

1 はじめに

近年バーチャルリアリティ (VR) の技術が発展し現在も様々な研究・開発が行われている。しかしながら、現在 VR の技術は身近な生活空間においてはあまり積極的に使われていない。この大きな要因として VR のインターフェースが高価であることが挙げられる。仮想空間における様々な操作も、現実空間のように手で行うことを考え、本研究では家庭に導入可能なデータグローブについて検討する。データグローブではバンドセンサを用いたものが一般的であるが、センサ数に応じて高価になりがちである。一方、カメラとマーカーを用いて安価に手の姿勢を推定する研究も行われている [1][2]。しかし、カメラを手固定する必要や 2 台のカメラのキャリブレーションを行う必要があるため使用するユーザーへの負担となってしまう。そこで本論文では、拘束条件と逆運動学に基づく「イメージベースデータグローブ」を提案する。

2 手の拘束条件を用いた指先の 3 次元位置推定

指先を覆うように取り付けられた色マーカーから画像中の指先の位置を、手の平に取り付けた ARToolKit マーカーから手の平の位置、向きを計測する。この 2 つのマーカーから得られた値を用いて 3 次元空間における指先の位置を含む直線 $L(t)$ を得る。しかし手の構造は複雑なため、直線 $L(t)$ 上の指先の位置を容易に決定することはできない。そこで、指の各関節間において拘束条件を設定し、指先の 3 次元位置推定を行う。拘束条件には各指関節における可動範囲、中手指節関節 (MCP 関節) 角度と近位指節間関節 (PIP 関節) 角度の S 字型の相関関係 (図 1(左))、PIP 関節角度と遠位指節間関節 (DIP 関節) 角度の比例関係 (図 1(右)) を設定した。これらの条件により、指先の位置を有限長の曲線上に拘束する。その上で、直線 $L(t)$ とこの曲線が最短距離となる直線 $L(t)$ 上の点を指先の 3 次元位置とする。

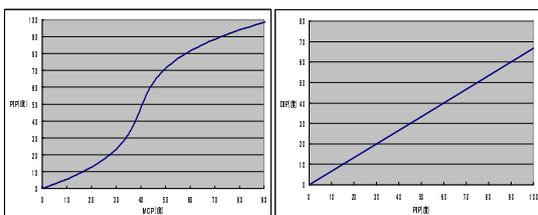


図 1: MCP 関節と PIP 関節の S 字型の相関関係 (左) と PIP 関節と DIP 関節の比例関係 (右)

3 逆運動学による手指の姿勢推定

推定した指先の位置から指の各関節の曲げ具合を推定する。逆運動学の解法には様々な手法があるが、本

モデルでは Cyclic-Coordinate Descent (CCD) 法を用いて各関節の曲げ角を推定する。CCD 法は指先 (エンドエフェクタ) と目標位置 (ゴール) の距離を最小化する最適化問題を反復して解くことで姿勢推定を行う。前節の手法で推定した指先の位置から指の各関節の曲げ角を推定する。

4 実験

提案手法によりイメージベースデータグローブの実験システムを実装した (図 2)。本システムにおいて、推定した手の向き、各関節の曲げ角を基に CG の手を表示し、その挙動の自然さについてアンケート調査を行った。アンケートにより、特定 (例: グー、チョキ、パー) の手指の姿勢については自然に感じられるという結果が得られた。また自由に動かした場合には、「やや自然に感じられる」という結果が得られた。

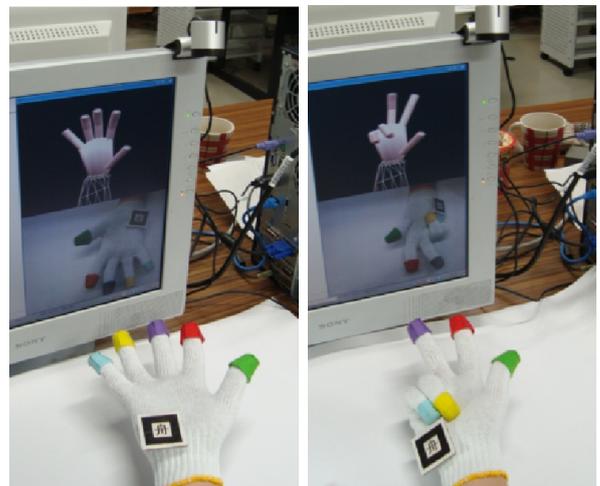


図 2: 実験の様子

5 むすび

手の拘束条件と逆運動学に基づく、新しいイメージベースデータグローブを提案した。実験システムでは、計測した手指の姿勢に基づき自然な手の CG の表示が可能である。今後の課題としては、今回は親指の姿勢について考慮しなかったため、親指の運動を提案手法に取り込み、より自然な手の CG が表現可能なデータグローブの構築を目指す。

参考文献

- [1] 藤木隆司, 吉本廣雅, 有田大作, 谷口倫一郎. "ヒューマンインターフェースのための実時間手形状計測", 火の国情報シンポジウム 2004.
- [2] Vitor F. Pamplona, Leandro A. F. Fernandes, Joao Prauchner, Luciana P. Nedel e Manuel M. Oliveira. The Image-Based Data Glove . Proceedings of X Symposium on Virtual Reality (SVR'2008), Joao Pessoa, 2008. Anais do SVR 2008, Porto Alegre: SBC, 2008, (ISBN: 857669174-4). pp. 204-211.