

# ポータブル型圧力分布可視化システム

平田一郎<sup>†1</sup> 大谷桂司<sup>†2</sup> 後藤泰徳<sup>†1</sup>

**概要:** 多くの製品は、使用状況によって持ち方や握り型が変化する。そこで本研究では、製品の把持力（圧力）をリアルタイムにモニタリングするための可視化システムを提案する。本システムは、圧力計測部と表示・記録部（圧力分布の可視化部）が分離している。無線でデータ通信するため、測定場所から離れてモニタリングすることが可能である。また、本システムは、ソフトウェア上で設定する「センサの貼り付け位置の指定方法」にも特長がある。

## Portable Type Visualization System of Pressure Distribution

ICHIRO HIRATA<sup>†1</sup> KEIJI OOTANI<sup>†2</sup> YASUNORI GOTO<sup>†1</sup>

**Abstract:** Many products have different holding and grip type depending on usage. In this research, we propose a visualization system for real-time monitoring of product grasping force. This system is divided into the measuring pressure part and the visualizing pressure distribution part. Each other part communicates data wirelessly. Therefore, it is possible to monitor away from the measurement location. This system also has a feature in the method of specifying the position to paste the sensor at the time of monitoring.

### 1. はじめに

本稿で述べる可視化システムは、製品の「持ちやすさ」の指標を圧力分布から導き出すことを目的に開発した。本システムにより、製品を握った時の圧力分布をリアルタイムに表示させて製品の握り具合を確認できる（図 1）。

製品の持ちやすさを検討する際、重心や形状の異なるサンプルを複数個用いて対比較等の主観評価で比較する方法が一般的である[1]。また、客観的な指標を得るために生体計測を評価実験と同時に行い、主観評価との相関を分析する場合もある[2]。しかし、装置のセッティングや解析が大変なことから、製品開発の上流工程での簡易的な評価に用いることが難しい。一方、歩行解析等の動作解析分野では、筋骨格シミュレーションモデルを用いた逆運動力学解析による研究が行われている[3]。この手法は、動作測定値から筋活動量を計算するもので、動作中の「人間に付けたマーカー位置」と「床反力」から関節モーメントを算出し、筋活動を推定する。そのため、動作の位置情報と圧力がわかれば筋骨格シミュレーションモデルを用いて筋活動量の計算も期待できる。上記が可能となれば、持ちやすさの客観的な指標も同様に得やすくなると考えられる。以上の背景から、製品の把持力がリアルタイムに計測可能な圧力分布計測システムを開発した。



図 2 圧力分布計測システムの利用場面  
Fig. 1. Scene of a distribution measurement system.

### 2. システム構成

本研究で開発した圧力分布可視化システムは、物体に加わる圧力を計測するための圧力計測部と、計測した圧力分布を表示し記録する可視化・記録に大きく分かれている。圧力計測部のデータは可視化・記録部に無線（Bluetooth）送信されるため、対象物から離れた場所での計測が可能である。また本システムは、過去に開発した圧力分布計測システム[4]で課題となっていた下記 3 点を克服することができた。

- 1) 計測周期が遅い（計測周期 1 ヘルツ）
- 2) リアルタイムで可視化ができない（計測後に分析）
- 3) 大きな筐体で、持ち運びが難しい（240 x 350 x 110mm）

<sup>†1</sup> 兵庫県立工業技術センター  
Hyogo Prefectural Institute of Technology.

<sup>†2</sup> コンビニエンジニア  
ConveniEngineer

## 2.1 圧力計測部

圧力計測部を図2に示す。圧力センシング部はメイン基板とコネクタ変換基板、モバイルバッテリー、圧力センサで構成されている。メイン基板は、縦170mm、横80mm、高さ40mm、コネクタ基板は縦85mm、横55mm、高さ25mmと非常にコンパクトである。

コネクタ変換基板は圧力センサとメイン基板を中継するもので、1基板に同種のセンサを最大8個接続可能である。今回、下記2種類の圧力センサに対応したコネクタ変換基板を製作した。

- ・FSR400 (インターリンク社製)
- ・イナストマーSF-LT型 (イナバゴム株式会社製)

FSR400は反応速度が速い反面、接触面の制約が多く、SF-LTは接触面の制約が少ない反面、反応速度が遅い。そのため、対象物に応じて圧力センサを使い分けできるようにした。

メイン基板は、圧力センサから得られた電圧値を表示・記録部にデータ送信するもので、コネクタ変換基板との接続口を3個持っている。1個のコネクタ変換基板で最大8個まで接続可能であることから、同種のセンサを最大24個(3x8)まで計測可能である。また、3種類の異なるセンサをそれぞれ8個同時に接続することも可能である。異なるセンサを同時に計測する場合は、各センサの初期電圧値が異なるため、電圧レベルを調整するためのつまみも用意した。

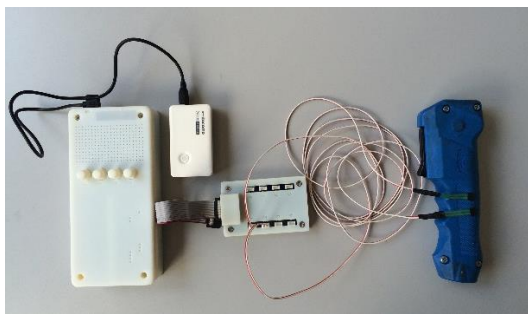


図2 圧力計測部

Fig. 2. Pressure sensing part.

## 2.2 表示・記録部

これまでに開発した圧力分布計測システム[4]は、対象物に応じて画像を差し替えることが難しく数値データによる表示方法に限定していた。しかし、数値変化だけでは圧力分布を確認することが難しいことがわかった。さらに今後の研究では、センサの取り付け対象も様々で、さらには製品だけでなく人体等にも適応範囲を広げることを想定している。そこで本研究で開発した表示・記録部では、新たな可視化方法を考案した。具体的には、計測対象物をカメラで撮影して可視化用の画像として活用する方法である。

以上の方法により、カメラで撮影可能なものは全て可視

化が可能となった。また、圧力分布をリアルタイムに計測可能な上、CSVファイルとしてデータ保存も可能であるため、実験後の分析も容易である。

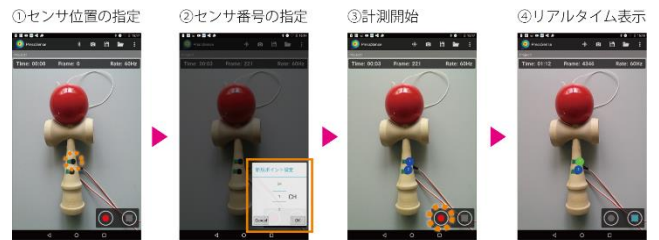


図3 可視化・記録部

Fig. 3. Visualization / Recording part.

## 3. おわりに

本稿では、リアルタイムに圧力分布を計測可能な可視化システムの概要について述べた。この可視化システムは、製品の持ちやすさ評価の際に用いるだけでなく、製品使用状況のモニタリングや筋骨格シミュレーションモデルとの連携による筋活動量の計算等に用いることが期待できる。特に、筋骨格シミュレーションモデルとの連携については、Anybody Technology社のソフトウェアAnybody[5]や国立研究開発法人産業技術総合研究所人間情報研究部門デジタルヒューマン研究グループが開発しているDhaiba Works[6]に圧力データを取り込み、筋活動シミュレーションへの応用可能性について検討する予定である。

今回開発した可視化・記録部により、圧力センサを様々な対象物に貼り付けてリアルタイムにモニタリングが可能となった。しかし、対象物に隠れたセンサの指定を行うことができない仕様となっているため、今後はカメラの撮影方法や画面分割の方法、センシング後のプレビューや解析表示の方法について検討していく予定である。

## 参考文献

- [1] 鈴木洋子. 児童が使いやすい包丁の柄と太さの選定. 日本官能評価学会誌, 2000, Vol. 4, No. 2, p.112-117.
- [2] 平田一郎. 鶴丸尚孝. 後藤泰徳. 汎用システムデザインプロセスの活用-溶接タッチハンドルの開発事例-, デザイン学研究, 2015, 特集号 22(1), p.22-27.
- [3] 小栢進也. 内藤尚. 沖田祐介. 岩田晃. 樋口由美. 淵岡聡. 田中正夫. 二関節筋機能を考慮した筋骨格シミュレーションモデルによる歩行解析, 日本理学療法学会大会 (2012).
- [4] 平田一郎. 中本裕之. 持ちやすさ評価のための圧力分布計測システムの開発. 第三回日本感性工学会 関西支部大会, 2013, p.27-28.
- [5] Sins, L., Tétreault, P., Hagemester, N. & Nuño, N, Adaptation of the AnyBody™ musculoskeletal shoulder model to the nonconforming total shoulder arthroplasty context", 2015, Journal of Biomechanical Engineering, vol. 137 (10)
- [6] 遠藤維. デジタルヒューマン・ハンドモデルによる人間機能シミュレーションと人間中心設計への応用, 日本設計工学会誌, 2014, Vol.49, No.3, p.128-135.