

課題情報シート

テーマ名 :	インソール製作支援システム				
担当指導員名 :	天野 隆、岩永禎之、谷本富男、 榎本 実	実施年度 :	24 年度		
施設名 :	四国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 (機械、電子、情報)		
課題の区分 :	開発課題	学生数 :	11	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】

本課題のポイントは、パッド位置の制御と足底圧分布の表示をすることです。パッド位置の制御に関しては、被験者がシステム上に立った状態でおこなわれます。したがって、被験者の荷重に耐えられるメカニズムの設計や荷重に拮抗するトルクを有するアクチュエータの選定が必要です。足底圧分布の表示に関しては、パッド位置変更前後の圧力の変化を観察するための差分表示、被験者の荷重が変わっても視認性を保つための圧力データの正規化等の処理が必要です。

機械学生 : 4 名、電子学生 : 3 名、情報学生 : 4 名

【訓練 (指導) のポイント】

パッド駆動部のメカニズム、パッドの制御、足底圧分布データの処理と、それぞれ機械、電子、情報の技術が開発において必要になります。メカニズムにおいては、機械設計、パッドの制御に関しては機械制御やインタフェース技術、足底圧分布データの処理には、GUI プログラミングや画像処理といった、専門科目や専門実技の実習を復習させながら取り組ませることがポイントです。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 四国職業能力開発大学校
住所 : 〒763-0093 香川県丸亀市郡家町 3202 番地
電話番号 : 0877-24-6290 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/kagawa/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。

インソール製作支援システムの開発

四国職業能力開発大学校

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

進木 淳也, 杉江 邦夫, 河合 智司, 南原 雅史

竹本 翔, 上杉 泰輝, 小林 駿介

○福岡 千純, 大西 良典, 前田 愛輝, 尾崎 友夏

1.はじめに

図1に示すように、足を形成する骨格には3つのアーチがあると言われている。その中の中足骨アーチを矯正することで、扁平足やたこなどの痛みを軽減することができる。メタターサルパッド（以下、パッドとする）は中足骨アーチの矯正をするために使用している。現状では、パッドの位置決めを製作者の実績や経験を基にした主観で決定している。このため、パッドによる矯正の効果が顕著に見られない、あるいは過度の矯正により違和感や苦痛を伴う場合がある。そこで、本システムでは、足底圧分布（客観的データ）および被験者の体感（主観的データ）を基にパッドの位置を決め、被験者により適合したインソールの製作を支援する。

昨年度では、パッドの動作を前後、左右、上下、鉛直軸周りの回転までは実現できていた。しかし、本来のインソールの形状は爪先から踵にかけて緩やかな傾斜があり、この傾斜を表現できていなかった。よって、新たに Rx 軸の追加を行い、実際のインソールに近い形状を目指した。

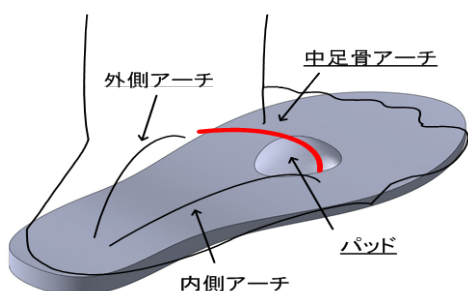


図1 足の三つのアーチとパッド

2.システム構成

図2に示すように本システムは駆動部、制御部、足置き台で構成されている。足底圧分布を計測する圧カシートは、駆動部にあるパッドの上部へ被せるように設置する。パッド位置の調整は、左右(X軸)、前後(Y軸)、上下(Z軸)、X軸周りの回転(Rx軸)、X軸周

り回転(Rz軸)の5軸で行い、圧カシートの下から足底にパッドを押し当てる。

システムの操作はパソコンで行う。始めに、被験者の氏名や、足のサイズ、症状などの情報を登録する。次に、駆動部に計測する足を乗せ、USBカメラで爪先と踵の画像を撮影し、足の位置を決定する。撮影した画像から輪郭を取得し、足底圧を常時表示した状態でパッドの操作を行う。足底圧分布や被験者本人の体感を参考にして、足底圧の変化を確認し、被験者に合ったパッドの位置を決定する。これらの手順を基にインソールの製作を進める。

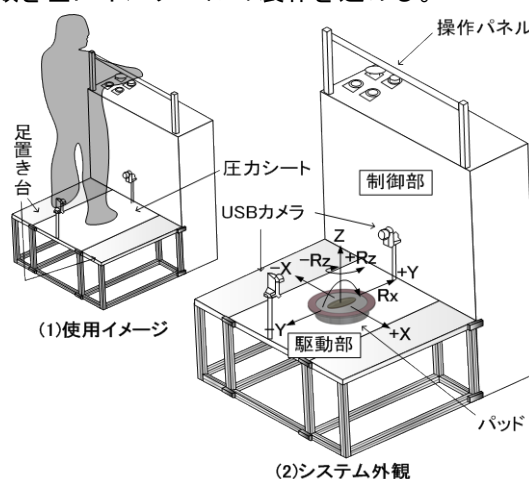


図2 システム概要

3.駆動部

図3にRx軸を示す。Rx軸の駆動を実現するため、ステイの底面に接する2本の軸が上下に動くことでパッドを傾けるようにした。パッドは最大5°傾けることができ、インソール形状の傾斜に倣うよう設計した。なお、Rx軸にはウォームギアを用いており、セルフロック効果によって体重がかかってもRx軸の角度が変化しない設計とした。また、図2に示すように駆動部と制御部の横幅を均一にすることで、駆動部、制御部、足置き台をスナップ錠で取り付けが可能となり、組み立て作業が行いやすくなった。

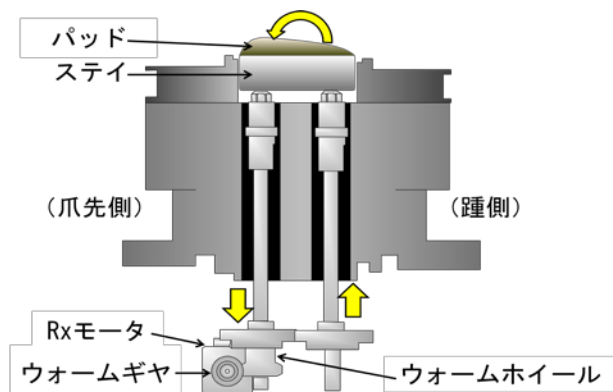


図3 Rx軸

4.制御部

図4に制御システムの構成を示す。昨年度では各モータにドライバを1つ設置していたが、Rx軸の増設に伴う制御部の拡大化及びコストの増加について対策する必要があった。2つの問題の対策として、まず各軸のドライバを統一し、制御部の縮小化を行った。また、手動コンソールの稼働率が低かったため、パソコンのみの操作とすることでコスト削減に繋がった。さらに、結合時のコネクタの数を少なくしたことで結合作業が行いやすくなった。これにより、制御部ではRx軸増設後においても、重量は740[g]の軽量化、コストは8万円の削減が実現できた。

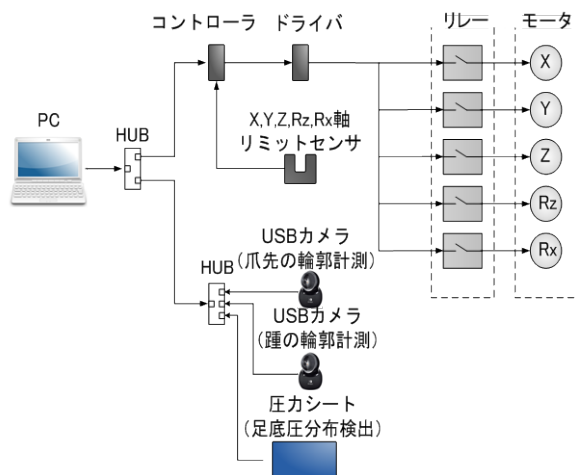


図4 制御システム構成

5.足底圧表示

昨年度はダイナミックレンジが一定であったため、被験者の体重によっては図5の(1)調整前のように圧力値が飽和状態となっている部分があり、視認性が低かった。

そこで、今年度は計測画面にダイナミックレンジ

を調整する機能を追加した。この機能を使用し、図5の(2)調整後のように圧力値が高い部分と低い部分の表示を際立たせることで、視認性を向上させた。また、マウスでカーソルを合わせた箇所、クリックした箇所の圧力を定量的に表示することにより、パッドの調整による効果を評価しやすくした。

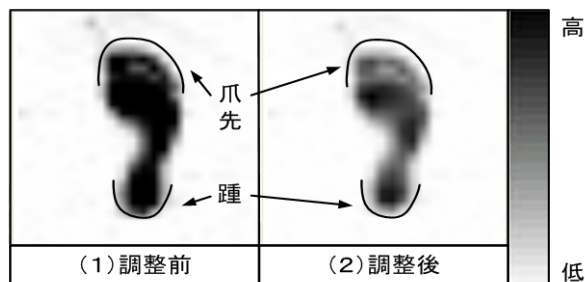


図5 ダイナミックレンジ調整前後の足底圧分布

6.差分表示

図6の(1)、(2)に差分比較を示す。差分表示はパッドの位置の変更による圧力分布の違いを比較し、変化した部分の増加分(3)と減少分(4)のみをそれぞれ個別に表示する。これにより、パッド位置の変更による影響を視認しやすくした。また足の輪郭を表示することによって足底内のどの部分の圧力が変化したのかを明確化した。

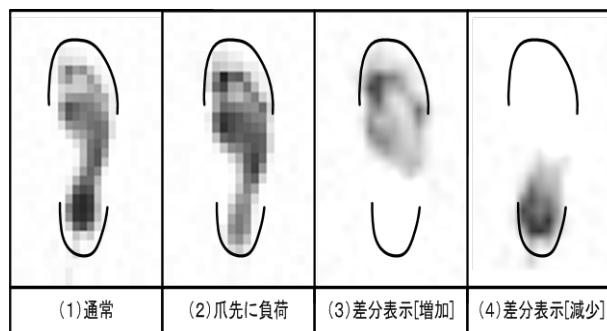


図6 差分表示

7.おわりに

今年度の成果として以下のことを挙げる。

- ・ Rx軸機構の追加によるパッド傾斜の実現
- ・ 制御部の縮小および軽量化
- ・ ダイナミックレンジ調整機能による視認性向上
- ・ 輪郭表示による圧力部の明確化

今後の展望として駆動部の高さを抑えた設計、3センサ方式の導入、圧力や輪郭などの計測データの精度を向上し、装置の有用性を高めていきたい。

課題実習「テーマ設定シート」 開発課題実習（生産システム技術系）

作成日： 10月 11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） 電気制御システム課題実習（生産電子システム技術科） 計測制御システム応用課題実習（生産情報システム技術科） (開発課題実習)	インソール製作支援システムの開発	
担当教員	担当学生	
生産機械システム技術科 岩永 禎之	○進木 淳也 南原 雅史 福崎 孝史	杉江 邦夫 河合 智司
○生産電子システム技術科 天野 隆	○竹本 翔 小林 駿介	上杉 泰輝
生産情報システム技術科 谷本 富男	○福岡 千純 前田 愛輝	大西 良介 尾崎 友夏
課題実習の技能・技術習得目標		
<p>オーダーメイドインソールの製作支援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する。具体的には、システム開発を主体とした製品設計技術、複合的な製品製造技術、電子制御技術、プログラミング技術、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する。</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>福祉用具および機器業界では、未だ手作業による工程が少なくない。その理由として、①多品種少量生産が基本であり、機械による量産化には不向き、②機器の使い勝手は使用者の主観によって大きく左右され、それに伴った機器の調整方法の画一化は容易でなく、手作業以上に臨機応変な対応手段が見当たらないといったことを挙げる。また作業者の熟練度合いが品質に大きく影響する。よって生産量や人件費を考えると製品はコスト高となる。部分的にでも自動化あるいは製作支援装置を導入することでこれらコストを抑えるニーズがある。</p>		
実習テーマの特徴・概要		
<p>福祉用具の一つであるオーダーメイドインソールは、自動加工機による製作後において、インソール製作者による形状調整のための後加工が必要であることが少なくない。後加工の要因の一つとして、メタターサルパッド（以下パッド）の位置の調整不足がある。調整不足の原因として、①無負荷（体重が掛かっていない）状態の足底形状を基にパッドの位置を調整、②装具製作者が過去の実績や経験を基にパッドの位置を決定することが挙げられる。これを踏まえたコンセプトを①パッドの位置の調整を支援、②インソール使用者が現物製作前にパッドの位置による感覚の違いを実感可能、③インソール使用者が客観的データ（足底圧）の改善状況を視覚的に理解可能、④インソール製作者が客観的データ（足底圧）に基づくパッドの位置決めが可能、⑤立位にて有負荷（体重が掛かった）状態でパッドの位置の調整が可能とした。具体的な仕様としては、①パッドが5軸に可動し、位置の調節が可能、②足底圧分布が計測でき、GUIにより視覚的に認識可能とした。</p>		
No	取組目標	
①	CADを活用して、パッドを5軸に可動させるための各機構部を設計し、各種工作機械で製作並びに組立て調整する。	
②	アクチュエータ及びセンサを選定してパッド機構部を動作させ、また足底圧、足輪郭を計測する。	
③	課題装置を設計する際に、独自性を持って創意工夫をし、品質、コスト及び納期をバランス良く調和させる。	
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する。	
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、進捗を調整する。	
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つ。	
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する。	
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する。	
⑨	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行う。	