

3J-7

グリッドコンピューティングを用いた 映像分散トランスコーディングシステム

中健一[†] 坂巻雅美[†] 伊藤剛[†] 野々田峰寛[†] 中村太一[†]
東京工科大学[‡]

1. はじめに

ブロードバンドアクセス環境と DVD などの大容量蓄積媒体の普及により、デジタルコンテンツが盛んに流通するようになる。その際にひとつの映像コンテンツを用途にあわせてトランスコーディングしたいというニーズが高まってきている。映像トランスコーディングを高速に実現するには専用 LSI を開発する方法と複数のパソコン（以下 PC とする）を用いて分散処理する方法が考えられる。

専用 LSI は高性能を実現する最も確実な方法であるが膨大な開発費と長い開発期間を要する。他方、分散処理は短期間に低コストで開発できる。

本研究では、実時間分散トランスコーディングを性能の異なる複数の PC で構成されるグリッドコンピューティングにて実現することを試み、設計方法論を明確にする。

2. 分散トランスコーディングシステム

映像分散トランスコーディングシステムは図 1 で示すように、LAN で接続されたホスト PC および複数のクライアント PC で構成される。

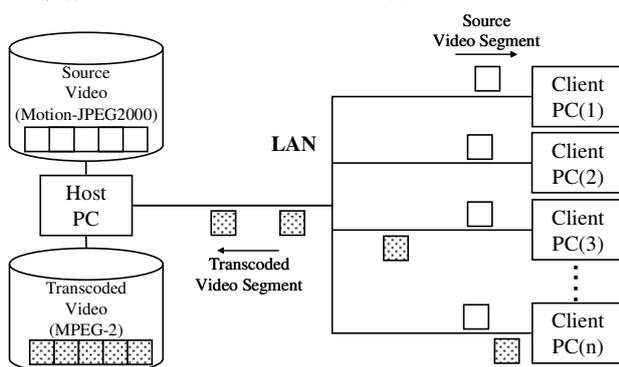


図 1 分散トランスコーディングシステム

このシステムでは、まず、利用できるクライアント PC の数に応じて、入力ビデオファイルを時間軸で分割し、再生時間の短いビデオファイル（以降これをビデオセグメントと呼ぶ）をつくり各クライアント PC に転送する。次に、各クライアント PC が受け取ったビデオセグメントを目的の符号化方式へトランスコードを行い、ホスト PC に送り返す。最後に、収集されたビデオセグメントをホスト PC が結合処理を行い出力ストリームを生成する。

2.1. ジョブの割り振りアルゴリズム

グリッドコンピューティングは、性能の異なる PC で構成されるため、各 PC の性能に合わせてジョブを割り振る必要がある。本研究ではあらかじめ短い映像のトランスコードを各クライアント PC に行わせ、単位時間（1 分）あたりに何フレームトランスコーディングができたかを数値化しておくことで性能把握をし、ジョブの割り振りを行う際の計算に用いた。

n 台目のクライアント PC が処理するフレーム数 $F(n)$ は式 (2.1) によって求められる。

$$F(n) = F \cdot \frac{C(n)}{\sum_{k=1}^N C(k)} \quad (2.1)$$

ただし

$C(n)$: 数値化した

各クライアント PC の性能 [フレーム/分]

N : 利用するクライアント PC の台数 [台]

F : 入力ビデオの総フレーム数 [フレーム]

2.2. 結合部品質劣化の抑制

分散トランスコーディングシステムでは、各ビデオセグメントはクライアント PC で独立にトランスコードされる。しかし、MPEG などの動画像符号化は前後のフレーム情報を元に、引き続き画像のレート制御を実行している。したがって単純に時間軸で映像を分割して分割点前の符号制御情報を使わずに独立して符号化すると、結合した際に結合部で品質劣化を生じる。

Video Trans-coding system using Grid Computing

[†]Kenichi NAKA [†]Masami SAKAMAKI [†]Tuyoshi ITO
[†]Takahiro NONODA [†]Taichi NAKAMURA
[‡]Tokyo University of Technology

そこで、高速性を損なわずに映像の結合部の品質を劣化させないようにするため、ビデオセグメントを一定区間重複させトランスコードすることとした。

この方式の具体的な処理フローを図 2 に示す。この図では入力ビデオファイルを 3 つのビデオセグメントに分割し、3 台の PC でトランスコードする例を示す。図 2 (a) に示すようにビデオセグメントの終端区間とその次の先頭区間が重複するように分割し、各クライアント PC に転送する、次に図 2 (b) に示すように、各クライアント PC でトランスコーディングを行う。最後に、図 2 (c) に示すようにビデオセグメントの結合処理を行い、出力ストリームを作成する。

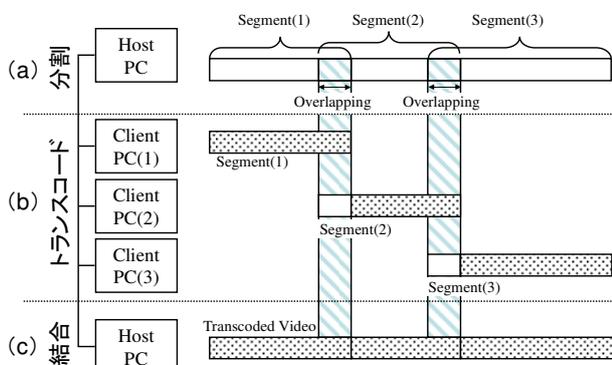


図 2 ビデオセグメントの重複処理

3. 評価実験

提案した方式の有効性を評価するために 1 台の PC でトランスコードを行った場合（以降オリジナルと呼ぶ）と本システムを使用し複数の PC を利用してトランスコードを行った場合の処理時間を比較する。Motion-JPEG2000 ソースビデオには 720×480 ピクセル、ビットレート 8Mbps、ビデオの長さは 20 秒（600 フレーム）を用い、MPEG-2 へのトランスコードパラメータは、MPEG の典型的な出力として N=15, M=3, ビットレート 5Mbps とした。

結果を図 3 に示す。このグラフから 10 台で処理を行った場合、1 台で処理した場合に対して約 1/6 の時間で処理を実行できたことがわかる。しかし 10 台以上 PC の数を増やしても処理時間短縮効果が少ない。これは映像の分割、ビデオセグメントの転送および符号化されたビデオセグメントの結合処理に要する時間が固定的に必要であるので PC の台数を増やす効果が少ないと考えられる。

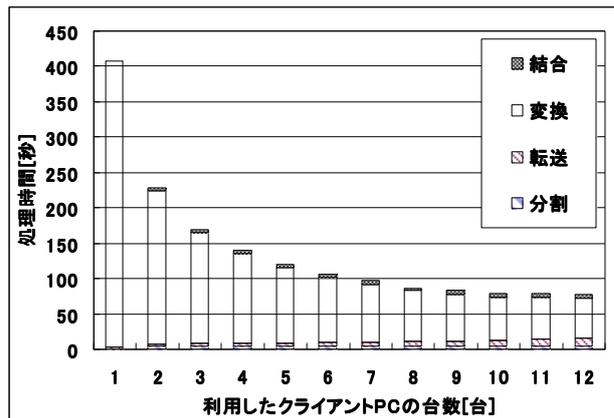


図 3 提案システムの効果

さらに、分散処理による映像品質への影響を評価するために、結合部付近の PSNR を図 4 に示す。このグラフから一定区間（2GOP）重複トランスコードをすることによって、PSNR の時間推移の変化がオリジナルとほぼ同じになっていることが分かる。

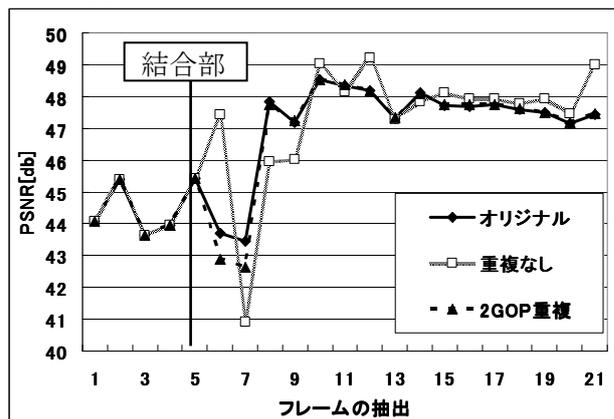


図 4 結合部付近の PSNR

4. おわりに

我々は、グリッド環境において、分散処理による映像品質劣化を回避しつつ、高速変換が可能な分散トランスコーディングシステムの設計方法論を明確にした。

今後は他の映像符号化方式への対応、さらに実験結果から処理時間の見積もり式の確立を進める予定である。

参考文献

- [1] 大上貴充, 渡辺真太郎, 三部靖夫, 中村太一, 若宮直紀: “シーン適応な高速動画分散トランスコーディング” VOL. 45 NO. 12 PP. 2760-2772 (2004)
- [2] 福原隆浩, 板倉英三郎 共著: JPEG2000 詳細解説, CQ 出版社 (Sep. 2004)
- [3] 映像情報メディア学会 編: 総合マルチメディア選書 MPEG, オーム社 (1996)