

Wrap and Sense: バンド型センサによる把持データ収集システム

宮田 なつき^{†1} 杉浦 裕太^{†1} 朴木 健裕^{†2}
前田 雄介^{†2} 遠藤 維^{†1} 多田 充徳^{†1}

概要: 本研究では、物体に簡易なセンサユニットを設置することで、手には何も装着することなく把持姿勢を計測するシステムを提案する。人の手の姿勢を計測する多くの手法では、手にマーカやグローブ等を装着する必要があるが、装着による心理的・物理的影響により、素手で行う動作とは異なる挙動をとることがあり、自然な動作を観察する目的では問題となる。物体形状が既知で、握力把握など把持の類型が分かっている場合、手の形が規定されることから、手の側面など一部を検出することが出来れば、物体に対する相対的な把持位置姿勢を推定可能と考えられる。そこで、物体に複数の距離センサを列状に配置したバンド型センサを設置して、把持中の手の側面の位置を検出し、計算機上で把持姿勢を確認可能なシステムを構築した。

Wrap and Sense: Grasping Data Collection System by a Band Sensor

NATSUKI MIYATA^{†1} YUTA SUGIURA^{†1} TAKEHIRO HONOKI^{†2}
YUSUKE MAEDA^{†2} YUI ENDO^{†1} MITSUNORI TADA^{†1}

Abstract: This study proposes a measurement system of a grasping posture by the bare hand by setting band sensor. Most of the motion capturing system requires to attach markers or other equipment on the hand. Such an attachment might change one's behavior from that by the bare hand. In terms of collecting natural behavior data in a daily life, such demerits should be avoided. If the object and hand models are available and the grasp type in taxonomy is given, it is possible to estimate a grasping posture of the whole hand even from the partial capture data. This report shows a prototype system that detects a side edge of the grasping hand by a band sensor with distance sensors aligned in line and the captured hand posture is interactively shown on the display.

1. はじめに

人が、製品を手でどのように扱っているか、その把持位置姿勢を計測・収集しモデル化することができれば、製品の改良に役立つだけでなく、新たなサービスの構築も期待できる。手が物体を把持する姿勢を計測可能な市販の装置としては、光学式のモーションキャプチャ装置やグローブ型の装置などがある。しかし、マーカやグローブ等の装着による心理的・物理的影響は避けられず、素手で行う動作とは異なる挙動をとることがあり、自然な動作の観察を目的とする場合には問題となる。卓上に置くだけで素手のジェスチャなどを簡便に計測する装置が市販されていたり、ビジョンを用いた計測に関する研究[1]なども行われているが、物体を把持した状態での計測は難しい。



図1 バンド型センサを把持物体に装着した様子
Figure 1 A band sensor on an object to grasp

ここで、物体形状が既知で、握力把握など把持の類型が分かっている場合、手のとる形はほぼ決まることから、手の側面などを検出することが出来れば、物体に対する相対的な把持位置姿勢が推定可能と考えられる。そこで本研究では、物体に複数の距離センサを列状に配したバンド型センサを設置して、把持中の手の側面の位置を検出し、コンピュータ上で把持姿勢を確認可能なシステムを構築することを目的とする。

2. 把持データ収集システム

本システムは、手の側面までの距離を計測するバンド型センサ部と、計測された距離情報をもとに手の位置姿勢を推定するホストコンピュータ上のソフトウェアからなる。

2.1 バンド型センサ部

バンド型センサは複数の測距センサを等間隔で連ねたもので、物体の把持が行われる面の端部に設置する。ここでは測距センサ (SHARP 製 GP2Y0E02A) 10 個を用いてバンド型センサを構成し、センサ出力値の変換・送信用ボード (ARDUINO SRL 製 Arduino Mega 2560) に接続した。図1に、ペットボトルの側面からの握力把持の検出を想定してバンド型センサを装着した様子を示す。各センサは、ボトルの長軸に平行で下向きの距離を検知するように設置され

^{†1} 産業技術総合研究所
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
^{†2} 横浜国立大学
Yokohama National University

ている。あらかじめ、複数の既知の距離でのセンサ値を得ておくことで、センサ値を距離に変換する。

2.2 把持姿勢推定部

ホストコンピュータ上のソフトウェアでは、受信した距離情報から物体の三次元モデルに対する手の側面部の相対位置を求め、これを元に手全体の姿勢を推定する。各センサからの距離情報は、物体の三次元モデル上に定義されたセンサ位置および向きを規定する点を用いて、物体に対する相対的な三次元位置情報に変換する。検出距離は把持していない状態で最大となるため、一定値以下の距離が検出された場合は把持されている可能性があるとし、把持姿勢の推定を試みる。

手モデルとしては筆者らの開発する Dhaiba ハンドを用いる[2]。19 関節のリンク構造と表皮形状から成り、姿勢に応じて形状が変化する。また成人日本人 500 人以上の手寸法データベースを利用して、個人の手モデルを少数の寸法データから推定することも可能である[3]。手部の側面部（本稿の実装例では母指から示指の指股）に対応して検出された点座標から、図 2 のように手モデル上に定義した姿勢推定用の特徴点のうち、同領域に含まれる 3 点と小指球上の 1 点の位置を求める。さらに、それらに基づき残りの指先特徴点の位置を概算したのち、手モデル上の特徴点がこれらに合致するようにモデルをフィットさせ把持姿勢を求める。

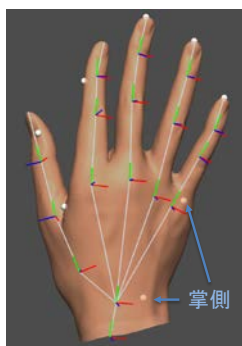


図 2 姿勢推定用の特徴点を定義したハンドモデル
Figure 2 A hand model with feature points defined for posture estimation

3. 把持データ取得実験

図 3 に、提案システムを用いて把持姿勢を検出し提示している様子を示す。画面上の手モデルの母指から示指にかけての指股の横に白い点が表示されており、指股が検出されており、手全体の把握姿勢が推定できていることが分かる。図 3 右のカラーマップ表示は、本システムで収集可能な情報の一例であり、計測開始から終了まで長く接触していたところほど赤く表示されている。

また、著者らの所属組織の主催するオープンハウスにて、同システムを来場者に体験して頂いた（図 4）。デモンスト

レーションでは日本人成人女性の平均寸法の手モデルを使用し体験者の性別や手寸法による変更は行わなかったが、把持姿勢はおおむね問題なく推定され、体験者からは、モーションキャプチャ等の大がかりな装置が無くとも手姿勢がインタラクティブに提示される点に大きな関心が寄せられた。

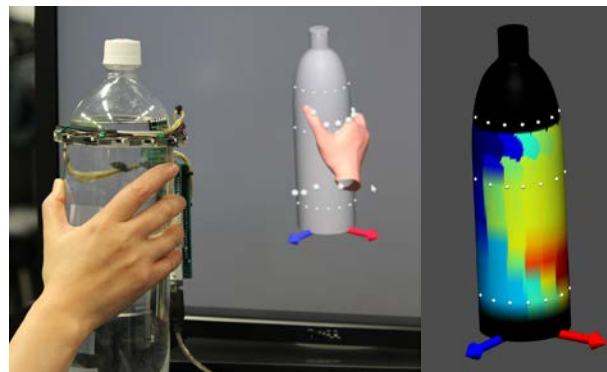


図 3 物体の把持を検知し姿勢を表示した様子（左）と、把持により接触した期間の長い箇所を解析した例（右）
Figure 3 The proposed system in work when detecting the grasp (left) and an example of grasping data analysis on duration time with an object geometry (right).



図 4 オープンハウスでのデモンストレーションの様子
Figure 4 Demonstration in our open house

4. おわりに

本稿では、物体にバンド型センサを設置することで、生活に近い素手の状態で把持姿勢を計測可能なシステムを提案した。また、距離センサ 10 個からなるバンド型センサのプロトタイプをペットボトルに装着し、片手で把持する姿勢が検出可能であることを、デモンストレーション等を通じて確かめた。

今後は、バンド型センサの小型化や無線化を進めるとともに、姿勢推定精度の向上に取り組む。また、多様な対象物体や体験者の手サイズへの適用性を探り、より頑健で使いやすいシステムの構築を目指す。

参考文献

- 1) S. Saito, et al., "Image measurement of hand dimensions and model-based human hand posture estimation", IECON Proc.. 1133-1137. 2010.
- 2) 宮田, "製品設計のためのデジタルハンド", バイオメカニズム学会誌, Vol. 38, No.1, 2014.
- 3) M. Kouchi, et al, "Evaluation of estimated hand measurements for creating digital hands", Proc. 19th Triennial Congress of the IEA, 2015.