

## SMASH システムのストリーム処理機構を用いた

## 2G-5 マルチメディア編集・統合機能、および、最適化技法の検討

廣木 正秀 吳 偉文 佐藤 聡 端山 貴也 清木 康

筑波大学 電子・情報工学系

## 1 はじめに

現在、多くのマルチメディア情報が氾濫しており、それらの中から重要、あるいは、適切な情報を抽出し、その情報を新しい情報として加工し、さらに、それを広く提供する環境の実現が重要な課題となっている。本稿では、マルチメディア情報の抽出および、その編集・統合を実現するマルチメディア・システムについて述べ、それらの最適化技法について述べる。

マルチメディア・システムの実現においては、利用者の目的に応じて、共有するさまざまなメディア情報から適切な情報を抽出し、それらを編集・統合することによって新しいマルチメディア情報を生成し、それを広く提供する機能の実現を目指す[1]。その基礎となるデータベース・システムとして、我々が設計・実現をおこなったストリーム指向関数型並列データベースシステム SMASH[2]を用いる。

## 2 SMASH システムでのメディア情報の加工・統合

マルチメディア情報の中で、コンティニューアス・メディア情報とは、時系列で連続したメディア情報のことを指す。これらのメディア情報は、ストリーム性を有しているため、これらに対しての統合・加工処理にストリーム処理方式を用いることが効果的であると考えられる。

本メディア情報統合システムでは、マルチメディア情報を格納するデータベースを対象として、メディア情報の検索、抽出、加工、統合を行う演算を SMASH システムの関数として記述する。

## 2.1 加工機能

マルチメディア情報は、そのデータが持つ符号化形態によって、論理構造化情報、物理量構造化情報に分類できる。論理構造化情報とは、PostScript や標準 MIDI ファイルのように、情報を何らかの論理的な枠組によって符号化している形態のものを指す。一方、物理量構造

化情報とは、JPEG や PCM の様に、情報を物理的な量として符号化している形態のものを指す。

符号化形態の相違により、これらの情報を同一の関数によって統一的に扱うことはできない。しかし、物理量構造化情報についての加工処理は、何らかの数値に対する演算であるため、統一的に扱うことができる。論理的構造化情報については、外部アプリケーションを用いておこなうか、ライブラリとして、適宜つけ加えていくことによって実現する。

## 2.2 統合機能

メディア・データの統合とは、表示・演奏時の時間的、および、空間的な情報に基づき、蓄積・転送に適した形態で、各メディアを関連づけることである。

マルチメディア文書には、物理的構造、および、論理的構造があり、物理的構造には、時間に関連するスケジューリング、および、空間に関連するレイアウトが含まれる。また、論理的構造には、章や節などの論理階層、相互参照などのリンクが含まれる。

統合のための機能は、演算操作により自動的に行う機能と、対話的に行うための機能に分類することができる。SMASH システム上では、前者の機能として、上で述べたような構造に基づいて統合結果ファイルを生成する関数を用意する。

## 3 SMASH システムにおけるメディア・データ統合・加工処理の最適化方法

SMASH システムにおけるマルチメディアの統合・加工処理の最適化のレベルとして、3段階の最適化が考えられる。

第1レベルは、操作の実行順序に関する最適化方法である。この最適化方法は、関数の適応順序を変更し、逐次処理実行レベルでの高速化を図る方法である。メディア・データに対する加工関数には、その関数の適応順序を変更しても、加工後のメディア情報の質に変化がない関数も存在する。さらに、データ量の変化を伴う関数も存在する。よって、それらの関数の適応順序を変更し、処理を高速化することが可能である。

第2レベルの最適化方法は、並列処理実行レベルの最適化方法である。これは、統合・加工処理を複数の計算機に分散することによる最適化方法である。メディア・データを処理する関数には、計算機に依存した関数(例

表 1: 各加工関数の計算量、出力画像の1画素あたりの乗算・加減算の回数、および、画素数の変化

演算	計算量	回数	画素数の変化
Summation	$O(X \circ Y \circ \circ)$	1	入力 < 出力
Multiplication	$O(X \circ Y \circ \circ)$	1	入力 < 出力
Convolution	$O(X \circ Y \circ \cdot N^2)$	$2N^2$	入力 = 出力
Affine	$O(X \circ Y \circ \circ)$	12	パラメータ依存
Clip	$O(X \circ Y \circ \circ)$	1	入力 > 出力

えば、メディア・データを取得する関数は、データベースにアクセスできる計算機になければならない)も存在するため、処理する計算機が確定している場合が考えられる。以上のことから、関数の計算機割り当てに関しては、計算機の性能、関数の負荷、データ転送量、および、計算機に依存する関数などを考慮する必要がある。

第3レベルの最適化方法は、SMASHシステム依存の最適化方法である。SMASHシステムでは、ストリームの生産者関数と消費者関数間にストリーム要素を蓄える2枚のバッファを設けて、関数間の並列性(ストリーム型並列性)を抽出している。この関数間のバッファの大きさを適切に設定することにより、処理の高速化を行うことが可能である。

本稿では、第1レベルの最適化である関数の適応順序変更による最適化について検討を加える。関数の適応順序をどのように変更するかは、ストリーム要素に対する各関数の計算量、関数の適応前後のストリーム要素のデータ量、および、関数間の順序的制約に依存する。最適化の規則として、中間データ量、および、計算量の総和を最小にする最適化規則が考えられる。

## 4 実験

関数の適応順序変更による実行時間の変化を調べるため、SMASHシステム上で作成したプロトタイプ・システムを用いて実際の画像情報の加工を行った。実験環境としては、Sun Sparc Stationを使用した。

画像情報の加工関数は、代表的な画像加工機能について抽出を行い、加工の前後でのデータ量の変化、および、画素に対する計算量を調べた(表1)。ここで、 $X \circ Y \circ$  はそれぞれ出力画像の横幅と縦幅、Convolutionの $N$ は加重マトリックスの大きさを示している。

加工処理は、表1に挙げたうちの、Clip、Convolution、Affineを用いて構成した。すなわち、Clipを用いて画像の一部分を抽出し、その画面に対し、Convolutionを用いて画面の平滑化を行い、Affineを用いて画面の拡大の処理を行う加工処理を行った。この加工処理では、ConvolutionとAffineに順序的制約があるので、同質の画像情報を提供する3種類の異なる関数適応順序の組合せが導き出せる。それらの3種類について

表 2: 実行結果

適応順序	出力データ量	実行時間 [sec]	計算量の総和
Clip Affine Convolution	5400byte 21600byte 21600byte	27.885167	653400
Affine Clip Convolution	86400byte 21600byte 21600byte	60.8018	1447200
Affine Convolution Clip	86400byte 86400byte 21600byte	112.0718	2613600

各々実行時間を測定した。SMASHシステムでの動画の加工は、画像1フレームを1回の入出力の単位としている。すべての関数順序組合せにおいて、加工関数間のバッファのサイズは、変更していない。各組合せの実行時間、各関数が出力する画像1フレームのデータ量、および、画像1フレームに対する計算量の総和を表2に示す。

実行結果から、計算量の総和に比例して実行時間が増大していることがわかる。よって、関数の適応順序変換による最適化において、関数の順序的制約を満たし、かつ、1画像(加工関数の入出力の単位)に対する計算量の総和が最小になるように変更することは、有益であると考察できる。

## 5 おわりに

本稿では、ストリーム指向関数型データベースシステムSMASH上での、メディアの統合・加工の機能について述べ、それらの最適化技術について述べた。さらに、実験において、関数の適応順序変更の有効性を述べた。

現在、マルチメディア編集・統合をSMASHシステム上で並列処理するシステムの実現を行っている。今後は、さらに、関数適応順序変更による最適化の規則性について検討を加えていく予定である。

## 参考文献

- [1] Y. Kiyoki and T. Hayama, "The design and implementation of a distributed system architecture for multimedia databases," Proceedings of 47th Conference of International Federation for Information and Documentation, pp. 374-379, Oct. 1994.
- [2] Y. Kiyoki, T. Kurosawa, K. Kato and T. Masuda, "The software architecture of a parallel processing system for advanced database applications", *Proceeding of 7th IEEE International Conference on Data Engineering*, pp. 220-229, April, 1991. (1)
- [3] 佐藤 聡, 清木 康 "関数型並列データベースシステム SMASH におけるマルチメディア支援のための基本機能の拡張" 情報処理学会第 48 回全国大会 (1994).