

高速自動追跡 カメラシステム

毎秒1,000枚の高速画像で 高速移動物体を追跡

東芝は、画像処理技術と機械の電子制御技術を組み合わせることにより、高速に移動する物体を自動追尾して撮影するカメラシステムを開発しています。今回、高速な追跡を実現するため、1秒間に1,000枚という高速画像を用いた高精度な速度推定技術を開発し、従来は困難だった高速移動物体の運動を画像によって解析することが可能となりました。この自動追跡カメラシステムは、画像処理の工夫により通常のオフィス環境や家庭環境で動作し、監視カメラやスポーツ中継の自動撮影などへの応用が考えられます。ここでは、自動追跡カメラシステムの試作1号機と、1号機の機能を保ちつつ小型化した試作2号機について説明します。



図1. 試作1号機及び2号機の外観 — 2号機は1号機と機能は同じですが、小型になっています。上記以外の構成機器として、1号機には雲台制御PCとモータコントローラが、2号機には画像処理PCが含まれます。

カメラシステムの用途と概要

画像内に映っているものの動きを推定し解析する技術は古くから研究が行われており、その応用も様々です。例えば、安全に関係する応用では、自動車にカメラを搭載し、車両周辺の動きを解析して障害物を検出したり、監視カメラの映像の動きを解析して不審者を検出することなどが挙げられます。また、新しいヒューマンインタフェースとしてカメラを電気機器に搭載し、動き解析技術によって人間の身ぶりを解析して電気機器を操作したり、近年発展が目覚ましいロボットの目としての応用も期待されます。

このように様々な応用が期待される画像による動き解析技術ですが、従来、画像処理には1秒間に30フレームのビデオ映像が用いられており、すばやい動きの解析が困難でした。また、ここで述べる自動追跡カメラのような機械の制御を行うには、ビデオ映像はフレームレートが不十分であると指摘されています。そこで東芝は、1秒間に1,000フレーム程度の高速画像を用いて、すばやい動きからゆっくりした動きまで精度よく速度を推定する手法を開発し、従来のビデオレートでは困難だった高速移動物体の自動追跡を実現しました。

自動追跡カメラの構成

試作した自動追跡カメラを図1に示します。試作2号機は1号機に比べ、高速カメラのむだな部品を廃し、カメラ雲台も含めてシステム全体を再設計することで大幅に小型化しています。試作2号機のシステム構成を図2に、追跡例を図3に示します。高速カメラから入力した高速画像は、まず画像処理用パソコン(PC)に搭載された画像入力ボードに入力されます。高速撮影された画像は、露光時間が短いため、通常の室内光ではセンサの感度が足りず、真っ暗な画像しか得られません。そこで、周辺画素の値を足

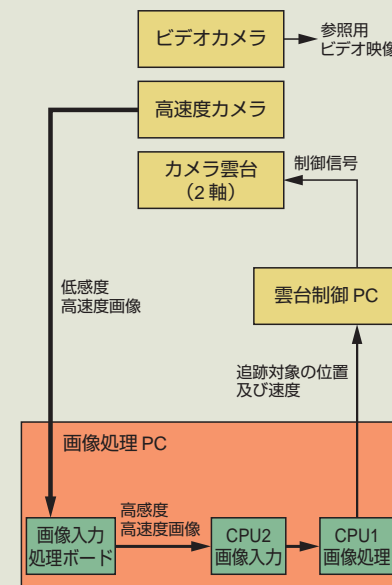


図2. 試作2号機のシステム構成 — 高速カメラ、画像処理PC、雲台制御PC、カメラ雲台で視覚制御系を構成しています。



図3. 高速移動物体の追跡例 — 二人が投げ合っているサッカーボールを追跡しています。処理結果に見られる白い“+”マークは速度を推定する特徴点を示しています。

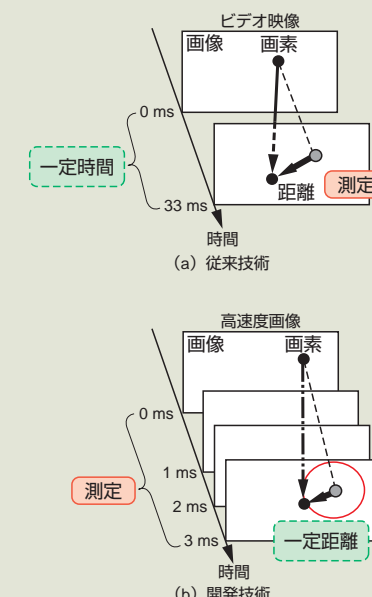


図4. 速度推定技術 — 開発技術は、時間を計測することにより、遅い動きから速い動きまで安定に推定できます。

ることにより計測します。この場合、極端に速い動きと遅い動きが混在すると、安定な速度の検出が困難でした。そこで当社は、高速画像を用いて、画素が一定の距離動くのに要する時間を計測するという技術を開発しました。この場合、一定距離の画素の移動だけを検出すればよく、速い動きから遅い動きまで高精度な動きを推定することが可能となりました(図4)。従来の技術と異なり時間を計測するので、時間評価型オプティカルフロー(T-Flow)と呼んでいます。

今後の展望

この自動追跡カメラの応用先として、スポーツ中継や監視カメラなどが挙げられます。現在は、単純に動いているものに追従する脊髓(せきすい)反射的なシステムですが、このような応用を考えると、特定の選手や人物、ボールだけに追従するシステムの実現が不可欠です。また、現在のシステムは試作2号機で小型化したとはいえ、PC2台を必要とする大がかりなシステムです。実用性を考えると、高速カメラ部及び画像処理演算部を、当社の半導体技術を用いて小型化していく必要があります。

岡田 隆三

研究開発センター
マルチメディアラボラトリー 研究主務

すことによって、仮想的に露光面積を広げ、画像の解像度を犠牲にしてセンサの感度を向上しています。この処理は画像入力ボード上に搭載されているFPGA(Field Programmable Gate Array)で実行しています。画像処理PCは、高感度化された画像の目標物体周辺の特徴点(模様や角になっている点)について、次章で説明する速度推定技術を用いて速度を計算し、背景と目標物体の速度の差によって両者を分離します。

また、通常の室内光には蛍光灯がよく使われますが、高速画像には蛍光灯のフリッカ(明滅)による輝度値の変化が強く現れます。そこで、目標物体

周辺の輝度値が一定となるように、画像処理PCではフリッカ補正処理も行っています。雲台制御PCは、追跡結果を受け取り、目標物体が画面の中心に来るように雲台を動かしているモータを制御します。このように、高速画像の高感度化、フリッカ補正、速度推定技術により、通常の室内環境で安定な追跡を実現しています。

速度推定技術

ビデオ映像を用いた従来の動き検出技術は、各画素が次のフレーム(33 ms後)でどこへ移動したかを、画素周辺の輝度分布の類似度を利用して探索す