

眼球の saccade 運動を模倣する移動物体の実時間追跡

6 S - 6

竹内義則[†] 汪増福[‡] 大西昇^{†‡} 杉江昇[‡]

[†]名古屋大学大学院工学研究科情報工学専攻
[‡]理化学研究所 バイオミメティックコントロール研究センター
[‡]名城大学理工学部電気電子工学科

1 はじめに

人間は容易に移動物体を発見し、移動する物体に視線を合わせて追跡することができる。こういった人間の視覚系のふるまいを持つ追跡システムを実現することは、コンピュータビジョンの重要なテーマの一つである。さらに、このような追跡システムは、防犯装置やテレビジョン放送の分野で幅広い応用が考えられる。そこで、本発表では、ビデオレートの画像処理によって得られた移動物体の位置情報に基づき、カメラのパン、チルト角を制御することによって移動物体を追跡することのできるシステムについて述べる。

2 人間の眼球運動

システムの原理は眼球運動に基づいている。人間が指標を追跡する時、2種類の眼球運動が観察される。1つは階段状の運動で、サッカードと呼ばれる。もう1つは比較的滑らかな運動で、スムーズパーシュートと呼ばれる。機能的に見ると、サッカードは指標と眼球のずれを補正するのに役立つ、スムーズパーシュートは指標と眼球の相対速度を0にするのに役立つ。

3 移動物体追跡システム

我々は眼球のサッカード運動に着目し、サッカードを模倣することによって、移動物体を視野の中心にとらえるシステムを開発した。システムはカメラ、画像処理装置、モータドライバ、自動雲台からなる。図1にシステムの概観を示す。カメラは小型一体型 $\frac{1}{3}$ "カラー CCDカメラ (SONY EVI-310) を使い、画像処理は VMEベースの汎用画像処理装置 (Datacube MaxVideo 200) とホストコンピュータ (MVME167) 上で行なわれる。そのホストコンピュータのオペレーティングシステム

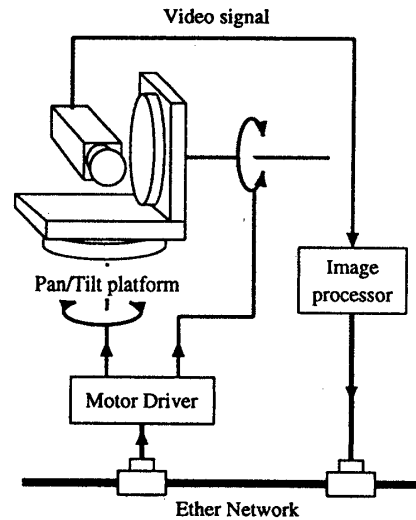


図 1: システムの概観

(OS) はリアルタイム OS(Lynx OS) である。自動雲台は回転機構としてステッピングモータを用い、分解能は $0.002^\circ/\text{unit}$ 、最大速度は $50^\circ/\text{秒}$ である。モータドライバはパーソナルコンピュータ (PC-9821Ap2) と増幅器からなり、イーサーボードとパルス発生器がパーソナルコンピュータに接続されている。

3.1 移動物体の検出

移動物体の検出はフレーム間の差分をとることで容易に行なうことができる。しかし、照明の変化などのノイズに敏感であるという欠点がある。この欠点を克服するため、差分値が物体の運動によって生じたものか、ノイズによって生じたものかを判断する指標を導入した。その指標は画像のエッジ部分である。物体の運動によって生じた差分値は物体のエッジ付近でより大きい値をとる。しかし、ノイズによる差分値は画像中でほぼ一様である。従って、差分とエッジを統合することによって、ノイズに対してロバストな移動物体の検出が可能となる。

Real-Time Visual Tracking System Mimicking Saccadic Movements

Yoshinori Takeuchi[†], Zeng-Fu Wang[‡], Noboru Ohnishi^{†‡}, Noboru Sugie[†]

[†]Nagoya University

[‡]RIKEN BMC Research Center

[‡]Meijo University

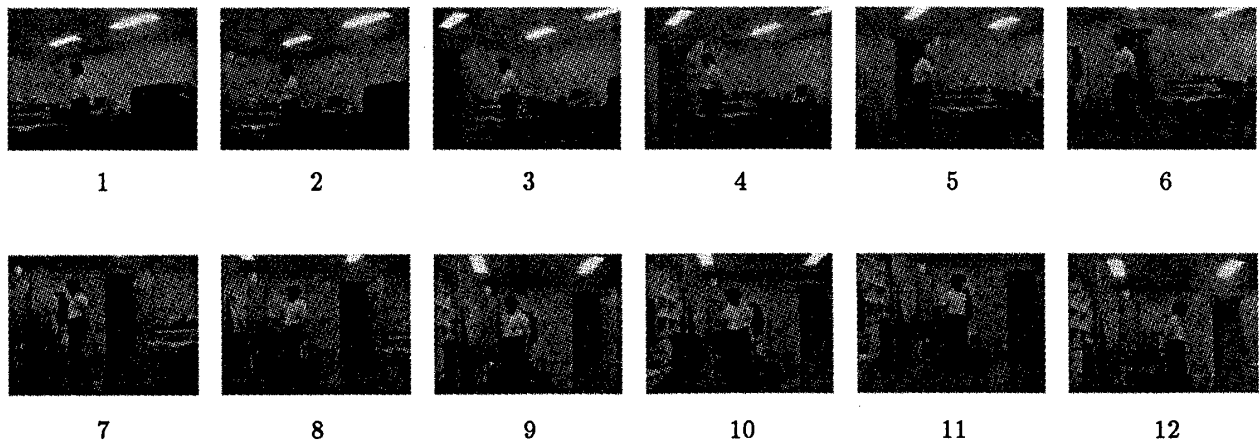


図 2: カメラから見たシーン:連続画像 0.5 秒間隔

我々は、この方法を汎用画像処理装置を用いパイプライン処理で実現した。パイプライン画像処理装置とリアルタイム OS のきめ細かい同期処理によって、30Hz の制御周期を達成した。

3.2 移動物体の追跡

移動物体が検出されると、システムはその移動物体が視野の中央に来るようにサッカードを行なう。そのために、まず、画像処理の結果得られた移動物体とカメラの光軸の相対角度を汎用画像処理装置のホストコンピュータ上で計算する。その結果得られた角度を、イーサネットワークを介してモータドライバに送る。モータドライバはモータの回転角を受けとり、それをパルス数に変換し、パルス発生器に渡す。パルス発生器は与えられたパルス数から自動的に（加速、減速を含めた）パルス周波数を計算し、モータを駆動する。ステッピングモータを用いることによって、フィードフォワード制御にも関わらず、高速で移動する物体の認識に使う精度を得ることができた。

4 実験結果・考察

我々はシステムが実時間で移動物体を追跡することができるかどうかを確かめるため、実環境（室内）で実験を行なった。移動物体は、歩く人間である。その人はカメラから約 2m の距離を保って往復運動し、約 1m/s の速さで歩いた。その速さはカメラからの角速度に変換すると約 $30^\circ/\text{s}$ に相当する。そのため、モータの回転速度を最高 $40^\circ/\text{s}$ とした。カメラから見たシーンをビデオテープレコーダに録画し、それを解析した。図 2 に録画した画像の一部を示す。これは、画像を 0.5 秒間隔で並べたものである。実験結果から、視野の中に歩いている人ととらえるという意味での追跡は成功した。しかし、若干追跡に遅れが生じている

ことがわかった。

5 おわりに

移動物体を実時間で追跡するシステムの研究開発について述べた。ステッピングモータを用い高速に回転することのできる自動雲台と、汎用画像処理装置による画像処理の高速化によって、実時間での追跡が可能となった。追跡アルゴリズムの改良によって、照明の変化などのノイズにロバストとなった。我々が開発したシステムは、比較的变化のない環境下で移動する 1 つの不特定の物体を追跡することができる。しかし、システムは視野内を移動する複数の物体から主要な物体を選択し、それを追跡することはできない。そのような機能は、物体認識や人間の指示を組み込むことで実現される。また、追跡に若干遅れが生じているが、本システムはサッカードのみ、すなわち、物体の位置情報のみを用いて追跡を行なっているためである。この問題はシステムにスムーズパーシュート、すなわち、物体の速度情報をもとにした追跡を組み込むことで解決できると考える。

参考文献

- [1] 竹内義則, 大西昇, 杉江昇: “パン、チルト機能を備えたカメラによる動物体の追跡”, テレビジョン学会年次大会講演予稿集, pp.405-406 (1994).
- [2] Junghyun Hwang, Yoshiteru Ooi, Shinji Ozawa: “An Advanced On-Line Visual Tracking System”, 計測自動制御学会論文集, Vol. 30, No. 12, pp.1427-1435 (1994).
- [3] Hironobu Takahashi, Takashi Suehiro: “高精度ステレオ注視制御装置の試作”, 第 12 回ロボット学会学術講演会予稿集, No. 2, pp.697-698 (1994).