

最近の技術から

液晶 TV を用いた画像の動きベクトル検出

滝沢 國治・會田 田人・岡田 正勝

NHK 放送技術研究所物性素子研究部 〒157 東京都世田谷区砧 1-10-11

1. ま え が き

液晶表示素子の歴史を振り返ると、開発当初からテレビジョン (TV) への関心が高かったことを窺い知ることができる。たとえば、Heilmeier らが動的散乱効果を初めて発表した 1968 年から数年後には、TN 液晶セルやアクティブマトリックスなどの重要技術が相次いで提案されている。その後は周知のように半導体プロセス技術の急速な発展とともに、まず小型液晶 TV が実用化され、次いで壁掛 TV を目指した大型ディスプレイの研究が精力的に進められている。

一方、液晶 TV の性能の向上に伴って、これまでのディスプレイとは一味違う分野に液晶 TV を応用する研究が進められだしている。たとえば、液晶 TV のもつ空間光変調機能すなわち電気信号を 2 次元の光画像に変換する機能を利用した光相関演算¹⁾ や計算機プログラム²⁾ などの基礎的実験が報告されている。これらの光画像処理技術の研究は主に静止画像を取り扱っているが、将来は実時間処理に発展することは当然であり、すでに 2, 3 の試みがなされている。ここではそのなかで液晶 TV を用いて画像の動きベクトルを検出する方法³⁾ を紹介する。

2. 動きベクトル検出の原理

動きベクトルは画像の移動方向と移動速度で定義され、TV 信号の高効率画像符号化技術⁴⁾ や雑音軽減技術⁵⁾ に不可欠な情報である。またヘリコプターや車などの移動体からの撮影や望遠レンズを用いた撮影時のゆれ、あるいはフィルム素材の映写機送行時のゆれなどの補正にも有効である⁶⁾。さらに道路監視における車の速度測定やロボットなどにも適用できよう。

これまでに電子回路を用いたいくつかの動きベクトル検出法が開発されている。代表的な方法はマッチング法と呼ばれる方法で、連続する 2 枚の画像を少しずつずらしながら画素間の差信号の 2 乗和を求め、その総和が最小になる偏位から動きベクトルを検出するものである。

また、画面中のレベルの勾配と画像間の差信号を用いて動きベクトルを求める方法⁷⁾ もよく知られている。いずれの方法でもあらかじめ移動量を与えて画素ごとに演算するため、画素数が増大すると膨大な演算量になり、大掛りな装置を必要とする。

ところで TV 信号では連続する画像間の相関が高い、すなわち 30 ミリ秒程度の短時間では動画像の変形がきわめて小さいことを利用すれば、画像の特徴点の一つである重心の動きを追跡することにより、動きベクトルを知ることができる。電子回路による重心検出はもちろん可能であるが、全画素のレベルと座標の積和演算が必要であり、その演算量はやはり膨大になるという問題がある。

これに対し光学系と電子回路を組み合わせると簡単な演算で画像の重心を求めることができる。一例としてアクティブマトリックス型液晶 TV と 2 次元位置検出器 (PSD) を用いた動きベクトル検出システムを図 1 に示す。動画像と重心の関係を時空間的に表わした図 2 を用いてこの方法の原理を簡単に述べる。まず、TV カメラ出力 (図 2 左側) をフレームメモリの前後で分岐合流し、連続する二つのフレーム画像間の差信号、すなわち動画像の輪郭信号 (図 2 中央) を形成する。次に液晶 TV のメモリ機能を利用してこの時系列の輪郭信号を 2 次元の光画像に変換し、PSD の光電面に結像する。PSD は平板状のシリコンフォトダイオードを応用した光スポット位置検出センサー⁸⁾ であり、4 電極から取り出される光電流を用いてスポット光の照射位置を非走査で検出することができる。光電面に画像が入射する場合には、各画素のレベルと座標の加重平均値 (重心) が計算される。

ところで被測定画像以外の光が光電面に入射する場合、PSD は画像の重心を正確に検出できない。図 1 のシステムでは液晶 TV の消光比が不十分なためその背景光が問題になる。しかし、背景光の明るさとその重心をあらかじめ測定することにより、PSD の測定値を補正した重心を求めることができる。この補正効果を図 3

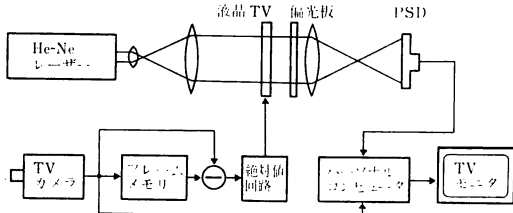


図 1 動きベクトル検出装置の構成

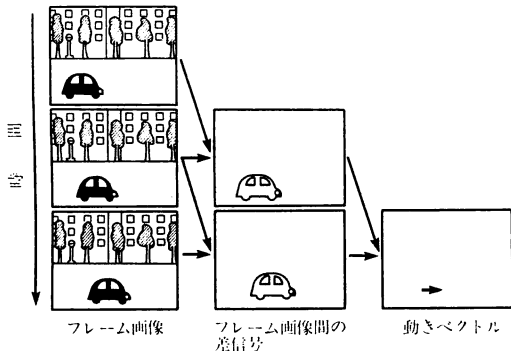


図 2 動きベクトル検出の原理

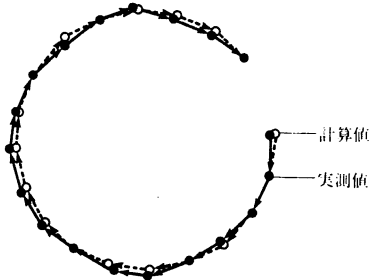


図 3 コンピュータ作成画像の動きベクトル(実線)と計算値(点線)との比較

に示す。同図はコンピュータで作画した微小画像が円運動しているときの動きベクトルを図 1 のシステムで計測した結果であり、実測値と計算値がよく一致することを示している。この補正法を用いて TV カメラで撮影した画像の動きベクトルを検出した一例として、メトロノームの振り子(白パターン)を追跡した結果(白線)を図 4 に示す。

3. あとがき

ここで述べた光学的重心検出法は演算速度が画素数に依存せずに高速で動きベクトルを求めることが可能であ

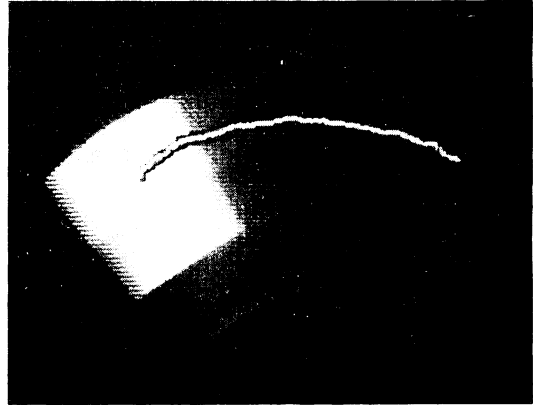


図 4 TV 信号の動画像(白パターン)とその動きベクトル(白線)

り、望遠レンズや接写レンズを用いた撮影など特定の画像の動きを知る場合にはきわめて有効である。しかし、一つの画面内に複数の動画像がある場合、あるいは画像が移動することにより背景の静止画像が見え隠れする現象が極端な場合などにはそれぞれ大きな誤差を生じる。こうした問題を克服するためにはパターン認識技術の導入が不可欠であり、今後の大きな課題である。

光画像処理技術は電子回路技術に比べてはなはだ幼稚な段階にあるが、動きベクトルのように画像そのものを取り扱わず、しかも電子回路では実時間処理が困難な場合には有効な手段となりうる。ハイビジョンや立体 TV など画像の情報量は増大する一方であり、光画像処理技術の活躍する余地は十分あると考える。

文 献

- 1) H.-K. Liu, J. A. Davis and R. A. Lilly: Opt. Lett., 10 (1985) 635-637.
- 2) 山口雅浩, 辻川 晋, 大山永昭, 本田捷夫, 辻内順平: 第 35 回応物連合講演会予稿集 (1988) p. 763.
- 3) 會田田人, 滝沢國治, 岡田正勝: 第 48 回応物講演会予稿集 (1987) p. 604.
- 4) Y. Ninomiya and Y. Ohtsuka: IEEE Trans. COM., COM-30 (1982) 201-211.
- 5) 二宮佑一, 大塚吉道: NHK 技研月報, 27 (1984) 496-500.
- 6) 加井謙二郎, 氏原 茂, 門條由男, 千葉勝範, 川村好英, 阿部 稔: TV 学会技報, 11, No. 3 (1987) 43-48.
- 7) A. N. Netravali and J. D. Robbins: Bell Syst. Tech. J., 58 (1979) 631-670.
- 8) 寺田由孝, 山本晃永: 光学, 12 (1983) 367-373.

(1989 年 2 月 8 日受理)