

動画像処理が持つ複数粒度の並列性を自動抽出する開発環境の実装

古橋 一輝*, 小野 和馬, 津邑 公暁 (名古屋工業大学)

A Development Environment for Automatically Parallelizing Video Processing
Kazuki Furuhashi, Kazuma Ono, Tomoaki Tsumura (Nagoya Institute of Technology)

1. はじめに

静止画や動画を扱う機能を備える情報機器が多く開発され、普及してきている。さらに、SIMD 演算をサポートするプロセッサやマルチコアプロセッサが広く普及している。しかしながら、このような複雑化する計算機環境の性能を引き出せるよう動画像処理プログラムを開発するためには、その実行環境に合わせてプログラムを記述し、さらにこれをチューニングする必要がある。この問題を解決するために、動画像処理ライブラリ RaVioli⁽¹⁾が提案されている。本研究では、RaVioli よりもさらに簡単な記法でプロセッサの性能を十分に引き出す動画像処理環境を提案する。

2. 動画像処理ライブラリ RaVioli

RaVioli は、プログラマから画像の幅や高さ、動画のフレームレートを隠蔽することで、画素およびフレームといった概念を排除することが可能となり、より抽象度の高い動画像処理プログラミングを実現している。しかし、RaVioli には 2 つの問題点が存在する。RaVioli が動画像処理を十分に抽象化しきれていない点、およびプロセッサの性能を引き出しきれていない点である。そこで本研究では、RaVioli よりも抽象度の高い言語と、その言語で記述したプログラムから並列化を適用したアセンブリプログラムを自動生成するコンパイラの 2 つから成る動画像処理環境を提案する。

3. 提案する動画像処理記述言語

提案する言語では、“処理単位 @ 処理範囲” という記述方式を用いることで、統一的な記述を可能とする。処理単位とは、画像あるいは動画の構成要素のことであり、処理範囲とは、処理を施したい画像あるいは動画の範囲および対象のことである。Fig.1 を例に本言語の仕様を説明する。本言語では動画像処理の記述を容易にするために、いくつかの型を用意している。この例では、img1 は image 型であり、p1 は pixel 型である。そして、2 行目のように、統一的な記述方式を用いることで、処理単位 p1 に対する 3~4 行目の処理が img1 内の全画素要素に繰り返し適用される。

4. 提案するコンパイラ

提案するコンパイラでは、前節で述べた言語で記述されたプログラムから様々な粒度での並列化を適用した画像処理、動画像処理用のアセンブリプログラムを生成することでプロセッサの性能を十分に引き出すことを可能とする。一般的な画像処理

```

1 (image)img1 > Grayscale > img1{
2   (pixel)p1@img1{
3     ave = (p1.R + p1.B + p1.G) / 3;
4     p1.{R, G, B} = {ave, ave, ave};
5   }
6 }

```

Fig.1 A grayscale program

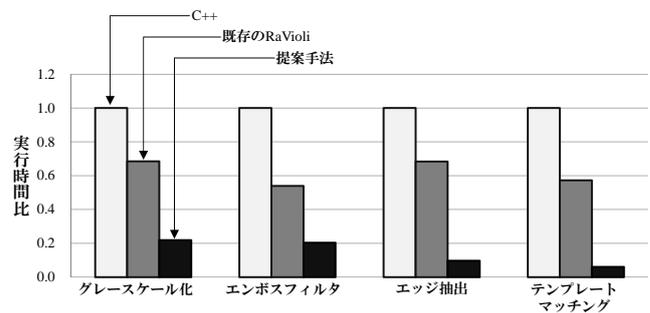


Fig.2 Evaluation Result

では、1 画素や近傍画素集合などに対する処理がループ文を用いた繰り返し処理により画像全体に適用される。このように同一の処理が異なるデータに対して繰り返し適用される場合、画像処理の内容によっては入力画像の構成要素に対する処理をベクトル化できる。さらに、ベクトル化だけでなく入力画像をいくつかの領域に分割し各部分領域を並列に処理するブロック分割も有効である。また、画像処理および動画像処理には、複数の処理を段階的に実行し、最終的な結果を得るものが多く存在する。中でも動画像処理では、異なるフレームに対するそれら複数の処理間にはタスク並列性が存在する。このような処理を複数のプロセッサコアを搭載する CPU で実行する場合、パイプライン化による高速化が有効である。提案するコンパイラは、提案言語で記述されたプログラムからこれらの並列化を適用したアセンブリプログラムを自動生成する。

5. 評価

C++, RaVioli, 提案言語で記述した画像処理プログラムの実行時間を比較した。評価結果を Fig.2 に示す。提案する動画像処理環境で生成したプログラムと C++ および既存の RaVioli とを比較した結果、すべてのプログラムにおいて性能向上を確認し、C++ で記述したプログラムに対して最大で 16.4 倍の速度向上を達成した。

文献

(1) 岡田ほか：解像度非依存型動画像処理ライブラリ RaVioli の提案と実装, 情報処理学会 CVIM 論文誌, Vol.2, No.1, pp.63-74 (2008)