

課題情報シート

テーマ名 :	パラレルリンクロボットの開発				
担当指導員名 :	浜田 真、高田 実	実施年度 :	23 年度		
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	学生数 :	8	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】

機械的には、次の点がポイントとなります。

- ◇アーム動作の最小時間とエンドエフェクタまでの慣性モーメントから必要とされるモータトルクを算出すること。
- ◇ワーク把持方法の検討を行なうこと。
- ◇ワーク吸着に必要な真空系の能力（到達真空度、流量）の算出を行なうこと。
- ◇三次元 CAD を用いてモデリングすること。
- ◇モデルから二次元図面を作成すること。
- ◇旋盤、フライス盤、レーザ加工機など必要な工作機械を使用し必要精度に部品を仕上げること。

情報的には、次のポイントがあります。

- ◇パラレルリンクメカニズムのエンドエフェクタの位置からモータの回転角を求めること。
- ◇モータコントロールボードの使用方法を学び、1つのモータを制御できること。
- ◇ロボットのティーチング方法を学び必要なプログラム画面を設計すること。

【訓練（指導）のポイント】

機械系の学生には、いくつかの設計要素（軸受、ロッドエンドベアリングなど）の特徴をとらえ、得失を考慮しながら選定することによって、適切な機構を設計させます。

まず、ロボットの工程分析によって所要時間を割り振り、アーム回転に必要な時間を算出させます。使用部品が定まったら、三次元 CAD でモデリングし可動部の質量・慣性モーメントを求めさせます。アーム回転に必要なトルクと制御分解能を基にしてモータの種類と減速機を決定させます。部品形状が定まったら、組立方法や接着方法を検討させ、必要なジグを設計させます。ワークが吸着されたかどうか、真空ポンプを稼働させ続けるかどうかを検討させ、必要なセンサやバルブを選定させて真空システムを完成させます。

情報系の学生には、パラレルリンクメカニズムを理解させ、高校の数学の教科書を基にエンドエフェクタの位置とモータの回転角の関係を求めさせます。必要なロボット動作範囲からモータの配置や各リンクの長さなどの設計パラメータを検討させます。一般的なロボット

のプログラム方法を例にして、パラレルリンクロボットに適したプログラム方法を提案させます。

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://www3.jeed.or.jp/toyama/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。

パラレルリンクロボットの開発

1. はじめに

近年、生産ラインの自動化による生産の低コスト化が進み、組立や箱詰めを行う軽作業ロボットが脚光を浴びてきている。従来は、シリアルリンク型のロボットが使用されていたが、さらに高速化を図ることができ、作業時間の短縮ができるパラレルリンク型のロボットに注目が集まっている。そこで私たちはパラレルリンク型の高速性に着目し、パラレルリンク機構を用いたピッキングロボットの開発に挑戦することとした。

2. 概要

現在販売されている「パラレルリンクロボット」を調べた結果、表1のようにパラレルリンク機構の形式として、回転型、直動型、伸縮型の3種類が代表的であることが分かった。この中でも移動速度が速く本体重量の軽い回転型が、開発用途を生産ラインの軽作業としている本テーマに合致するため、回転型パラレルリンクを用いて開発を行うこととした。また競合するロボットが、同じ回転型の機構であり構造の基本特許を持っていたABB社の「フレックスピッカー」であることも明らかとなった。

表1 パラレルリンク形式

形式	回転型	直動型	伸縮型
会社	ABB	オークマ	菊池製作所
名称	フレックスピッカー	COSMO CENTER PM-600	パイプベンダー
軸数	4軸	6軸	6軸
最大可搬重量	3kg		
動作範囲	φ800mm	420mm×420mm×400mm	
動作速度	200cycle/min	100m/min	
繰返し精度	±0.1mm	±0.05mm	±0.01mm
用途	ピッキング	工作機械	曲げ加工

3. 仕様

今年度開発するロボットの仕様を表2に示す。前述したフレックスピッカーと比較すると仕様の差が大きいことが分かる。しかし本校にはこのような新しい機構であるパラレルリンクロボットの構成や制御方法に関する技術的蓄積はまったくない。そこで今年度はこれらの点について基礎的な開発を行う意味で仕様を若干低く設定している。図1に本機体の完成図を示す。

表2 目標仕様

項目	決定仕様
形式	回転型
軸数	3軸
最大可搬重量(kg)	0.1kg
動作範囲(mm)	φ600mm×150mm
動作速度(cycle/min)	60cycle/min
繰返し精度(mm)	±0.5mm

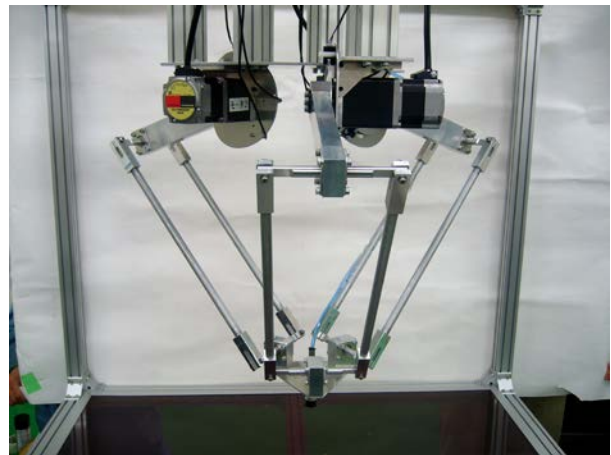


図1 パラレルリンクロボットの完成図

4. 本体構成

回転型の特徴は、モータによって回転させられる3本のリンクが一点に連結してエンドエフェクタの位置を制御することである。トルクの小さな小型モータで長いリンクを高速に揺動させるには、リンクを軽量化することが必要で、大きな動作範囲を得るためには関節部に大きな揺動角を持たせ

る必要がある。

4.1 関節部

回転型パラレルリンク機構の関節部には一般的にボールジョイントが用いられている。しかし市販されているボールジョイントでは目標動作範囲を実現することは出来ない。そこで私たちは、深溝玉軸受を工夫して用いることにした。これによって関節部の可動域が広がり、広い動作範囲を取れるようになった。

4.2 リンク

移動速度を速くするためにリンクは軽量であることが望ましい。そこで、材質は主にアルミ合金を使用した。形状は角パイプや丸パイプを使用し、可能な限りシンプルにすることで軽量化を図った。これによりモータにかかる負荷を軽減し、移動速度の高速化につなげた。

4.3 ピッキング方法

ワークはバキュームパッドを用いてピッキングする。一般には、圧縮空気を真空発生器を通して吸着するが、今回は真空ポンプを用いたシステムを製作した。またピッキングと本体の動作を組み合わせたデモンストレーションを行うこととした。

5. 動作制御

120° 毎に配置された3つのモータの回転角を、モータコントローラに備わっている3軸動時直線補間機能を用いてロボットの動作を制御する。

5.1 制御方法

ロボットは、パソコンのプログラムでモータコントローラやドライバを介して、3つのモータの回転角を制御することで駆動される。

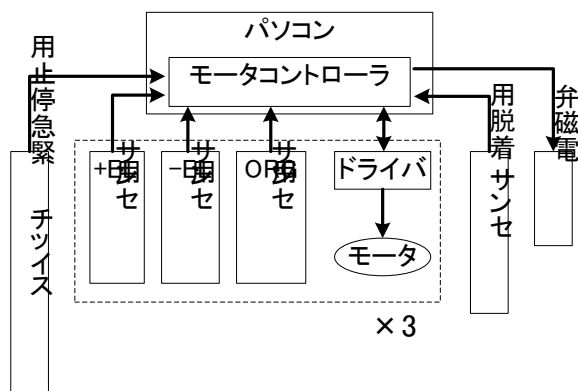


図 2 制御の流れ

センサや緊急停止用スイッチの信号をコントローラボードに入力し、この状態をプログラムで検出することで様々な処理を行う。この様子を図 2 に示す。

5.2 動作方法

今回開発したロボットは、3つのモータの回転角を直線的に変化させるとエンドエフェクタは弧を描いて運動する。

例えば図3のA点からB点までC,D点を経由して動作させようとする時、①のような軌跡を描く。

そこでこのような運動を嫌うような用途の場合、補間点を多く指定することで②のような運動をさせるモードを選択できるようにした。ただし、この場合は、①に比べて約17%速度が低下する。

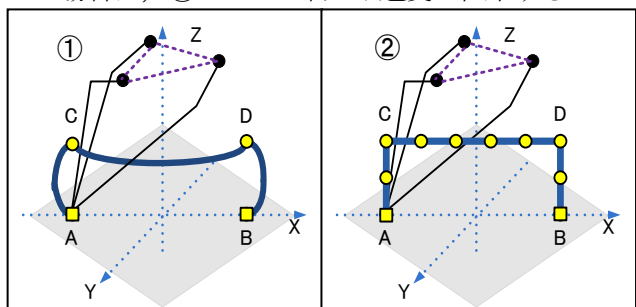


図 3 動作方法

5.3 使用方法

ロボットに特定の動きをさせる場合には、エンドエフェクタを停止させるポイントをあらかじめティーチングする。そして、このポイント間を、どれだけの速度で動いてもらいたいかをプログラムに記述する。

したがって、プログラムはポイントを記録した「座標ファイル」と動き方を記録した「プログラムファイル」で構成されることになる。このロボットプログラミングを簡単な操作で実現できるインターフェイスを制作した。

6. 最後に

開発したロボットはワークの搬送・並べ替えを行うことのみで特化している。しかし、様々な発展性を秘めているものだと考える。たとえば、画像処理でワークの位置を検出しその動きに追従しながら並び替えたり、エンドエフェクタに回転機構を加えて組み立てをしたりできるようになる。今後他の開発システムの一部に組み込むなど更なる開発を期待する。

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	
自動化機器設計製作課題実習（生産機械システム技術科） 電気制御システム課題実習（生産電子システム技術科） 計測システム応用構築実習（生産情報システム技術科） （開発課題実習）		パラレルリンクロボットの開発	
担当教員		担当学生	
生産機械システム技術科 浜田 真			
生産情報システム技術科 高田 実			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>ロボットの開発を通して、「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、製品設計技術、各種工作機械を複合的に活用した製品製造技術、モータ制御技術、運動軌跡データ作成技術、画像計測データ処理などのドキュメント作成及び管理技術などの習得を目標とします。</p>			
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>円高傾向が続く中、安い労働力を求めて多くの企業が海外生産に乗り出しています。このような状況で国内生産を続けるには単純作業の自動化を進め、人件費を圧縮することが求められています。そこで比較的大きな可動範囲を持ちながら高速動作が可能なパラレルリンクロボットを開発し、高速なワークハンドリングを可能とします。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>従来のXYテーブルや多関節ロボットは、複数の機構やリンクを直列に接続したうえで、最終機構にエンドエフェクタを搭載した「シリアルメカニズム」でした。それゆえに初段のアクチュエータには、その後に連なる機構全てを駆動するための大出力が必要となり、全体として大きな装置とならざるを得ませんでした。</p> <p>これに対して「パラレルメカニズム」は、1つのエンドエフェクタを複数の機構やリンクが並列に駆動するメカニズムです。したがって、各アクチュエータの出力が小さくても効率よく高速動作を可能とするので、よりコンパクトな装置を製作できます。このメカニズムを用いたロボットを「パラレルリンクロボット」と称しており、今年度はこのロボットを単体で完成させることを目標としています。</p> <p>この課題は、開発対象の機能や形態を限定しているので、開発の取り掛かりの早いことが期待できます。しかし、エンドエフェクタの位置からアクチュエータ（モータ）の動きを導くための計算方法や、モータの制御方法など不明な点も多く、具体的な仕様の決定や設計には時間がかかると予想しています。今年度は指定した位置へエンドエフェクタを正確に駆動できるロボットを完成し、今後、本ロボットを応用した生産システムの開発へと発展させる予定です。</p>			
No	取組目標		
①	CAEを援用したメカニカル設計、切削・溶接・板金を複合的に活用し、パーソナルモビリティを完成させます。		
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。		