

高速汎用画像処理システムHIGIPS のアーキテクチャについての検討

6T-1

姚 風会 玉木 明和 加藤 清史

(九州工業大学)

1. はじめに

最近、医用、リモートセンシング、放送、生産技術などの分野において画像処理の応用は急速に拡大しつつある。各分野では処理内容の高度化と処理すべき情報量が著しく増大し、高速画像処理システムが開発された[1]。画像処理は処理の難易度からローレベル処理とハイレベル処理に分類できる。ローレベル処理は画素単位あるいは近傍画素を使う処理で、前処理と呼ばれることが多い。これは互いに独立した演算から成り、並列処理に向く。ハイレベル処理は全画面あるいは何枚かの画像を対象とする知的な高度処理で、画像認識や画像理解などである。これは非線形処理を多く含んで、画面間の変化を重視し、パイプライン処理に向く。前者は既にビデオレートで処理できるが、後者はできない。我々の研究室ではハイレベル処理可能な高速汎用画像処理システムHIGIPS(High-speed General-purpose Image Processing System)を開発している。現在プロトタイプを試作中であるが、2つのハイレベル画像処理アルゴリズムをHIGIPSに適用した場合を想定し、高速化について検討した。その結果HIGIPSアーキテクチャの有用性を確認できた。

2. HIGIPSの開発方針

HIGIPSは高級言語により、様々なハイレベル処理をリアルタイムで実現することを目標とする。

高速画像処理の手法として、パイプライン型、パラレル方式の完全並列型とマルチプロセッサ型のアーキテクチャがよく採用される。パイプライン型は、比較的簡単に高速化できるが、プロセッサがパイプライン状に配置するため、処理の柔軟性に欠ける。完全並列型・マルチプロセッサ型は、理論上高速化の可能性が大きい。処理をコントロールするソフトウェアの負担が大きく、プロセッサの能力を十分に引き出せない。我々がHIGIPSに高速性と柔軟性を持たせることを目的として開発している。

柔軟性とは(1)システムで様々な処理を容易に実現できること、(2)処理過程で生じる条件分岐などを効率よく出来ることの意味である。HIGIPSではシステム全体はパイプライン形式で、パイプラインの高速性を生かす。また、パイプラインの各ステージはマルチプロセッサ形式をとって、処理アルゴリズムはパラレルバス(GP-IB)を介して、ホストコンピュータによって変更可能である。

3. システム構成

HIGIPSのハードウェア構成は図1に示すように画像入力装置IM(Input Module)、多数のプロセッサモジュールPM(Processor Module)、多数のメモリモジュールMM(Memory Module)、出力装置OM(Output Module)とシステムコントローラSC(System Controller)から構成される。

(1)IM: コンポジットR,G,B成分分離、A/D変換、D/A変換及びコントローラ(8052-BASIC)から構成され、モノクロとカラービデオ信号を扱える。

(2)PM: HIGIPSではPMをM個用意して、処理アルゴリズムを各ステージ(PM)に分解し、マクロレベルでのパイプライ

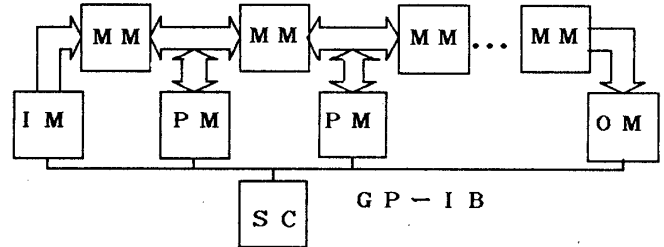


図1 HIGIPSのハードウェア構成図

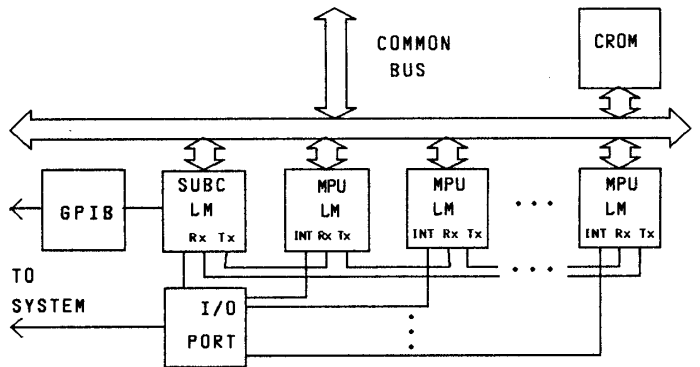


図2 PMの構成図

ンを行う。各ステージのマルチプロセッサの構成は図2に示すようにN個のMPUとCROM(Common ROM)から構成される(現在のプロトタイプはM=3, N=8)。MPUにはクロックジェネレータ(CG)、リフレッシュ制御ユニット(REFU)、シリアル制御ユニット(SCU)などを内蔵するマイクロプロセッサV50を用いる。

(3)MM: パイプラインアーキテクチャにはデュアルポートメモリが最適であるが、大容量ものは市販されていない。大容量SRAMにバススイッチを付けたものを使用する。

(4)OM: プロセッサとディスプレイから構成される。

(5)SC: パーソナルコンピュータ(PC98シリーズ)を使う。これはパラレルバス(GP-IB)を通して入出力装置及び各PMをコントロールする。また、処理プログラムもこの上で高級言語により開発される。

4. ハイレベルアルゴリズムのHIGIPSへの適用

HIGIPSの主な処理目標は物体の認識、理解などのハイレベル処理をリアルタイムで実現することである。以下、既に開発されたハイレベルアルゴリズムを分析し、HIGIPSに適用出来るかを検討する。

(1)腕の運動の認識アルゴリズム[2]

これは胸と腕の各関節及び指先付近に簡単なマークを付け、腕の運動を認識するアルゴリズムである。図3にそれらのマークを示す。マーク0は線分及び二つの点からなり、同一平面にある。マーク1, 2, 3は切れ目を持った円形のリングである。図4にその処理アルゴリズムを示す。現在、

A Study of the Architecture of High-speed General-purpose
Image Processing System

Fenghui YAO, Akikazu TAMAKI, Kiyoshi KATO

Kyushu Institute of Technology

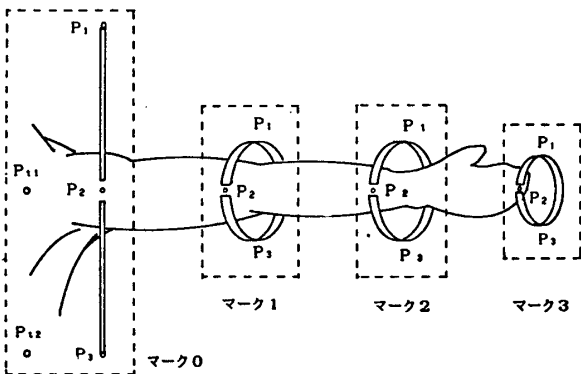


図3 マークの形状

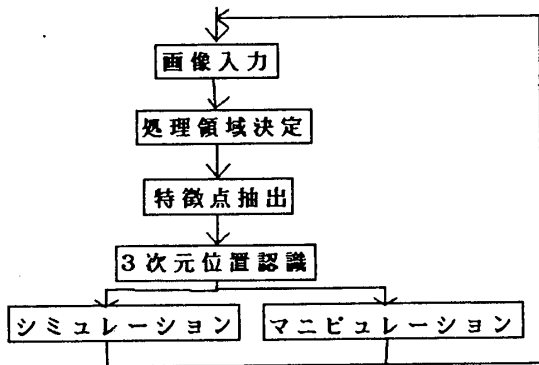


図4 腕の運動の認識の処理アルゴリズム

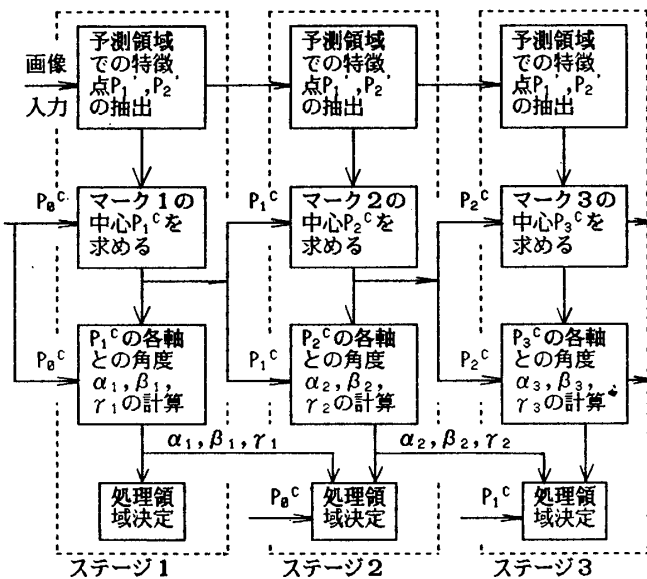


図5 腕の運動の認識の処理フローグラフ

数値演算プロセッサ(8087)を装備したパーソナルコンピュータ(PC9801VM)を使って、一画面あたりの処理時間は1.3秒である。これは図5の処理フローグラフに分解できる。HIGIPSに適用すると、ステージ1, 2と3にそれぞれマーク1, 2と3の予測領域における認識処理を分担すると、処理速度は約M*N倍速くなる。MPU同士の通信及びバス競合などを考えると、現在のプロトタイプなら、約20画面/秒で処理できる。これはHIGIPSの各ステージは入力画像の異なる部分に対して図4のアルゴリズムに示すような同じ処理を行う例である。ステージ3から各マークの中心の3次元空間における位置 P_n^c とそれらのX, Y, Z軸に対しての角度 $\alpha_n, \beta_n, \gamma_n$ ($n=1, 2, 3$)を出力する。

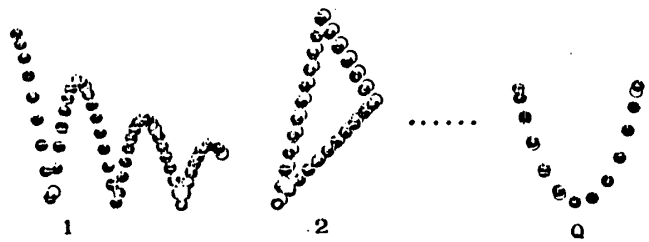


図6 標準パターン

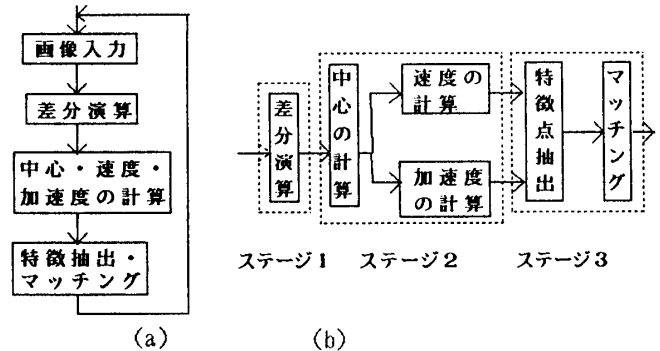


図7 周期運動物体の運動パターンの認識

(a)処理アルゴリズム (b)処理フローグラフ

(2)周期運動物体の運動パターンの認識アルゴリズム[3]

これは静止背景において単一物体の周期運動パターンを認識するアルゴリズムである。図6に示すようなQ個の標準パターン($Q=L*N$, $L=1, 2, \dots$)をコンピュータに記憶させ、リアルタイムで単一物体がどのような運動をしているかを認識する。図7(a)にその処理アルゴリズムを示す。現在128*128画素(8ビット階調)の入力画像に対して、各ステージ単一MPUの3段のパイプラインアーキテクチャのシミュレーション結果は2-3画面/秒である。これは図7(b)に示す処理フローグラフのようにHIGIPSのステージ1, 2と3にそれぞれ差分、中心・速度・加速度の計算と特徴抽出・マッチングを分担すると、プロトタイプHIGIPSでは約30画面/秒の速度で処理できる。これは各ステージが入力画像全体に対して異なる処理を行う例である。ステージ3から単一物体の時刻tの時の運動パターンを出力する。

5. おわりに

ハイレベル画像処理システムHIGIPSのアーキテクチャと上で動かすアルゴリズムの例を述べ、高速化について検討した。HIGIPSではかなりの高速処理が得られることが確認できた。また、処理アルゴリズムはパーソナルコンピュータ上で高級言語により開発することができ、種々のハイレベル画像処理が可能である。現在プロトタイプの製作中であり、一つのMPUとその周辺LSIを含めて、約110x90mm²の面積を占める。また、様々なハイレベルアルゴリズムをどのように分解し、HIGIPSに適用するかなどのソフトウェアの問題が残っている。HIGIPSはハイレベル画像処理のアルゴリズムの研究開発、工業画像計測、画像理解などに応用したい。

【謝辞】 腕の運動の認識アルゴリズムの引用を快く許可され、説明して頂いた石川助教及び日頃御世話になった加藤研究室の諸氏に感謝します。

【参考文献】

- [1]木戸出:パイプライン方式と完全並列処理方式が増えた最近の画像処理装置, 日経エレクトロニクス, PP. 179-212, 1982.7.19
- [2]原田:コンピュータビジョンによる腕の運動の認識と再現, 九工大昭和62年度修士論文
- [3]JANUSORN TANTARAWANICH: A STUDY OF DYNAMIC SCENE ANALYSIS, 九工大昭和60年度修士論文