

# 相関法を用いた実時間物体追跡システムの製作(2)

5M-4

廣田和也<sup>†</sup> 李七雨<sup>††</sup> 徐剛<sup>†</sup> 辻三郎<sup>†</sup>

<sup>†</sup>大阪大学基礎工学研究科

<sup>††</sup>(財)イメージ情報科学研究所

## 1. はじめに

我々はパーソナルコンピュータを用いた実時間移動物体追跡システムの製作を完了し、既にその結果を報告した[1]。本論文では、そのシステムを拡張し、多彩な応用に活用するため標準のVME-BUSを持ち、ワークステーションをホストとする実時間物体探索・追跡システムの製作と応用に関して述べる。本システムは、内部に登録されたテンプレートと逐次入力される探索画像との相関演算を高速に行うものであり、様々なアプリケーションに適用できると考えられる。

## 2. ハードウェアシステム

本システムの構成を図2.1に示す。今回製作した専用の画像処理装置(ReMOT-M[Real Time Moving Object Tracker])はVMEバスを介して接続されたSUN Workstationにより制御される。

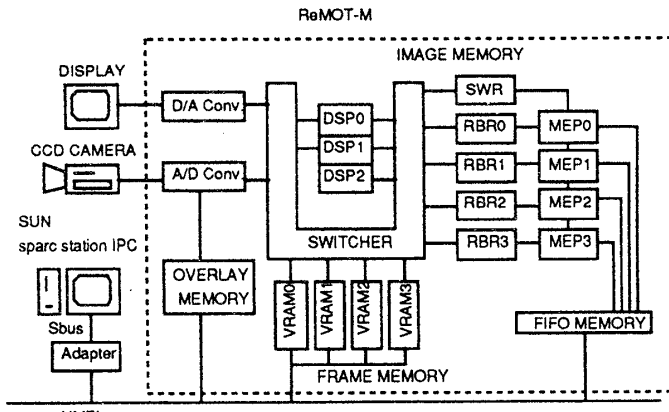


図2.1 システム構成図

### 2.1. Real Time Moving Object Tracker

#### (ReMOT-M)

自作したシステムは図2.1に示すように、主に

A Real Time Moving Object Tracking System  
by correlation (2)

Kazuya HIROTA<sup>†</sup> Chil-Woo LEE<sup>††</sup> Gang XU<sup>†</sup>  
Saburo TSUJI<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Faculty of Engineering Science, Osaka University

<sup>††</sup>Laboratory of Image Information Science and Technology

A/D, D/A変換部、フレームメモリ部、DSP部、イメージメモリ部、テンプレートマッチング部から構成されており、内部に登録したテンプレート画像Tが、入力画像Iにおける探索領域S∈I中のどの部分領域と最も相違度Dが小さいかを(1)式を用いて計算し、その結果を出力ポートであるFIFOメモリに書き込む。

$$D = \sum_{s(i) \in S, T(j) \in T} |S(i) - T(j)| \quad (1)$$

S(i) : 探索画像1画素の輝度値

T(j) : テンプレート画像1画素の輝度値

カメラより入力された画像は、A/D変換器で8ビットグレイスケールの画像データに変換され、フレームメモリ(VRAM0~3)、探索画像用イメージメモリ(SWR)、或いはテンプレート用イメージメモリ(RBR0~3)に入力される。各メモリに入力される画像データに対して、DSPを通してエッジ抽出、2値化、或いは平滑化等の処理を行うことが可能である。テンプレートマッチングの結果は、VMEバスを介してSUNに送られる。処理結果は、オーバーレイメモリに書き込まれD/A変換器を通して16階調カラーでモニタに表示される。

#### ●テンプレートマッチング部

本システムは相関演算を行う専用のMEP(Motion Estimation Processor; SGS-TOMSON社製STI3220)を4個使用している。このMEPは、18MHzのシステムクロックで動作し、1画素を8ビットのデータとして扱い、4ポート(テンプレート用:1ポート、探索画像用:3ポート)から並列に入力し、パイプライン処理によりテンプレート画像T(size: 8×4n, 16×4n)と探索画像S(size: 23×(4n+15), 31×(4n+15))∈Iの相関を計算し、4ビットの位置データと16ビットの最小相違度の値を出力する。

SWR及びRBR0~3には、512×512×8bitの高速SRAMを使用し、このSRAMに対して連続する画

像処理過程で入力画像を用いた内部における書き込み動作及びSUNで作成した合成テンプレートを  
用いた書き込み動作を行うことができる。マッチ  
ングに用いるテンプレートはこのメモリ空間R  
(size: 512×512)の任意の部分領域P (size: 8×8, 16×  
16)∈Rを使用することができ、1つのイメージフ  
レームに予め多数のテンプレートP0,P1,...,Pn∈R  
を登録して置き、必要に応じて更新することが可  
能である。

関連演算を行う際に画像のサンプリング周期T  
をT/2,T/4に変えることにより、512×512, 256×  
256, 128×128画素の入力画像に対し、8×8, 16×  
16画素のテンプレートでマッチングを行うことが  
できる。

#### ●DSP部

本システムは、デジタル・シグナル・プロセッ  
サとして、SGS-TOMSON社製IMSA110を3個使  
用している。3個のDSPで入力画像に対し、1Dで  
あれば最大63段のフィルタ処理、2Dであれば最  
大7×9のウィンドウを用いたフィルタ処理及びデー  
タ整形、変換が可能であり、平滑化、2値化、エッ  
ジ抽出、特徴点抽出等をリアルタイムに行う。

#### ●処理能力

30フレーム/秒の入力画像IをテンプレートT  
(size: 16×16)で全画面探索を行う際の演算回数は、  
 $16 \times 16 \times 15 \times 15 \times 31 \times 31 \times 30 \times 2 \times 4$   
 $= 13,284,864,000$  (回/秒)  
となり、13.3GIPS以上の演算能力となる。

### 3. ReMOT-Mを用いた物体追跡

製作したシステムを用いてリアルタイムに人間  
の顔を探索・追跡する実験を行った。簡単のため  
正面を向いた一定大きさの顔画像を実験の対象と  
した。よりロバストな探索・追跡のため顔器官の  
画像を特徴テンプレートとし、それらの間に成り  
立つ幾何制約を利用した。今回の実験には特徴テ  
ンプレートとして追跡する人の両目及び鼻の3個  
を登録して用いた。全体のアルゴリズムは次の通  
りである。

最初に、追跡対象個人の目E1,E2及び鼻Nをテン  
プレートとして登録する。テンプレートマッチン

ングで得られた閾値以下の目の候補  $E1(i), 0 \leq i \leq C1,$   
 $E2(i), 0 \leq i \leq C2,$  鼻の候補  $N(i), 0 \leq i \leq C3$  に対し、

(1) 重心Gと目の距離  $\overline{E1G}, \overline{E2G}$  が等しい

(2) 目の間隔  $\overline{E1E2}$ と鼻と目の中点間の距離  $\overline{NH}$   
(HはE1,E2の中点) の比が一定

という幾何制約条件を満たし((2)~(3)式)、そ  
れぞれの相違度の総和  $D_a$  ((4)式) が最小となる  
ものを正解とする。

今回の実験において正面顔に対する追跡は比較  
的良好な結果が得られた。

$$|\overline{E1G} - \overline{E2G}| \leq th \quad (2)$$

$$\frac{\overline{E1E2}}{\overline{NH}} \leq th \quad (3)$$

$$D_a = D_{EYE1} + D_{EYE2} + D_{NOSE} \quad (4)$$

#### 4. むすび

本稿では、実時間物体認識のためのハードウエ  
アを製作し、部分特徴テンプレートを用いた人間  
の顔の追跡を行った。今後は、多数のテンプレ  
ートをイメージメモリ空間上に展開しダイナミック  
に更新することにより更に安定した人間の顔の追  
跡と、それを用いた応用システムを実現する。

#### 参考文献

- [1] 廣田和也ほか：“ 相関法を用いた実時間物体  
追跡システムの製作”、第47回情報処理学会講  
演論文集、pp.169-170
- [2] 立川哲也ほか：“ 高速相関演算機能を持つピ  
ジョンシステム”、第9回日本ロボット学会学術  
講演会予稿集、vol.Proceedings.1991
- [3] 長谷川修ほか：“ 環境の変化に対し頑健性を  
有する実時間動画並列認識システム”、第45回  
情報処理予稿集、vol.5J-2,pp.2-229,1992.10.
- [4] 画像処理ハンドブック編集委員会編：“ 画像  
処理ハンドブック”、昭晃堂、1987.6.
- [5] SGS-THOMSON MICROELECTRONICS：  
“ STI3220 Motion Estimation Processor, IMAGE  
PROCESSING DATABOOK”
- [6] SGS-THOMSON MICROELECTRONICS：  
“ IMSA110 Image And Signal Processing Sub-  
system, IMAGE PROCESSING DATABOOK”