

S6 視線とプリシェイピングを用いた人工現実感インタフェース

中山大禎[†], 石井郁夫^{††}, 牧野秀夫^{†††}, 中静真^{†††}[†]新潟大学大学院工学研究科, ^{††}新潟大学大学院自然科学研究科, ^{†††}新潟大学工学部情報工学科

1. はじめに

人工現実感による仮想作業のインタフェースは、仮想の道具や仮想の手などの小数の手段に限定される。仮想世界で実世界と同様な作業感覚で精密で素早い作業を行なうためには、実体のない仮想物体に触れたときの触覚や仮想物体内へのめり込みを防ぐ処理などが必要となる。しかし、それらを正確に実現するには大がかりな装置が必要である。仮想世界の物体の動きを管理しているコンピュータ側に操作者の意思を正確に伝えることができれば、実世界と仮想世界の間には多少の誤差が存在しても、操作者の意思を反映した仮想世界の物体の動きを正確に素早く表現できるものと思われる。仮想作業のインタフェースには、人間の自然な動きを検出する方式を採用すれば特殊な訓練の必要がなく便利である。我々は、操作者の意思の伝達手段として、視線とプリシェイピングを用いたインタフェースによる仮想作業システムを開発中である。

本稿では、そのインタフェースの概念とそれを構築するデバイスの開発について報告する。

2. インタフェースの概念

操作者の作業における意思は「○○を××したい」という形式で表現される。例えば、「コップをつかみたい」という意思是、作業対象物体(コップ)の決定と操作内容(つかむ)に分けて考えられる。この作業対象物体の決定には、作業対象を見る視線が利用できる。また、さらに細かく物体の「どの部分を」という情報も得られる。一方「つかむ」ときに操作者は作業対象物体の形や大きさに合わせて指を曲げる動作をする。すなわち作業内容の決定には手を物体に近づけてからの意思に対応したしぐさ、プリシェイピング^[1]により情報が得られる。

操作者の意思が理解できたとき、我々が実世界で行なっているような物体と手の位置関係の細かい調整などを行なうことなく直接その意思を仮想の世界で実現してしまうことにより、素早い動作が可能になる。上の例であれば、仮想の手にコップを即座につかませてしまう。このときに実際の手の姿勢と仮想の手の姿勢とでずれが生じる。そこで、操作者の意思が確認される前は絶対座標上の手の姿勢を、意思が確認されて

その意思が仮想世界で実現された後の一定の条件下では手の姿勢の変化分を仮想の手の姿勢に反映させる方法で制御する。

3. システム構成

写真1に試作中のシステムの概観を示す。ホストコンピュータ(HP9000 model715/33-CRX24Z)で生成された両眼視差映像を21インチCRTに表示する。操作者は液晶シャッターメガネを装着して立体視すると共に、CRT上部のカメラでメガネに取り付けた長方形マーカを撮影しその位置と姿勢を計測する。計測された位置から見た立体映像を表示することにより運動視差を表現する。さらに、メガネには視線検出用のカメラが組み込まれ、眼球の動きから視線を計測する。手の位置、姿勢も同様に長方形マーカを用いて計測する。指の曲げ形状は関節角を機械的に計測する方法で獲得しプリシェイピング情報を得る。視点、視線および手と指の位置・姿勢の計測処理をPC(IBM PC/AT 互換機)で行い、ホストコンピュータとの間をRS232Cによりデータ交換を行なう。



写真1:システムの概観

4. 視線計測法

眼球位置はメガネに取り付けた長方形マーカをカメラで撮影して頭部に位置と姿勢を計測することにより求める。長方形の位置と姿勢の計測法、計測精度、処理時間などは文献 [2] 参照。

図1のように液晶シャッターメガネ内にハーフミラーを組み込み、両眼中央上部よりハーフミラーにうつった両眼像を小型赤外線カメラで広角撮影する。両眼上部に赤外線LEDを取り付け、ハーフミラーを通して眼球に照射することにより瞳孔と虹彩のコントラストを強調する。画像面上から得られた瞳孔中心の座標値から視線方向を求める。

画像上の瞳孔中心位置 $(x_{p(c)}, y_{p(c)})$ は、精度向上のために走査線方向の輝度の変化から瞳孔の輪郭をサブピクセル単位で抽出し、最小二乗近似により求める。

長方形マーカに対して一意に決定される顔座標系を考え、瞳孔中心位置から顔座標系上の視線方向 $(\theta_{h(f)}, \theta_{v(f)})$ を式(1)により求める。

$$\begin{pmatrix} \theta_{h(f)} \\ \theta_{v(f)} \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_{p(c)} \\ y_{p(c)} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

ここでAはカメラの歪みやオフセットを補正する視線ベクトル変換行列で、仮想三次元空間を移動する誘導点を頭部を固定した状態で眼で追跡したときに得られる誘導点座標と瞳孔中心の関係から最小二乗法を用いて求めておく。

仮想三次元空間においては、計測された長方形マーカの位置と姿勢データを用いて視線ベクトルをワールド座標に変換し、両眼の視線と交差する物体を注視物体とする。

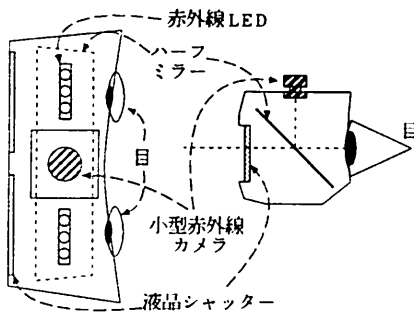


図1: 視線検出装置

5. プリシェイピングの計測法

手の甲に並行な平面上に長方形マーカを取り付け、視点計測と同じ方法でその位置と姿勢を計測する。また、この平面から2軸の回転関節を介して各指に対応する多関節ロッドを取り付け、各関節の曲げ角から指の曲げ形状を計測する。図2のように、第1指には3関節ロッドを用いてロッド先端を指の末節部に取り付け、VR0~3の計測値から曲げ形状を求める。第2~5指は遠位指節間関節(DIP)が近位指節間関節(PIP)に強く依存して動くのでVR3の計測を省略しロッド先端を指の中節部に取り付け、VR0~2の計測値から曲げ形状を求める。VR0は指の開き角度を計測する。ロッドの長さの決定にあたっては、ロッドと指が干渉せず、ロッドの全長ができるだけ短くなるような構成を遺伝的アルゴリズムにより求めた。

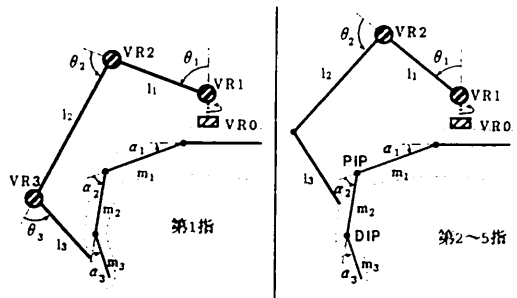


図2: 指の姿勢の検出

6. まとめ

視線とプリシェイピングを用いた人工現実感インタフェースの概念について示し、視線とプリシェイピングを検出する装置の開発について報告した。今後は、このインタフェースを用いての人工現実感での作業の実現と評価を行なう予定である。

参考文献

- [1] 宮里勉, 岸野文郎: "把持動作におけるプリシェイピングからの目標物体の推測", 1995年 信学総大, A-259
- [2] 高橋章, 石井郁夫, 牧野秀夫, 中静真: "人工現実感インタフェースのための画像処理による位置と姿勢の計測法", 1995年 信学総大, A-261