

Cell による DMA 通信機能を用いた動画像圧縮方式の検討

藤田 大地[†] 三浦 康之[†] 柏木 文徳[†]

湘南工科大学[†]

1.はじめに

我々は、動画像の符号化処理を高速に実行する環境を grid 環境において並列処理により構築することを目的としている。

近年のゲーム機の発展はグラフィック、計算能力ともにめざましいものがある。その中でもマルチコアプロセッサ Cell が搭載されている PS3[®]では、Linux を動作させることができ、自作のプログラムを動作させることが可能であることから、計画中のシステムへの応用が可能と考えられる。

そこで、PS3[®]上に Linux 環境を構築し、動画像処理を高速に実行する環境を構築することを研究テーマとする。

2.動画像並列処理支援システム

我々の研究室では端末から離れた PC を用いて動画を高速に圧縮するシステムの開発を進めている。図 1 に開発予定のシステムを示す。このシステムは、通信網に特別線を使わず、それぞれのクラスタ、利用者の PC を Gigabit Ethernet で結合している。利用者は、クラスタマシンに符号化する動画を送り、クラスタマシンは、符号化処理が終了し次第、利用者の端末へ視聴可能な状態に戻す。今回はこの中の grid として PS3[®]が応用可能であるか、検討する。

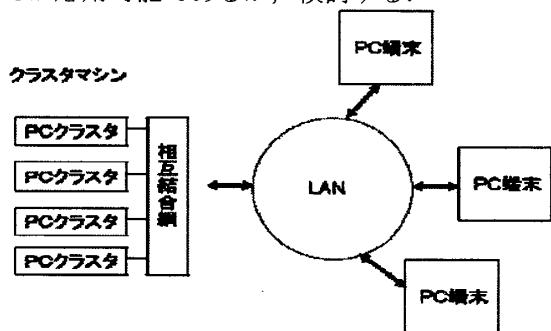


図 1. システム全体構成

3.Cell Broadband Engine

PS3[®]に搭載されている Cell (セル, 正式名称は Cell Broadband Engine) はソニー・SCE・IBM・東芝によって開発されたマイクロプロセッサである。

Cell には PowerPC ベースの CPU である PPE が 1 基, SIMD 演算機である SPE が 8 基搭載されている。2 つはそれぞれ得意とする分野が違い, 有効に活用することで Cell の能力を発揮することができる。具体的には後述の 2 つの方法がある。

3.1 SIMD 演算

SIMD とは Single Instruction Multiple Data の略である。1 つの命令で複数のデータに対して処理を行う演算方式で, Cell に搭載されている 8 基の SPE はおのおのこの演算方式を使うことで高速化が狙える。ただし PS3[®]で扱えるのは 6 基までである。

3.2 SPE の利用

Cell を扱う中で, PPE のみを使う場合, 通常の C のプログラミングで作成することができる。しかし, SPE を使う場合は特殊なプログラミングが必要となる。その中でも基本的な PPE 上でメインプログラムを実行し, SPE 上でサブプログラムを実行するモデルがある。

3.3 DMA 転送

SPE は LS と呼ばれる専用のローカルメモリを搭載しており, SPE は LS 以外のメモリに直接アクセスすることができない。PPE プログラムと SPE プログラムの間のデータの受け渡しには, DMA 転送と呼ばれるデータ転送方法が利用される。

4.環境構築

4.1 LINUX 環境の構築

PS3[®]には PowerPC ベースの CPU が搭載されており, 対応の LINUX をインストールすることができる。しかし同機器には 256MB のメモリしか搭載されておらず, メモリ消費の少ない LINUX が望ましいといえるので, 我々の研究室では Fedora (Core) 6 を選択, 導入している。

Construction of parallel processing support environment with PlayStation 3 for Video Processing.

[†]「Daichi Fujita・Shonan Institute of Technology」

[†]「Yasuyuki Miura・Shonan Institute of Technology」

[†]「Fuminori Kashiwagi・Shonan Institute of Technology」

4.2 Cell プログラミング環境の構築

プログラミング環境として、libspe を利用する。libspe は、(株)ソニー・コンピュータエンタテインメント、IBM 社及び(株)東芝の 3 社によって共同で開発され、GNU LGPL に基づき公開されている。Cell の SPE を扱うために必要なヘッダーファイルなどが含まれる。

5. 予備研究

5.1 合計値計算

Cell を扱う上での予備研究として 1 から 100,000,000 の合計値を計算した。

計算方法は以下のとおりである。

- ①スカラ演算を quad コア 2.67Ghz にて
- ②スカラ演算をセレロン 2.53Ghz にて
- ③スカラ演算を PS3 にて
- ④SIMD 演算を PS3 にて

表 1 予備研究

Part	Time(second)
①quad コア 2.67Ghz	0.237266
②セレロン 2.53Ghz	0.302187
③PS3(スカラ)	2.219295
④PS3 での SIMD 演算	0.748355

5.2 計算結果

表 1 は全て 1 コアの結果である。表 1 に示すように、①②の Intel のコアでは速度に差異が少ない。同様のソースコードを PS3®でそのまま実行すると③のような結果が出た。これは、1 コアを使う中でも速度の遅い PPE のみでの実行であるからと思われる。同ソースを SIMD 化して実行すると④のような結果が出た。これは SIMD 演算により 4 つのデータを一つの命令で処理されたことによる結果であり、4 分の 1 に近い時間で処理できている。今後さらに SPE の並列計算を組み合わせることににより、さらに実行時間の短縮が可能と考えられる。

6. 動画像符号化への対応

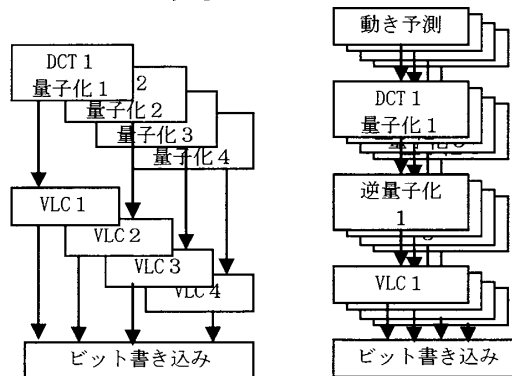
6.1 PS3 上に動画像符号化環境を構築

現在、Intel 互換のソースコードを PS3®LINUX で動く形に書き換える検討を行っている。

MPEG-4 参照ソフトウェア[3]を用いて環境を構築する。参照ソフトウェアは、UNIX 系の OS に対応したものであるものの、Intel 互換のソースコードであり、Cell のようなマルチコアプロセッサには対応していないことから、ソースコードの改良が必要になる。

現在、クアッドコア PC 向けの並列処理につい

て研究をおこなっている[4]。これは、空間分割の並列化アルゴリズムを実装したものであり、画面を横に 4 分割し、それぞれを一つのコアに処理させるといったものである。



a) I-VOP のみの場合 b) フレーム間予測を行う場合
図 2 空間分割による並列処理の流れ

MPEG-4 における並列処理の流れを図 1 に示す。図 2 に示すように、符号化の流れは I-VOP のみの場合と動き予測を含む場合で異なり、I-VOP のみの場合には DCT、量子化、VLC、符号化ビット列書き込みの順序で処理を行い、動き予測を含む場合にはそれらに加えて動き予測や IDCT、逆量子化の処理を含んでいる。これらの各処理について空間分割して順番に処理することになるが、ビット列の書き込みについては並列化が不可能なので、一つのプロセスに符号化ビット列を集めて逐次的に書き込みを行っている。また、空間分割による方法では AC/DC 予測符号化を実行することができないので、本アルゴリズムでは AC/DC 予測符号化を行わない設定としている。

その際、マルチプロセスによる方法を用いて共有メモリとパイプライン通信の組み合わせによりプロセス間通信を行っていることから、それらの機能を DMA 転送により実現する方法を模索してゆくの今後の課題である。

参考文献

- [1] PLAYSTATION 3 Linux 完全攻略ガイド
著者：塩田紳二、安田絹子、國司光宣、平初、川井義治、古坂大地、青柳信吾、八重樫剛史
ISBN コード：978-4-8443-2389-1
- [2] <http://cell.fixstars.com>
- [3] ISO/IEC 14496-5, Final Draft
International Standard MPEG-4:Reference Software(1998)
- [4] 三浦康之、柏木文徳、マルチコアプロセッサ向き MPEG 符号化の並列処理に関する検討、第 7 回情報科学技術フォーラム(FIT2008)、M-012, 2008.9