

課題情報シート

テーマ名 :	マイクロマシン加工機の開発				
担当指導員名 :	細田 雅昭	実施年度 :	27 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】

近年、急速に進む技術革新の中で様々な分野において機器や部品の小型化が進んでいます（マイクロねじ、腕時計用歯車など）。加えて、多品種少量生産の対応可能なマシン性能は常に求められています。

本課題では「微細な形状を自由に」「広範囲に精度良く」加工でき、「工具・ハンドの交換を容易に」して対象物も変えられる応用システムの基礎技術開発ため【マイクロマシン加工機】を開発することとしました。

2年目の今年度はパラレルリンク型ロボットの動作精度向上と、加工時に使い勝手の良いシステムとなるように、精密加工用のリユーターを使って実際に加工精度の確認・検証を行えるマイクロマシン加工機の開発とします。

【訓練（指導）のポイント】

- ・マスタースレーブ各アームの各3軸同時制御を実現するためのFPGAプログラム技術修得を目指しました。
- ・スケーリングや直感的操作性の実現のため、RXマイコン®とFPGAを連携させた動作制御・モーター駆動回路技術の開発に必要なチームワークを理解させます。
- ・動作剛性を確保するための高剛性アームと動作精度保証のための減速機構の設計技術を理解するための高度な技術情報を指導しました。

開発技術は全て応用課程の履修科目が前提であり、高度に連携させて始めて実現できます。

社会に出てからのリーダーシップ発揮に役立つ情報として、開発の基本となる「フィードフォワード」の進め方を理解するように基礎的な要素技術の理解・確認に重点を置きます。

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 : 0228-22-2082 (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。

マイクロマシン加工機の開発

東北職業能力開発大学校

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

指導教員 東英嗣 内山元 細田雅昭 本多正治 政宗克美

1. はじめに

急速に進む技術革新の中で様々な分野において機器や部品の小型化が進んでいる。情報端末部品の締結に使われるマイクロねじや機械式腕時計に使われる歯車が例として挙げられる。また、工作機械、測定器も日々進化しており。微細加工による技術革新は各方面から求められている。

そこで本課題では、マイクロマシンを構成する微細部品の仕上げ加工を行え、現代の多種少量生産の多様なニーズに応えるべくアタッチメントを変更可能なマイクロマシン加工機の開発を行うことにした。

2. 仕様・機能

金属部品を ± 0.001 [mm] (± 1 [um]) の精度で仕上げを行える機構とし、アタッチメントの変更により加工だけでなく測定も行える。

表 2.1 製品仕様(スレーブ側)

寸法(mm)	700×600×550
加工対象サイズ W×D×H(mm)	100×100×15
重量(kg)	80 以下
スケーリング縮尺	1/10～1/1000
目標精度 (mm)	0.001



図 2.1 完製品(スレーブ側)

表 2.2 製品仕様(マスター側)

寸法(mm)	310×340×420
可動範囲 (mm) W×D×H(mm)	50×50×25
重量(kg)	10 以下

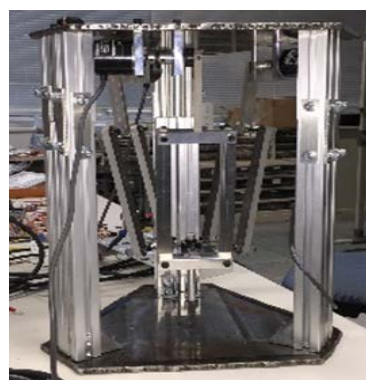


図 2.2 完製品(マスター側)

3. システム概要

今回製作するマイクロマシン加工機のシステム概要を図 3.1 に示す。作業のモニターには加工用カメラ映像と測定用カメラにてシングルボードコンピュータを介して表示させる。マイコンからスレーブアームの座標値を取得し表示させる。タブレットからはスレーブアームの動作縮尺(1/10～1/1000)及び任意の軸固定の設定などが可能になっている。これらの操作には Bluetooth 通信を用いる。アームのコントロール方式には実際に装置を使用する作業員たちが直感的に動作させることができるようにスケーリング機能を持つマスタースレーブ方式パラレルリンクロボットを採用した。

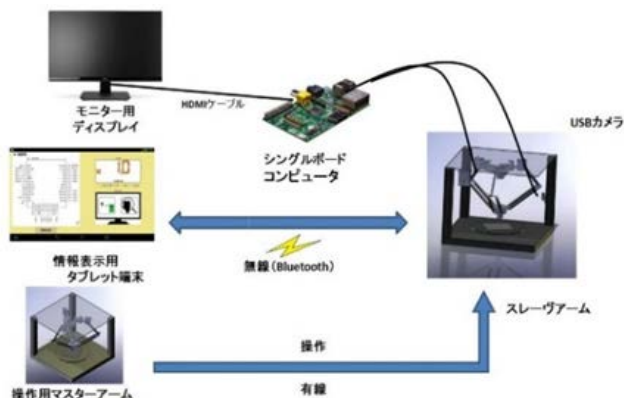


図 3.1 システム構成図

4. パラレルリンク機構

パラレルリンクとは、並列にリンク機構を制御して1点の動きを決める機構のことを示す。ベースと可動部との間に3本のリンク部を配列し複数のアクチュエータで駆動することで可動部の位置を変化させる機構である。また、ベースと可動部の全てのリンクが並列なので高出力で剛性が高く、個々のリンク部の誤差が平均化され精度が落ちにくくなるという特徴がある。今回私たちが製作したパラレルリンクアームはステッピングモーターをアクチュエータとして採用し、3つのモーターを同時に制御することで目標となる精度と剛性を確保した。すべてのリンク機構を同時に動かす複雑な制御になるためマイコンとFPGAを連携させる開発が必要となる。

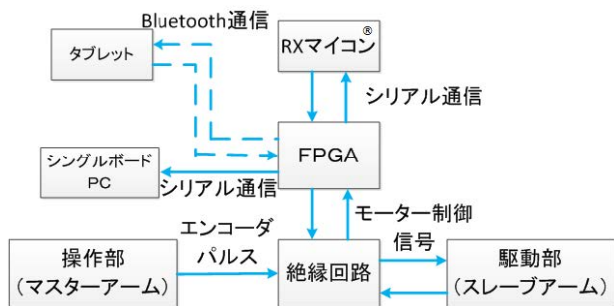


図 4.1 アーム制御回路

5. マスタースレーブ方式

このコントロール方式ではマスターアームを操作すると、設定された動作縮尺、入力動作に応じてスレーブアームで動作を再現する。また、パラレルリンク機構の特徴として、各モーターを同期制御しなければならない。これらのことを踏まえて実際に製作している制御回路の一部

を図 4.1 に示す。まず、マスターアームを操作するとマスターアームに取り付けたロータリーエンコーダが回転数に応じてパルスを発生させる。絶縁回路を介してFPGAの内部回路でパルス数を検出、カウントを行い、シリアル通信でRXマイコンヘデータを送信する。次に、与えられたデータを用いて必要な動作を計算し、再びFPGAへと返信する。この計算結果に応じてFPGAでパルスを生成し絶縁変換回路を通して3軸分のモータードライバへと信号を送り、これによってステッピングモーターを制御する。

また、スレーブアームを微細な動きにするため、歯車にてモーターの回転を減速している。歯車にはバックラッシ対策を施し、微細な動きに対して敏感に動作するようにしている。そのバックラッシ対策部分は何らかの原因で誤動作したことを異常として検出する機能に磁気ポジションセンサー (AS5048™) を用いる。(図 5.1)

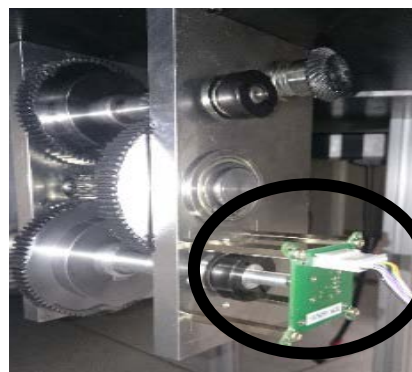


図 5.1 磁気ポジションセンサー設置図

6. おわりに

現在、当初予定していた装置の仕様を満たす完成度まで仕上がっている。しかし、スケジュールの大幅な変更があり作業に遅れが生じてしまった。それは全体のイメージができていなかったことがあげられる。次年度の開発課題では引き継いでより良いものに仕上げたい

参考文献

RXマイコンのすべて基礎編 新海栄治著 電波新聞社

課題実習「テーマ設定シート」様式及び記載例

作成日： 1月 4日

科名：生産システム技術系

教科の科目		実習テーマ名	
精密機器設計製作課題実習(生産機械システム技術科) 電動応用装置設計製作課題実習(生産電気システム技術科) 電子装置設計製作応用課題実習(生産電子情報システム技術科)		マイクロマシン加工機の開発	
担当指導員		担当学生	
○生産機械システム技術科	細田 雅昭		
〃	内山 元		
生産電気システム技術科	東 英嗣		
〃	政宗 克美		
生産電子情報システム技術科	本多 正治		
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>「マイクロマシン加工機」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、エンコーダ、ステッピングモータによる自動化制御技術、スケーリングと3軸並行制御に対応した回路設計技術、NC加工技術、3次元のロボット制御技術、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。</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>近年、急速に進む技術革新の中で様々な分野において機器や部品の小型化が進んでいる（マイクロねじ、腕時計用歯車など）。加えて、多品種少量生産の対応可能なマシン性能は常に求められている。</p> <p>これらの性能を満足させるために「微細な形状を自由に」「広範囲に精度良く」加工でき、「工具・ハンドの交換を容易に」して対象物も変えられる応用システムの基礎技術開発ため「マイクロマシン加工機の開発」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システム技術を開発していきます。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>システムは、ロボットアーム部、カメラ部、モータ制御装置、操作機器部とツール機器で構成されます。</p> <p>2年目の今年にはパラレルリンク型ロボットの動作精度向上と、加工機の動作時に使い勝手の良いシステムとなるように、精密加工用のリョータを使って加工精度の確認・検証を行えるマイクロマシン加工機の開発とします。</p> <p>開発手順は、</p> <ol style="list-style-type: none"> 動作精度改善内容の全体構想設定 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 ロボットアーム及び制御機構の具体的な仕様設計・開発 各種動作のアルゴリズムの設計・開発 各種加工・組立調整と照準精度確認実験および評価 <p>開発した成果物の技術蓄積を目的とし、次のステップへ進めていきます。</p>			
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。		