などを学生
が製作し、地域の子供たちにもものづくりへの興味
を持ってもらうための活動を行ってきた。過去に
開発された装置には記念品を製作するための装置
は無かったため、今回はそれらのアミューズメン
ト装置に代わる装置を開発することとした。

記念品の素材は、劣化しにくく、軽く持ち運び
が容易な木材を使用することとし、記念品はウッ
ドバーニングによって製作することとした。ウッ
ドバーニングとは電熱ペンを使い木材に焦げ目を
つけて絵を描画する手法である(図1)。



図1 ウッドバーニングによる描画

本装置は電熱ペンによる描画を自動化すること
により、全ての使用者が手動でのウッドバーニ
ングによる火傷などのリスクを負うことなく、好
きな絵や画像を均一な出来栄でウッドバーニン
グ技法による作品に仕上げられることを目的に製
作された。

2. システム構成

システムの装置概観図を図2に、システム仕様
を表1に、システムブロック図を図3に示す。

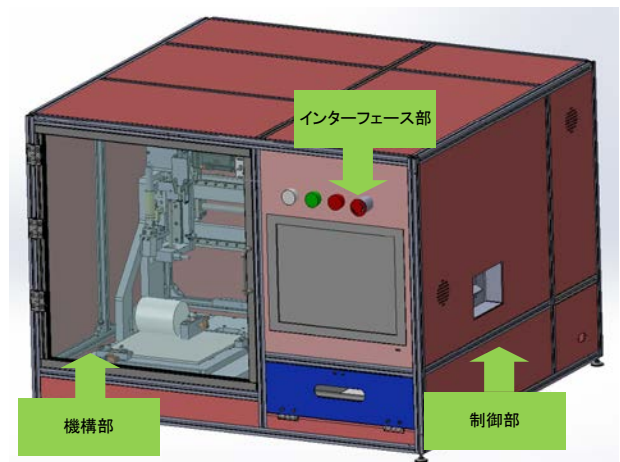


図2 装置概観図

表1 システム仕様

装置	装置寸法(mm)		W1000×D942×H720
	装置重量(kg)		100
	電源(V)		AC100
	定格容量(kVA)		1
機構部	機構	ボールねじによるねじ送り機構	
	X軸	ストローク(mm)	260
		移動速度(mm/min)	最大1200
	Y軸	ストローク(mm)	260
		移動速度(mm/min)	最大1200
	Z軸	ストローク(mm)	130
電熱ペン	移動速度(mm/min)		最大1200
	温度制御方式		PID制御
	ペン		T12-B4 ・ T12-BL
木材	温度(℃)		390±10
	種類		ファルカタ
	板サイズ(mm)		Max250×250
	円筒サイズ(mm)		φ100 (曲率1/50)
描画	描画サイズ(mm)		Max230×230
	表現方法		ドットの直径を変える

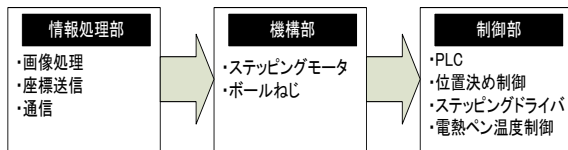


図 3 システムブロック図

3. 技術要素

本装置の技術要素を以下に記す。

3. 1 機構部

機構部は X, Y, Z の 3 軸で構成されており、全てボールねじを利用した直動機構である。

全ての軸でステッピングモータを用い、位置決め機能内蔵のステッピングモータドライバと PLC を接続することにより制御を行う。

X, Z 軸には描画用の電熱ペンを、Y 軸には木材固定用テーブルを設置する。木材固定用テーブルの部品を取り替えることで板と円筒の両方が固定可能になる。

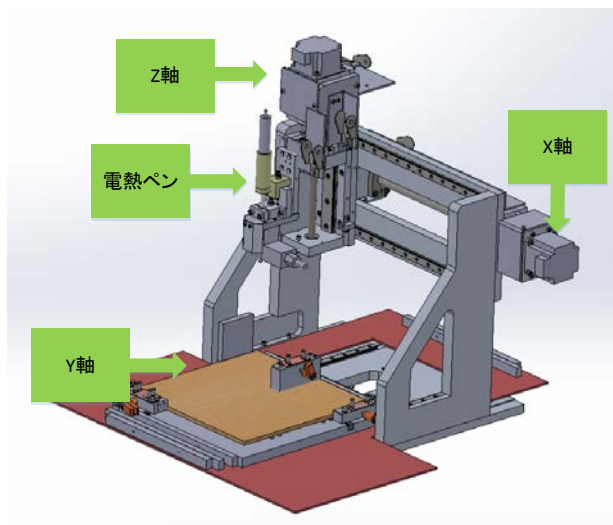


図 4 XYZ 軸機構部

3. 2 制御部

RS232C 通信によりパソコンから送られてくるドットの XY 座標データを PLC で受信し、その XY 座標に電熱ペンが移動するようにステッピングモータによる位置決め制御を行う。

電熱ペンの上下駆動は Z 軸のステッピングモータで制御する。凹凸のある木材に精度よく描画するため電熱ペンにタッチスイッチを搭載して、表面の検知を行う。表面を検知し、高さの基準とす

ることで穴の深さを一定に制御でき、ドットの描画精度を高めた。また、電熱ペンを木材に押し当てる際、表面検知後の Z 軸の速度を遅くすることで木材の割れを防止している。

電熱ペンのペン先付近の温度を目標値である $390 \pm 10^{\circ}\text{C}$ に保つため、PLC の PID 制御と PWM 制御により実現している(図 5)。また PID 定数のチューニング方法は、実験やシミュレーションを繰り返すことで最適値を導出した。

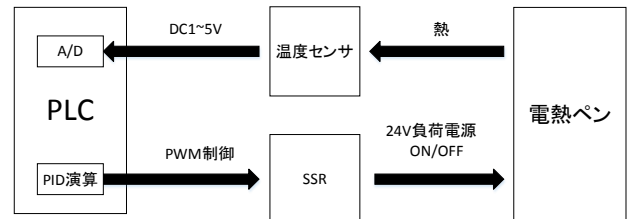


図 5 PID 温度制御システム構成図

3. 3 情報処理部

Web サーバを情報処理部に組み込み、ユーザがスマートフォンを用いて画像を送信できるシステムを構築した。ユーザは、描画したい範囲の指定を行うことや、木材に焼かれたイメージ画像を木材への描画前に確認することができる。

ユーザから送られてくる画像をハーフトーン技法によりウッドバーニング用の画像に変換する(図 6)。この際ピッチ間が 2.5mm 間隔のドット画像にし、ドットの大きさで色の濃淡を表現する。PLC へ送信する座標もこの際に決定する。

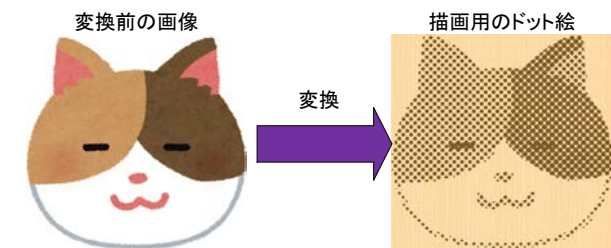


図 6 ハーフトーン技法によるドット絵変換

4. おわりに

仕様で定めた装置を製作することができた。今後の課題としては、描画の精度を高めていくことや、描画速度を向上させ完成までの時間の短縮をすること等が挙げられる。

課題実習「テーマ設定シート」

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)	ウッドバーニング装置の開発	
担当教員	担当学生	
生産機械システム技術科 村上 雅洋		
生産電気システム技術科 平本 剛		
○生産電子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		
ウッドバーニング装置の開発を通して「ものづくり」の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、センサ技術、アクチュエータ制御技術および通信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		
ウッドバーニングとは、バーニングツールにより木材を焦がし、その濃淡で絵や模様を表現する技法のことである。バーニングツールには主に電熱ペンが使用され、木目と焼き加減により絵の具には出せない微細な表現が可能なことから愛好家は多い。 しかし、ひとつひとつの点（焦げ目）を電熱ペンで描くと大変な時間と労力がかかるので大量生産には向いていない。また、製品の出来具合は作成者の技術力に左右される。当校実施のものづくり体験授業等の参加者用記念品として作成するためには、短時間で同じ精度の作品が製作できる自動化装置が必要となる。		
実習テーマの特徴・概要		
本システムでは、人間が作業するウッドバーニングの製作工程を機械化し、ウッドバーニングの特徴である繊細なグレースケールの色調をドット（焦げ目）で表現する。濃淡の表現にはいろいろな手法があり、それぞれ制御方法が異なる。バーニングツールである電熱ペンは一定の温度を保つ必要があるため、電熱ペンの温度を常時監視して電流を制御する。持ち込まれた通常の画像（jpeg ファイル、カラー写真等）を必要に応じたドットに変換するアプリケーションの開発を行う。また、使用する画像データ等は Wi-Fi を使用してスマートフォン等からも登録ができる装置とする。曲面対応、描画時間短縮、描画精度の向上を目標にウッドバーニング装置の開発を行う。		
No	取組目標	
①	センサ技術、画像処理技術、アクチュエータ制御技術およびセンシング技術等を複合的に活用し装置を完成させます。	
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	5 S（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。	