

課題情報シート

テーマ名 :	軌道計算照準システムの開発				
担当指導員名 :	瀬戸克典 東英嗣 伊藤隆志 細田雅昭	実施年度 :	24 年度		
施設名 :	東北職業能力開発大学校				
課程名 :	応用課程	訓練科名 :	生産システム系		
課題の区分 :	開発課題	学生数 :	7	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】

飛翔物を瞬時に検出し軌道を計算させることで照準→命中という、自動化機器に求められる「3D 画像処理」「高速高精度メカニズム」を誰でも理解でき、見える形で実現するテーマとしました。学生の興味の度合いも高くチーム一丸となって協力する姿勢で取り組んでいました。しかし4mの距離での3D画像処理や高速射出空圧システムなど独自技術の取り組みには難しさもありました。将来的には3D画像処理の精度向上と更なる高速高精度メカニズムの技術開発が重要となります。

【訓練（指導）のポイント】

システムは後から修正するのは容易ではないため、初期の理論構築と事前検証が肝要です。入手可能な機材（CMOSカメラ、FPGA基板、空圧機器など）の機能を完全に引き出す為にはシステムとしての設計（情報・電子・機械の各分野）に注力することが重要との認識を早い段階で学生に持たせることがポイントとなります。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 東北職業能力開発大学校
住所 : 〒987-2223 宮城県栗原市築館萩沢土橋 26
電話番号 : 0228-22-6614 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/miyagi/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。

軌道計算照準システムの開発

生産機械システム技術科 平井 禎之 二田 大也
生産電子システム技術科 阿部 文博 中島 俊希
原 侑大
生産情報システム技術科 荻野 由夏 千葉 祐史

1. はじめに

生産ラインの自動化や品質検査の自動化に向けて、これまで画像処理技術は使われていたが三次元のもの是对应例が少なく価格も高い。また、高速で精度の高いアクチュエータ技術は、さらなる高速・高精度化の要求があり、開発には終わりが無いのが現状である。

そこで私たちは高速駆動アクチュエータ、高速・高精度な画像処理を実現することにより製造現場から求められる技術改善に高いレベルで応えられる技術を低コストで開発することを目的として本課題を進めていく。

今回、飛翔物を落下前に確実に打ち落とすシステムとすることで高速・高精度の要求に対する検証を行うものとし、システム名を軌道計算照準システムとした。

2. 開発ステップと目標

この開発は、難度や期間を踏まえて下記の3つのステップに分けて進める。

- ① 静止物照準システムの開発
- ② 飛翔物投射の検証と軌道計算
- ③ 全体システム製作

今年度は第1ステップの静止物照準システムの開発までを目標としている。

3. 開発ステップと目標(第1ステップ)

軌道計算照準システムの開発にあたり、照準精度の確認と動作時間の検証を行うために、最初のステップとして静止物照準システムを製作する。仕様は、軌道計算照準システムの目標仕様を基に製作する。棚の上に対象物を配置し、棚全体を覆う形で認識空間および照準空間を設置する。各機構の全体配置図を図1に示す。

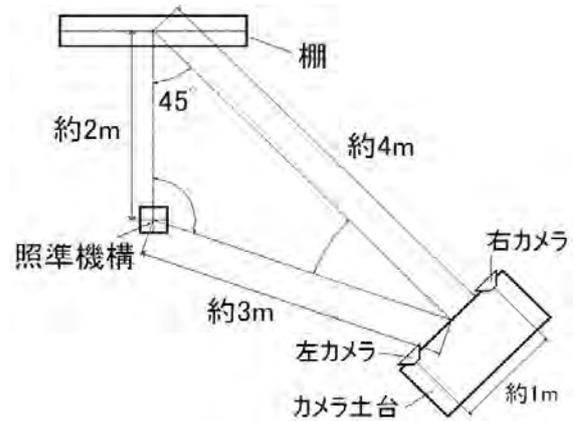


図1 全体配置図

4. システム概要

本システムは静止物を、ステレオカメラを用いて三次元的に画像処理を行い、座標を変換する。その後、照準機構で打ち落とすシステムである。表1にシステムの仕様を示す。

表1 目標仕様

本システム仕様	
発射物	プラスチック球 (ϕ :25.4 \pm 0.05mm)
対象物	赤色ソフトボール (ϕ :約90mm)
発射速度	最大40m/s
照準空間	$\theta \cdot \phi$:0 \sim 60°
認識空間	2 \times 2 \times 2m
精度	\pm 50mm(約3m先)
システム動作時間	
画像取得時間	33ms
画像処理時間	90ms
座標計算時間	10ms
照準時間	200ms
発射時間	100ms
合計時間	433ms

5. システムの流れと詳細

軌道計算照準システムは、画像処理・座標変換、照準システムの3つに大きく分けられる。

システムの処理の流れは画像処理、座標変換、照準・発射の順に行われる。図2にシステムブロック図を示す。

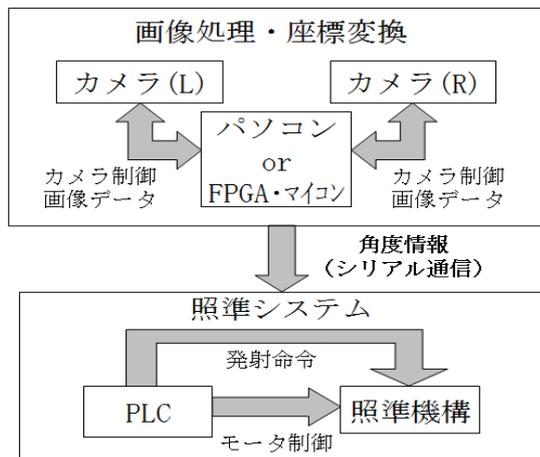


図2 システムブロック図

5.1 画像処理

FPGAで左右のカメラから画像を取得し、処理を行い易いようにするためメインの処理の前に二値化を行う。次に二値化された画像からボールのみを抽出するためノイズを除去し、ボールのみの画像にする。次に複数のボールを個別に認識するためラベリングを行い、左右のカメラごとにそれぞれのボールの中心座標を求める。

5.2 座標変換

画像処理で取得した左右のカメラ毎のボール検出情報を元に、マイコンを用いカメラ間の中心を原点としたボールの三次元直交座標を求め、求められた直交座標を照準機構を原点とした三次元極座標に変換し、照準機構が実際に動作する垂直・水平角度を計算する。

5.3 照準・発射

PLCで照準機構の動作角度を受信し、モータを駆動させて認識したボールを照準する。次にコンプレッサで圧縮した空気を開放してプラスチック球の発射を行う。発射が完了すると、次の動作に向けて、プラスチック球の自動装填を行う。図3に製作した照準機構の写真を示す。

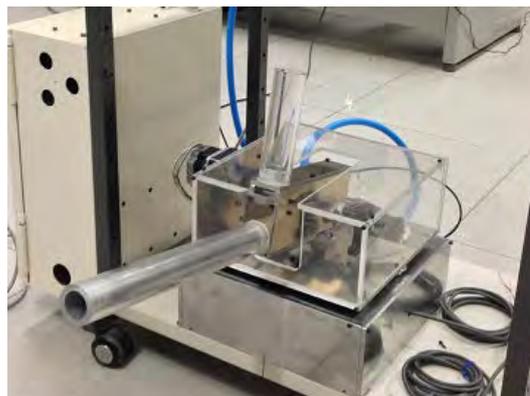


図3 照準機構

6. システム評価

表2に本システムの実力値を示す。座標算出精度は最小 $\pm 0.14\text{mm}$ 、最大 $\pm 27.80\text{mm}$ 、平均 $\pm 7.32\text{mm}$ となった。照準精度は中心で $\pm 12.0\text{mm}$ となり、全体精度で $\pm 39.8\text{mm}$ となった。

動作時間は、通信時間を含めた、画像処理・座標計算は目標仕様を満たすことができた。しかし、照準動作時間は機構が重くなったため目標仕様を満たす性能に届かなかった。

以上より、本システムは精度に関しては目標仕様を満たすことができたが、動作時間は目標時間に対して 672.67ms 多くかかってしまった。

表2 システム実力値

		システム実力値		目標仕様
精度	座標算出精度	$\pm 27.80\text{mm}$ [最大]	$\pm 50\text{mm}$ (約3m先)	
		$\pm 0.14\text{mm}$ [最小]		
		$- 1.40\text{mm}$ [平均]		
	照準精度(中心)	$\pm 12.0\text{mm}$ [最大]		
	全体精度	$\pm 39.8\text{mm}$ [最大]		
動作時間	画像取得時間	33ms	33ms	
	画像処理時間	40ms	90ms	
	座標計算時間	0.75ms	10ms	
	通信時間	5.25ms	---	
	照準時間	860ms	200ms	
	発射時間	166.67ms	100ms	
	合計時間	1105.67ms	433ms	

7. おわりに

今回作製したシステムは、高い精度は出せたものの、動作時間が目標時間を満たすことができなかった。改善案として機構の小型・軽量化を行うことで改善できると思われる。第1ステップはこれで完成といえるので次の第2ステップでは、本システムを応用し開発を続けることができると考えられる。

課題実習「テーマ設定シート」

作成日9月21日

科名：生産システム技術系

教科の科目		実習テーマ名	
電子装置設計製作課題実習（生産情報システム技術科） 電気制御システム課題実習（生産電子システム技術科） 自動化機器設計製作課題実習（生産機械システム技術科） （開発課題実習）		軌道計算照準システムの開発	
担当教員		担当学生	
生産情報システム技術科 瀬戸 克典	○平井 禎之	阿部 文博	
生産電子システム技術科 東 英嗣	千葉 祐史	中島 俊希	
生産機械システム技術科 伊藤 隆志	原 侑大	二田 大也	
生産機械システム技術科 細田 雅昭	荻野 由夏		
課題実習の技能・技術習得目標			
「軌道計算照準システム」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、カメラ、センサ、モータによる自動化制御技術、高速画像処理に対応した回路設計技術、物体認識させるための画像処理アルゴリズム、空圧機器設計技術、NC加工技術、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			
近年、国内の製造業においては工場海外移転などによる空洞化が進み、日本の「ものづくり」の原点が失われるのではないかと懸念が現実となりつつありました。ものづくりの技術を国内に残すため、工場を「全」自動化することにより製造コストを下げて対応する考えはありますが、自動化システムの「コスト」「精度」「スピード」「効率」のバランスを考えると、まだまだコスト競争力を実現するためには十分とは言えません。このような背景から、高速画像処理技術、高速高精度自動制御技術の基礎技術開発のための教育用システムとして「軌道計算照準システム」を開発することとしました。コストを意識しつつバランスの取れたシステムを設計することで汎用性のある基礎技術を開発していきます。			
実習テーマの特徴・概要			
システムは、カメラ（画像取得）部、画像処理装置、モータ制御装置、照準装置と周辺機器（コンプレッサーなど）で構成されます。初年度の今年度は飛行物の画像処理、軌道計算技術につながる1st.ステップとして静止物3D位置検出画像処理と照準システム開発とします。開発手順は、 (1) 静止物照準システムの全体構想設定 (2) 機械、電子、情報の各分野における必要条件の検討と課題の抽出及び目標仕様の決定 (3) カメラ及び照準機構の具体的な仕様の設計・開発 (4) 画像処理と各種動作のアルゴリズムの設計・開発 (5) 各種加工・組立調整と照準精度確認実験および評価 開発した成果物は技術蓄積を目的とし、次のステップへ進めていきます。			
No	取組目標		
①	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。		
②	機構部を設計する際、独自性を持って創意工夫をします。		
③	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。		
④	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。		
⑤	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。		
⑥	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。		
⑦	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。		
⑧	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。		
⑨	次のステップにつながる詳細な設計書を作成し、完成度を高めていきます。		
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。		