

課 題 情 報 シ ー ト

テ ー マ 名 :	自動車用ドア組立ラインにおけるねじ締め装置の開発		
担当指導員名 :	浅野博 陣内望 作成一郎	実施年度 :	25 年度
施 設 名 :	関東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 :	開発課題実習	学生数 :	18
		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】

本開発課題は、企業依頼テーマであるため、依頼元企業からの要求に応え、なおかつ 1 年間の開発課題実習の予算、実現性、教育訓練効果を意識して装置仕様を決定しなければなりません。そのため、様々な工夫が必要となりました。いくつかのポイントを示します。

ねじ締めを行う工具も制御のし易さを考えると電動工具が良いが、現在手作業で行うエア式のシステムレンチを使用するため、たま込め機構や締め付け時の最終的な押し込みに苦勞しました。たま込めは、リボルバ方式を採用し、最終的な押し込みにバネを利用することにより解決しました。制御回路では、使用するモータはドイツ製のサーボモータを利用すること。制御は PIC を用い C 言語でプログラムすることなどの要求があり苦勞しました。特に工場内で使用することから、自主製作の基板等のノイズ対策について、考慮する必要がありましたが、問題なく動作できました。自動車のドアは、モノレールのように吊るされた状態で搬送されてくると、ねじ穴がデータベース上の図面データとの間でズレが生じます。0.5mm 以上ズレるとねじ締めが不可能になるため、このズレを画像処理により検出し補正を行いました。安価なカメラで十分なタクトタイムで実用化したことに高い評価を得ています。

【訓練（指導）のポイント】

ワーキンググループ実習であるため、個別の技術指導のほかにグループミーティングが必要となります。実習初期は、創造的開発技法の授業とコラボさせ、ブレインストーミング法などにより、装置仕様を決定しました。実習中期以降は、グループリーダや各科リーダーには、週報や議事録を作成させ、特に工程管理や予算管理を重視し、グループでの活動の指導を行いました。実習後期は、やり残しや改善点を付箋紙に記入し装置に貼りつけ、グループ内で共有する指導を行いました。

また、実習初期末に構想発表会、中期末に動作確認発表会を行い全校および企業技術者で指導をしております。最終に、ポリテックビジョンを行い広く様々な方にご意見を頂きます。

課 題 に 関 す る 問 い 合 わ せ 先

施 設 名 : 関東職業能力開発大学校
住 所 : 〒323-0813 栃木県小山市横倉三竹 612-1
電話番号 : 0285-31-1711 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/tochigi/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。

自動車用ドア組立ラインにおけるねじ締め装置の開発

グループ 4 生産機械システム技術科

生産電子システム技術科

生産情報システム技術科

1. はじめに

自動車のドア組立作業は、取付け部品をドアにセットし、システムレンチを用いて、ねじによる締結を行うことが繰り返される。しかし、複雑な部品が多いうえ、様々なドアがあるので、自動化は困難である。

そこで、自動車の左右対称構造に着目し、機械に人の作業の反転コピー（ミラー）をさせ、人との協業可能な装置を開発し、作業効率の向上を図りたいという図1に示すテーマをA社から頂いた。これは、現在ドア1枚を1人の作業で行っているものを、1人の作業により、2枚のドアの作業を行う装置である。

前年度は第一段階としてマスター側ねじ締め部、ねじ供給部、ワークナビ部の開発を行った。本年度は前年度装置の改良、ミラー側ねじ締め部、パーツホルダの開発を行った。

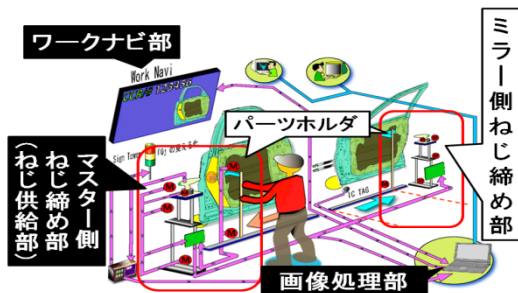


図1 ねじ締め装置全体概略図

2. 装置概要

図2にねじ締め装置の外観図を示す。作業者に工程指示をするワークナビ部、ねじをリボルバにセットするねじ供給部、リボルバによるたま込め機能を付加したマスター側、マスター側の作業に追従するミラー側のねじ締め部、ドアが固定台上で多少ずれていても、

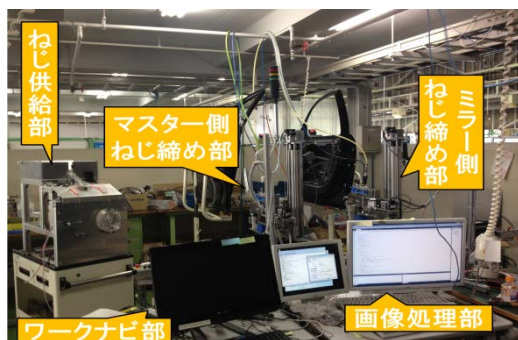


図2 ねじ締め装置の外観

ねじ締め部、ドアが固定台上で多少ずれていても、正確なねじ穴座標を検出する画像処理部で構成されている。他に、今回は予算の関係で実機は製作できなかったが、パーツを固定するためのパーツホルダのミニチュア版の試作機を開発した。

図3に装置全体の手順を示す。

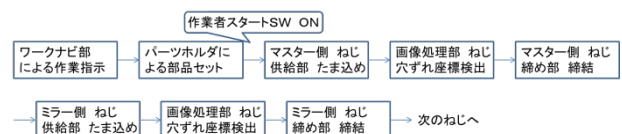


図3 装置全体の手順

2. 1 ワークナビ部

図4にワークナビ表示内容を示す。

ワークナビ部は、作業工程の表示の他にドアの品質管理、作業者への警告（ねじ締め不良、工具劣化など）を行っている。まず、ICタグによってコードを読み取り、コードに見合った自動車のドア情報をデータベースより取得する。それを基に作業工程を表示し、作業の進捗に合わせて指示内容を変更する。作業指示内容には画像を用いており、誰が見ても分かりやすくなるように作成した。

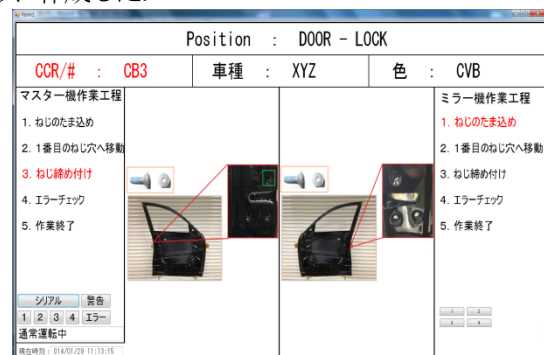


図4 ワークナビ表示内容図

2. 2 ねじ供給部

図5にねじ供給部外観を示す。

昨年度は、ねじ供給部に1本ずつねじを取りに行きたたま込めを行っていた。そのため、タクトタイムが大幅にかかっていたので、今年度はリボルバ方式を採用した。ねじ供給部は、このリボルバに大量投入されたねじを1本ずつ供給するもので、まず自作した供給プレートのカム機構で上下させ、プレートの溝に入ったねじを搬送する。供給プレート下部には透過型光電セ

ンサを搭載しており、個数制御をしている。個数制御機はロータリソレノイドにカムプレートを取り付けたもので、供給されてくるねじの量を監視し、供給量が多くなり過ぎないように調整している。リボルバーへのねじの最大ストック数は18本で、供給手前でストックされる量が常に一定数になるようにカム機構の上下運動で制御している。

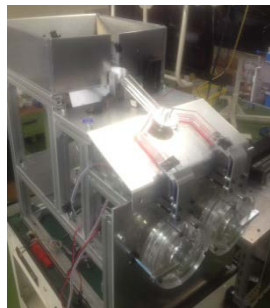


図5 ねじ供給装置外観図

2. 3 画像処理部

ねじ締めを確実に行うには、システムレンチとねじ穴のずれが0.5mm以下でなくてはならない。ドアは固定台の上に乘せられているので、データベースより取得した図面上のねじ穴データと実際のドアねじ穴の座標との間にずれが生じる。この誤差を検出するために用いられるのが画像処理部である。はじめにデータベースより取得した座標位置でねじ穴の撮影を行い、次に撮影した画像に対して穴の検出をおこなう、図面データとのズレを割り出している。

図6は画像処理でねじ穴の検出をしたものである。

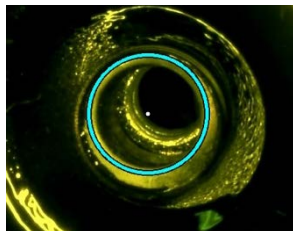


図6 ねじ穴の検出

2. 4 ねじ締め部

図7にねじ締め装置外観図を示す。

ねじ締め部はユニット化のしやすさ、制御の容易さから直交ロボットを参考に設計・製作をおこなった。

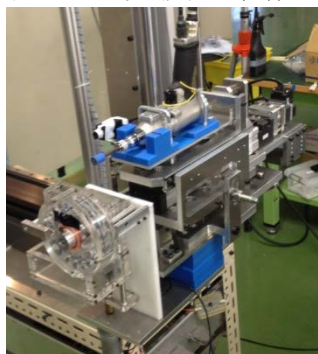


図7 ねじ締め装置外観図

ねじ締めユニット軸はねじ穴が垂直平面とは限らないので、昨年度にはなかった角度調整が可能な機構になっている。各稼働軸には電動シリンダを用いており、シリンダはPICマイコンによるシリアル通信で制御している。ミラー動作は予めデータベースに用意されたねじ穴の座標を反転することで実現している。

2. 5 パーツホルダ (ミニチュア版試作機)

図8にパーツホルダ外観図を示す。

パーツホルダはねじ締めによって固定する部品を固定位置に運び、保持するものである。移動軸は2軸あり、一つはラックアンドピニオンによりミラー動作し、もう一つはPICマイコンによりマスター側に取り付けているサーボモータの動きを監視し、マスター側が動いた分だけミラー動作が可能になっている。

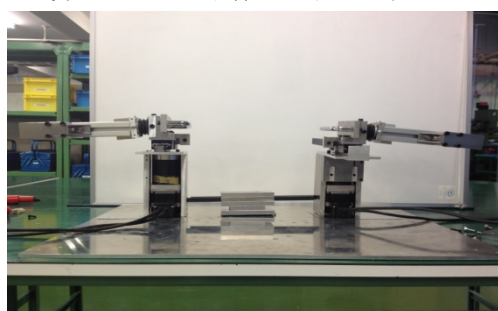


図8 パーツホルダ外観図

3. 開発目標及び装置性能評価

開発目標及び装置性能評価を表1に示す。

表1 開発目標及び装置性能評価表

	開発目標	評価
装置全体	タクトタイム 28秒/1本	
	装置サイズ(装置1機) 2000×1000	
ねじ締め部	角度調整機能追加	角度調整可能
	リボルバーによるたま込め	
	ねじ締め成功率100%(ミラー機含む)	
供給部	ねじ投入数800本以上	800本投入可能
	10万円以下で製作	6万円以下で製作
	リボルバーへのねじ供給	
パーツホルダ	アクチュエータ数3点以下で製作	4点製作
	標準構造体で製作する	標準構造体で製作
	ミラー機のミラー動作	動作可能
ワークナビ部	使いやすい見やすい表示画面	作成完了
	作業指示内容の拡充	側面にも対応
	着座判定の追加	追加完了
画像処理部	ハフ変換による画像処理	成功
	違い(白・黒)のドアでも画像処理が可能	白・黒ドアで成功

4. 製作費用

本製作物の製作費用を表2に示す。

表2 製作費用表

ねじ締め機	供給機	パーツホルダ	ワークナビ部	画像処理部	合計
1349120	53141	401707	45810	41632	1891410

5. おわりに

前年度装置の問題点を解消し、様々なねじ穴に対応可能で、タクトタイムおよび精度も大幅に向上した装置開発が行えた。パーツホルダが実機版で製作できれば、システムとして稼働可能になると考えている。

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：平成25年9月19日

科名：生産システム技術系

教科の科目		実習テーマ名	
自動化機器設計製作課題実習（生産機械システム技術科） コンピュータ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）		自動車用ドア組立ラインにおけるねじ締め装置の開発	
担当教員		担当学生	
生産機械システム技術科 作 成一郎			
生産電子システム技術科 陣内 望			
○生産情報システム技術科 浅野 博			
課題実習の技能・技術習得目標			
生産現場を意識した「ものづくり」全工程の生産管理を主体的に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）を習得する。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
大手自動車メーカーの栃木県内工場からの提案テーマであり、昨年度に引き続き 2 年目の継続テーマである。大手自動車メーカーといえども、昨今の社会情勢の中、より一層の生産自動化 が求められており、本校に実現可能な有無を含め取組んで欲しいと依頼があった。 具体的には、ねじ締め作業の自動化であるが、単純なロボットではなく、人との協業という困難なテーマである。また自動車という性質上、安全対策を含めた品質管理が重要な要素となる。 将来的には、単なるねじ締めに留まらず、様々な展開を図るということも視野に入っている。			
実習テーマの特徴・概要			
自動車のドア組立工程における作業は、部品取り → 運搬 → セット → 締結が繰り返される。この作業は複雑な部品が多いうえ、様々なドアがあるので自動化が困難である。また、安全上完全自動化は行えないという事情がある。 そこで、自動車の左右対称構造に着目し、機械に人の作業の反転コピー（ミラー）をさせ、人との協業可能な装置を作り、作業効率の向上を図るというテーマである。 構成としては、人が作業指示を与える①マスター側のねじ締め部、①の動作を反転コピーする②ミラー側のねじ締め部、作業者に指示を出す③ワークナビ部、PIC を中心とした④システム制御ユニット部の 4 部となる。 昨年度は、①マスター側のねじ締め部、③ワークナビ部、④システム制御ユニット部の開発を行った。今年度は昨年度の改良および②ミラー側ねじ締め部およびパーツを保持するパーツホルダー部の開発を行う。			
No	取組目標		
①	世の中にない装置の開発であり、構想に時間をかけ創造性豊かな装置を開発する。		
②	装置全体を動作単位に分解し、各々 5 つくらいの構想を練り、実証実験により詰めていく。		
③	提案企業技術者と良く連携を取り、要望が実現する装置を開発する。		
④	単なるねじ締めに留まらず様々な展開を図るため、安価で複雑でない構成（標準構造体）となるような装置を開発する。		
⑤	自動車の保安部品であるため、確実な品質を保証する。		
⑥	グループミーティングを毎週行い、進捗状況や問題点等について共通認識し解決に努める。		
⑦	グループ全体が同じ意識のもと開発に取り組む。		
⑧	企業との連携を密にとり、お互いの認識違いが生じないようにする。		
⑨	各種発表会や企業への報告に際して、図や表を効率的に利用した分かり易い報告書を作成する。		
⑩	5 S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行う。		