

## 4C-3 運動視差を用いた運動認識アルゴリズムによるCGモデルの操作

風間 久 岡本 恭一 久野 義徳

(株)東芝 研究開発センター 情報・通信システム研究所

## 1 まえがき

近年ヒューマンインタフェースの入力手段として手ぶりをを用いる研究が盛んになってきている。これらの研究では専用の手袋などのセンサを装着する場合が多い。そこでより自然な方法としてカメラからの画像を処理することが検討されている。これまでに手の形状や位置を認識してヒューマンインタフェースに利用するものが報告されている [1]。しかし、CG像の3次元的な操作を行なうようなヒューマンインタフェースに利用するためには、手の3次元運動を認識することが重要な課題となる。

動画像から物体の運動を認識する問題はこれまで数多く検討されてきたが、従来の方法は画像の計測誤差に対し不安定であることが知られている [2]。そこで、筆者らは空間的配置が任意な4点の画像上の動きから、定性的ではあるが安定して運動を認識できるアルゴリズムを提案した [3]。本報ではこのアルゴリズムを用いて、手の動きを認識しCGモデルを操作するシステムを試作したので報告する。

## 2 運動視差を用いた運動認識アルゴリズム

運動の認識アルゴリズムについては既に詳述されたものがある [3] のでここでは概略を説明する。

カメラから十分離れた物体の特徴点4点が2時点間で追跡できたとする(図1)。第一の時点の画面から3つの特徴点で囲われる小領域ABCを考える。この特徴点が空間的につくる小領域とカメラとは十分離れているので、平行投影を仮定することができる。その結果特徴点の画面上の速度場をアフィン変換を用いて表現することができる。

このとき図1のように第一の画面上の4点目の特徴点Pが前述の小領域と空間的に同じ面上にあると仮定し(P\*)アフィン変換を施す。実際の4点目の特徴点Pは空間的には同じ面上には存在しないため、第二の画面上ではアフィン変換で予想された位置と異なる点に写像される。この差を運動視差と呼ぶ。

平行投影を仮定するならば、この運動視差は物体の並進運動によっては現れず、回転運動のみによって生ずる。このことから運動視差を計測することによって回転運動を認識することができる。またアフィン係数を用いて各並進運動も認識される。このアルゴリズムからは任意の運動は次の4種の運動に分解されて認識される。

- 投影面に平行な任意の軸に対する回転運動
- 投影面に平行な面上の任意の方向の並進運動

Manipulation of 3D CG objects with qualitative visual motion interpretation using motion parallax.

Hisashi KAZAMA, Yasukazu OKAMOTO, Yoshinori KUNO  
Research and Development Center, Toshiba Corporation

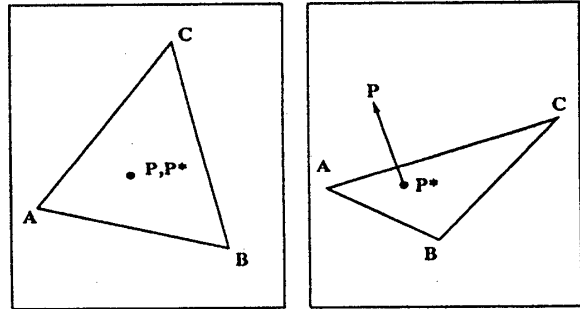


図1: 運動視差

- 投影面に垂直な軸に対する回転運動
- 投影面に垂直な軸方向の並進運動

ここで求められる運動の情報は定性的なものである。運動の方向及び回転軸は分かるがその絶対値は分からない。しかし本アルゴリズムによればこれらの値が高速に安定に求められる。

このような運動認識を、ヒューマンインタフェースに用いる場合には、認識結果により対象物を動かした像をディスプレイに表示し、適当に動いているかを操作者が判断しながら操作するという視覚フィードバックを用いることができる。2次元のポインティングデバイスであるマウスの場合にも、操作者は絶対的な運動量を指示するのではなく、指標の動きを見ながら操作している。定性的な認識結果でも、このように視覚フィードバックを使えば十分ヒューマンインタフェースに使用できる。むしろこのような利用の場合には応答速度の速いことが重要である。その点で本アルゴリズムはヒューマンインタフェースへの利用に適している。

## 3 システムの構成

試作したシステムは3つの装置で構成される。第一に特徴点の追跡を行なう画像処理専用プロセッサ [4]、第二に画像処理専用プロセッサを制御するワークステーション AS4075、第三にグラフィクス画面を表示するグラフィックスワークステーションの3つである。

今回はオペレータに電球のついた手袋をしてもらい、明るい点を追跡することにより運動を認識した。これは投影型スクリーンでCGモデルを表示するため暗い部屋で実験を行なうことと、特徴点追跡を高速に行なうためである。

オペレータが手を動かして行なった運動を特徴点の追跡結果から認識し、認識結果をグラフィックスワークステーション

ションに送る。グラフィックワークステーションには、オペレーションルームを想定したCGモデルが表示されており、ダイヤルやスライダスイッチなどがある。オペレータは手を動かしてそれらのスイッチをつかみ、回転させたり横に動かすことによりCGモデルを操作することができる。

今回のシステムでは10個の電球を手袋に取りつけてある。アルゴリズムの仕様からは4点の特徴点の追跡が必要であるが、手の場合形や姿勢によって隠れが生じることがある。どのような場合でも最低4点の追跡が可能になるように10点取りつけた。逆に5点以上の特徴点の追跡結果が得られる可能性もあるため、ここではアルゴリズムの特性を考慮して最大面積の3角形を作る3点と、その時、運動視差が最大となる点の4点を抽出して冗長な点を排除した。この4点に対し前述のアルゴリズムで手の動きを認識し、その結果をグラフィックワークステーションに送信する方法をとった。

#### 4 実験結果

以上の様なシステムを作成し、実際にCGモデルの操作を行なった。操作者の手の動き(図2)に対する、画面上の特徴点追跡結果(図3)とCGモデルの操作状況(図4)を図に示す。手の動きから1秒に5回程度の運動を解釈することができた。またCG画面による視覚的なフィードバックを利用することで、練習なしで誰でも使用することができた。

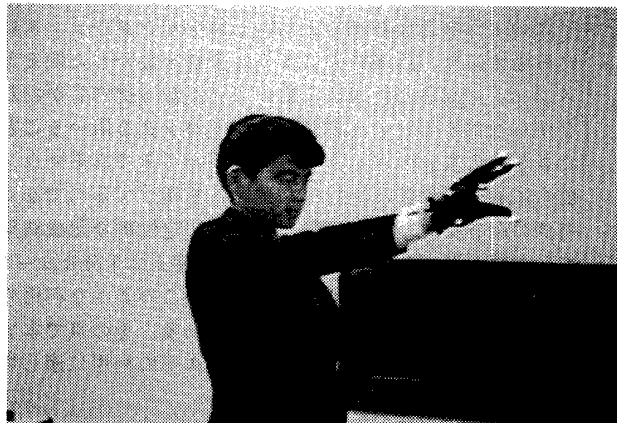


図 2: 操作者の手の動き

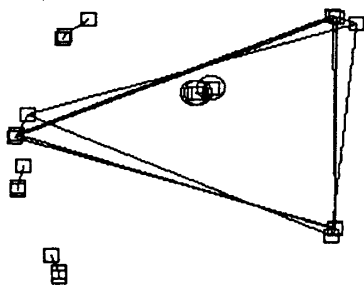
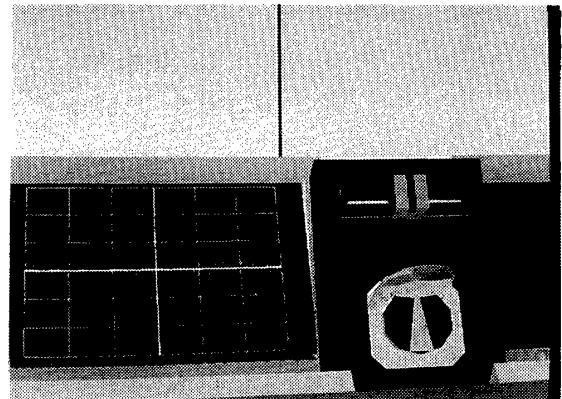
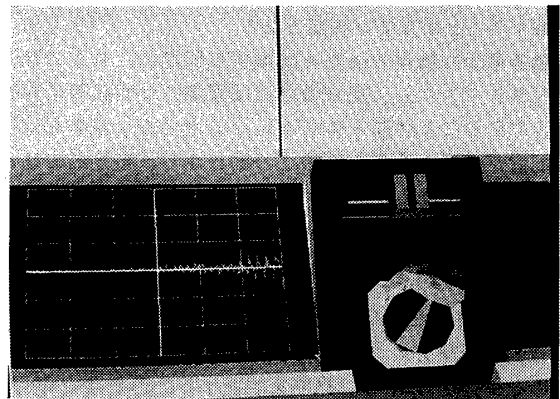


図 3: 特徴点追跡結果



(1) 画面 1



(2) 画面 2

図 4: CGモデルの操作状況

#### 5 あとがき

今回の試作システムによって、この運動認識アルゴリズムがヒューマンインタフェースの手段として利用可能であることがわかった。今回のシステムでは追跡された特徴点の動き全てを用いるのではなく、冗長な点の情報を棄ててしまっている。今後は冗長な点の情報も活用することにより、さらに安定な認識アルゴリズムに改良していきたい。

#### 参考文献

- [1] 大西、竹村、岸野: “手画像を用いた動きを含む手振り認識”, 第8回 HI シンポジウム, pp.409-412 (1992)
- [2] Aloimonos J.: “Purposive and qualitative active vision”, ICPR workshop, pp.346-360 (1990)
- [3] Cipolla R. et al: “Qualitative visual interpretation of 3D hand gestures using motion parallax”, IAPR Workshop on MVA 92, pp.477-482 (1992)
- [4] Kubota H. et al: “Vision processor for moving object analysis”, CAMP, pp.461-470 (1991)