

## マルチメディア・データベースを対象としたシステム・アーキテクチャの検討

清木 康                      端山 貴也

筑波大学 電子・情報工学系

### 梗概

情報の素材をデータベースとして保持、管理し、それらの素材を目的に応じて整理し、適切に編集し、編集した情報を新たな情報として広く提供するシステムの実現に向けてのアーキテクチャ設計について述べる。

本システムの主要な機能は、共有データから目的に応じた情報を抽出し、それらを用いて、まとまった新しい情報を編集・生成し、さらにその新しい情報を提供することである。この機能を実現するためには、システムは、従来のデータベースの機能に加えて、目的に応じた新しい情報を編集・統合する機能、および、その情報を提供する機能を実現しなければならない。また、本システムでは、マルチメディアにより構成される情報を対象とする点が重要である。

## Design consideration of a system architecture for multimedia databases

Yasushi KIYOKI      Takanari HAYAMA

Institute of Information Sciences and Electronics  
University of Tsukuba  
Tsukuba-city, Ibaraki 305 Japan

The design and implementation of a multimedia system architecture is one of the key issues in database research. In this paper, an architecture design of a multimedia database system is presented. This system provides overall functions for storing and managing multimedia source data, editing and integrating the data, and distributing and providing the intergrated data as a new information.

The main facilities of this system are to extract object data items from databases, edite and integrate those data items according to the objective of requests, and widely distribute the integrated data items as the new information. To implement those facilities, in addition to the conventional database functions, the system must provide functions for creating new information by integrating existing data items and widely distributing the new information. In this system, it is important to manipulate the information consisting of multimedia data items.

## 1 はじめに

近年、情報のもつ役割は、大変重要になっている。経済および社会活動において、有効な情報資源を保持活用することは不可欠である。しかし、実際には、多くの情報が氾濫しているにもかかわらず、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が提供されていない。適切な情報の抽出に関しては、データベース・システムがその役割を果たすことを試みているが、抽出された情報を新しい情報として整理・編集する機能、および、編集された情報を広く提供する機能は実現されていない。本稿で提案するシステムは、データベース・システムの枠組みを超え、情報の抽出だけでなく、その集約化および提供を実現する情報システムである。

情報の重要性の増大とともに、情報処理の世界における近年の重要な変化は、対象となるデータの形式の多様化、すなわち、マルチメディア・データのデジタル化による、電子情報化である [1, 4, 5, 6, 7]。従来の文字・数値データだけでなく、文書、画像、音声、図形などの形式で表現された電子化データを格納・操作・出力するためのハードウェアが広く開発され、それら形式のデータを情報システム内に統合するためのハードウェア環境が整いつつある。このような新しいメディアを用いて表現される情報は、質的および量的に、従来の形式のデータがもつ情報を超えている。

情報の素材を保持、管理し、要求に応じて、必要な情報を抽出するシステムとして、データベース・システムがある。データベース・システムの主要な機能が、共有データの一括管理と検索要求に応じたデータの抽出、および、参照であるのに対し、本稿において提案するシステムの主要な機能は、共有データから目的に応じた情報を抽出し、それらを用いて、その目的に応じた、まとまった新しい情報を編集・生成し、さらにその新しい情報を広く提供することである。

この機能を実現するためには、システムは、従来のデータベースの機能に加えて、目的に応じた新しい情報を生成する機能、および、その情報を広く提供する機能を提供しなければならない。

また、本システムでは、マルチメディアにより構成される情報を対象とする点が重要である。本システムが保持する主要な情報は、個々のマルチメディア・システムが管理しているマルチメディア・データに保持されている内容を集約したメタ情報、および、利用者が、目的の情報にたどり着くために用いるリファレンス情報である。本システムは、個々のマルチメディア・システムに管理されているマルチメディア・データベースを操作対象とするために、それらのマルチメディア・データに関する抽象化情報を集約したメタ・データ

ベースを保持する。メタ・データベースは、個々のマルチメディア・データに格納されている情報を対象として、検索、編集、統合、出版を行う対象となる適切な情報の抽出を可能にする。

リファレンス情報は、利用者が目指す情報へ到達するためのナビゲーションを行うためのものである。ナビゲーション情報および操作群により、利用者は、自分が認識していない新しい情報の発見を行うことが可能になる。

## 2 システム構成

### 2.1 システム・アーキテクチャ

提案システム構成を図1に示す。本システムを実現するための基本機能は、次のとおりである。

1. マルチメディア (文字・数値、文書、画像 (静止画、動画)、音声、図形) から成る素材データをデータベースとして格納するための機能
2. 目的に応じたデータ群を抽出する機能
3. 抽出されたデータ群を編集・統合する機能。
4. 編集・統合された情報を出力する機能。
5. 利用権、著作権、所有権を管理・維持する機能。
6. ユーザのデータ操作・利用を支援する機能。

これらの機能を実現するシステムは、次のサブシステムにより構成される。

#### 1. データ生成系 (Data Production Subsystem)

素材データの収集、作成を支援するシステムであり、素材データの形式を変換する機能をもつ。

#### 2. データ格納系 (Data Storing Subsystem)

素材データのデータベースへの登録を行い、さらに、素材データに関するメタ情報、管理情報を付与し、登録する。素材データの格納媒体および物理的配置を決定し、格納する。

#### 3. 検索系 (Retrieval Subsystem)

素材データの検索要求を受け付け、対応する素材データおよびそのメタ情報を抽出する。検索要求は、素材データに関する属性情報を対象として行う。検索の種類は次のように分類される。

- 素材データの性質に関する検索
- 素材データの内容に関する検索
- 素材データの部分に関する検索

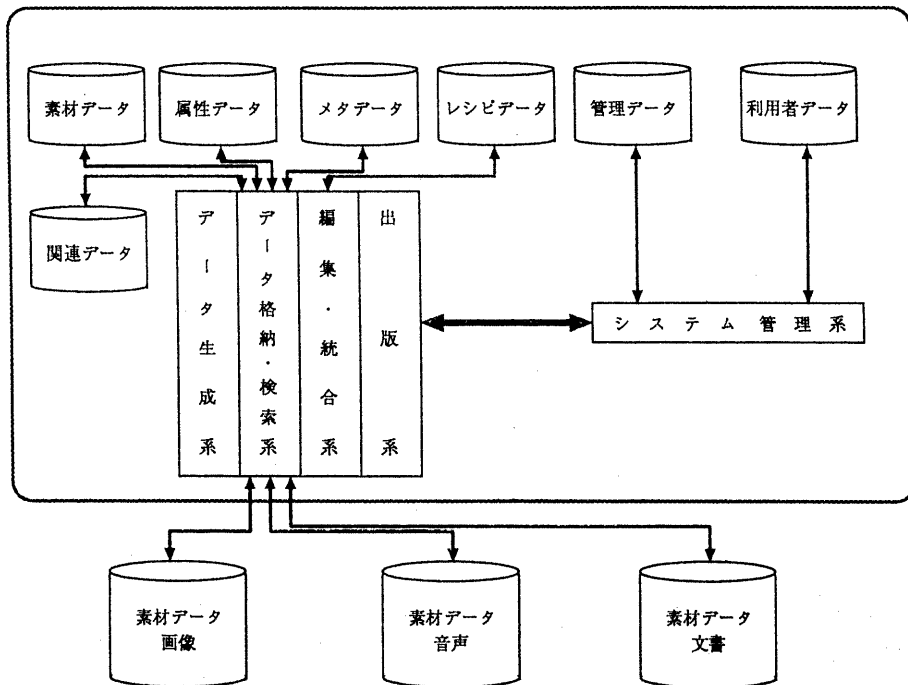


図 1: 提案システムの構成図

#### 4. 編集・統合系 (Information Integration Subsystem)

検索された素材データ群を編集・統合し、新しい情報を生成する機能をもつ。素材データの編集・統合のための機能群は、対話的に行うための機能群と、演算操作により自動的に行う機能群に分類される。また、素材データ群の統合のために、論理的構造化および物理的構造化の機能を提供する。構造化については、次章において詳述する。

#### 5. 出版系 (Publication Subsystem)

編集・統合系において作成された情報を格納、および、出力する機能をもつ。

#### 6. システム管理系 (Management Subsystem)

作成された情報の著作権、所有権、出版権、利用権を管理する機能をもつ。アクセス者の認識、アクセス回数のカウント、参照権の審査、格納権の審査、コピー権の審査、出版権の審査等を行なう。

#### 3 マルチメディア・データの編集・統合系

##### 3.1 編集・統合の意味

複数の独立したメディア情報が、一つの情報として統合された時、その情報は、マルチメディア情報と呼ばれる。

マルチメディア情報が、複数の情報の集合体である限り、その構成要素である情報には、相関関係が存在する。現在、複数の異種メディア間の相関関係を生成、または、明確にするための整った体系は、存在しない。現実の世界では、扱うメディアによって、相関関係を生成する手法が異なるため、それぞれのメディアに関する専門家の手によって、それらの作業は行なわれている。しかし、メディア情報を分類し、それぞれの特徴を抽出することによって、一般的な、相関関係を生成するための体系を作ることが可能であると考えられる。

編集・統合とは、複数の独立したメディア情報の間に存在する相関関係を明確にすること、または、それを生成することである。そして、提案システムの編集・統合系は、それらの操作を支援する機能群を提供するものである。

また、文書の内容を見せる行為を「表示・演奏 (rendition)」と呼ぶ。

これらの用語は,HyTimeにおいて定義されている用語定義に準拠する[2].

### 3.2 文書の特徴抽出

文書には,二種類の構造が存在する。物理的構造,および,論理的構造である。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ある(図2)。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ある(図3)。

また,文書が,線形的に表示・演奏されるか,非線形的に表示・演奏されるかによっても分類が可能である。このことは,言い替えれば,対話的であるか,非対話的であるかということである。

これらの特徴を利用することによって,文書を,分類することが可能である。ここでは,それぞれの特徴について検討する。

#### 3.2.1 構造

以下に,構造に関する特徴について述べる。

##### 1. 物理的構造 (physical structure)

###### (a) 時間的構造 (temporal structure)

文書の構成要素が,ある時間的制約のもとに,構成されている時,その文書には,時間の概念が存在する。

###### (b) 空間的構造 (spatial structure)

文書の構成要素が,ある空間的制約のもとに構成されている時,その文書には,空間の概念が存在すると言える。

##### 2. 論理的構造 (logical structure)

###### (a) 論理階層 (logical hierarchy)

文書の構成要素が,章や段落などの階層構造によって構造化されている時,論理階層が存在するという。

小説は,構成要素である文章が,章や段落などによって,階層構造化されている。

###### (b) リンク (link)

文書の構成要素間の関連を示す構造,または,別の文書との関連を示す構造が存在するとき,その文書には,リンクがあるという。

#### 3.2.2 対話的と非対話的

文書の構成要素に複数の順路が存在する中で,選択的に表示・演奏がされる場合,その文書は,対話的であるという。

### 3.3 文書の編集・統合

文書を編集・統合を行なうとき,先に述べた構造に沿って文書を構成する必要がある。提案システムは,先に述べた構造化を支援する機能を提供する必要がある。また,対話を行なうための機能を提供する必要もある。

本稿では,先に述べた構造化のうち,特に物理的構造化の中から,時間に関するものについて詳細に検討していく。

#### 3.4 同期

もともと独立した情報を,時間的に統合する場合,同期が必要である。文書の構成要素には,時間の概念を含むものと,含まないものがある。時間の概念を含まないものと,含むものを関連づける場合,時間の概念を含まないものにも,時間の概念を組み込む必要がある。

同期のモデルを考えるにあたって,次のような前提条件を示す。

1. 表示・演奏の単位は,任意である。文書の構成要素を,さらに細分化し,任意の単位(グラニューラリティ)で表示・演奏する機能がある。
2. 空の表示・演奏を行なう機能がある。空の表示・演奏とは,ある一定時間,何も表示・演奏を行わないものである。

これらの前提条件において,以下の同期を用意することによって,さまざまな時間的な構造化に対する要求に対応する。

1. 複数の表示・演奏の開始を合わせる。
2. 複数の表示・演奏の終了を合わせる。
3. ある表示・演奏が終了すると同時に,別の表示・演奏を開始する。

図4に,同期の種類を示す。

## 4 実現方式

### 4.1 編集・統合系の表示・演奏機能

文書の統合に必要な機能は,すでに述べた通りである。編集・統合系は,前節で述べた構造化を支援する一方で,表示・演奏を行なうための機能を提供する。ここでは,表示・演奏機能の実現方式を検討する。

提案システムは,分散環境を対象とする。表示・演奏に必要なデバイス,および,素材データは,ネットワーク上に分散しているものとする。

実現方式として,二種類の方式を考えられる。マスタ/スレーブ構造による実現,および,協調分散型モ

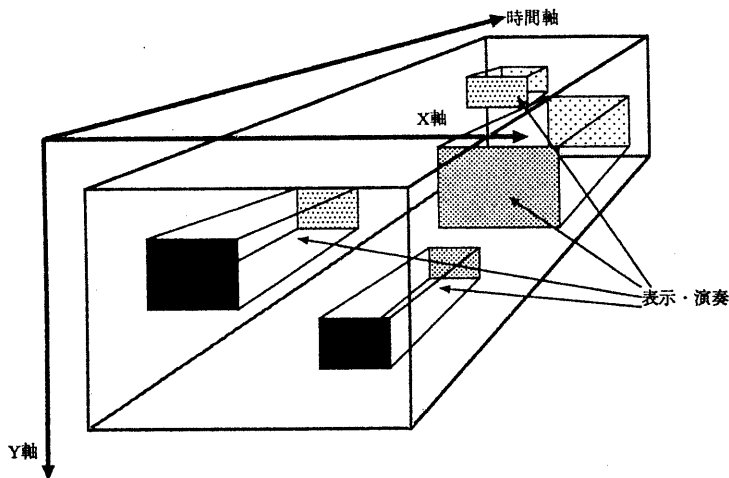


図 2: 物理的構造

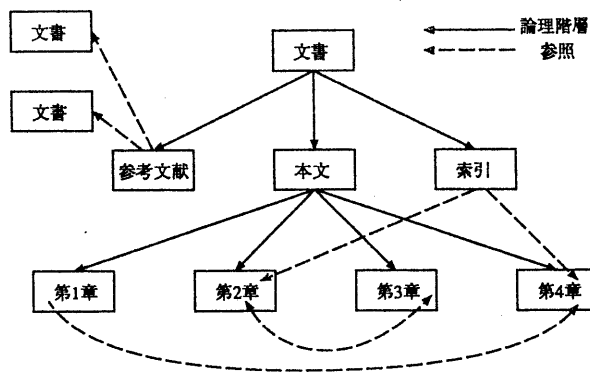


図 3: 論理的構造

ルによる実現の二つである。以下で、詳細にそれぞれの実現方式について述べる。

### 1. マスタ / スレーブ構造

マスタ / スレーブ構造 (master slave structure) に基づく方式は、一つの主プロセス (マスタ) が、表示・演奏を行なう全てのプロセス (スレーブ) を制御する方式である。スタンフォード大学で開発された MAEstro は、この方式に基づいている [3]。

マスタは、表示・演奏を行なうプロセスの実時間制御を行なう。スレーブは、表示・演奏の準備から、実際の表示・演奏を、マスタの指示によって行なう。例えば、複数のメディア情報の表示・演奏を

行なう場合、マスタは、表示・演奏を行なう全てのスレーブに対し、準備完了の確認をとる。その上で、全てのスレーブに対し、表示・演奏開始の指示を発行する。

この実現方式では、表示・演奏が集中的に管理されるため、制御、および、実現が容易である。また、スレーブに対する指示は、一つのマスタによってのみ発行される。そのため、表示・演奏の際に生じると考えられる競争状態などを、容易に避けることが可能である。

しかし、マスタが、実時間ですべての状態を把握する必要があるのは、この方式の欠点でもある。また、実時間の制約のもとでスレーブに対する指示を発行するのは、同時に多数の表示・演奏を制御

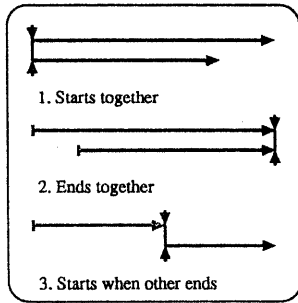


図 4: 同期の種類

する際には、かなり大きな負担になると考えられる。

## 2. 協調分散型モデル

協調分散型モデル (coordinated and distributed model) による実現方式は、表示・演奏を実行する複数のプロセスが、それぞれ、独立に自分に与えられた表示・演奏を行なう方式である。

一つのプロセスは、一つの表示・演奏を行なうことを基本とする。それぞれのプロセスには、いつ、どこに、何を、どのプロセスと協調して、どのように表示・演奏を行なうのかなどの情報を与える。情報を得たプロセスは、自身で、与えられた表示・演奏を解釈し、準備から、表示・演奏までを行なう。その際、自身の行なう表示・演奏に関係すること以外は、周囲の状況を一切認識しない。

この実現方式は、プロセスの負担を分散するので、一つのプロセスの負担が、他のプロセスに比べて、極端に大きくなるということはない。また、それぞれのプロセスは、自身の表示・演奏に関することだけを把握していればよい。

しかし、この実現方式の場合、それぞれのプロセスが、自身の表示・演奏を解釈する必要がある。また、表示・演奏時に生じる競争状態を避けるのは、マスタ/スレーブ構造に比べ、容易ではない。そのため、この方式による実現は、マスタ/スレーブ構造に基づく実現方式に比べ、困難であると考えられる。

### 4.2 協調分散型モデルによる実現方法

協調分散型モデルに基づいた表示・演奏機能の、具体的な実現方法を検討する。ここでは、特に、表示・演奏の制御、および、同期の方法について考察する。

協調分散型モデルに基づく方式において、表示・演奏の制御機構に事象駆動 (event driven) の概念を用い

る。この場合、次のような動作によって表示・演奏が行なわれる。

まず最初に、表示・演奏を行なう各プロセスは、表示・演奏のための素材データと抽出、デバイスの確保、同期をとるための準備を行なう。それが完了すると、表示・演奏の開始方法にあわせて、適当な事象を待つ。例えば、ある時刻になったときに表示・演奏を開始するのであれば、その時刻に、自身に割り込みがかかるようにし、自身をブロックする。

このモデルを用いて同期機構を実現する場合、バリアを利用する。複数のプロセスが、同時に表示・演奏を開始する場合を考える。それぞれのプロセスは、独自に表示・演奏の準備を行なうが、準備に要する時間は、それぞれ異なることが多い。そこで、準備の完了したプロセスは、自身の準備が終了した旨を告げ、自分自身をブロックする。最後に準備が完了したプロセスは、自分が最後であることを確認すると、すでに準備を完了し、ブロックしているプロセスに対し、割り込みをかけることによって、それらのプロセスを起こす。これによって、複数のプロセスは、同時に表示・演奏を開始することが可能となる。

### 4.3 実時間性と同期に関する問題

実時間の制約と同期における問題として、例えば、複数の表示・演奏を同時に開始するにあたって、5秒以内に表示・演奏を開始する必要がある場合を考える。実時間の制約がある場合、その時間に準備が間に合わなかった表示・演奏の扱いを考える必要がある。

文書によっては、このスケジューリングが、非常に大きな割合を占めるものがある。そのような文書では、時刻に合わなかった場合に取る解決方法を選択できる必要がある。解決方法には、次の挙げるものが考えられる。

1. 間に合わなかった表示・演奏は、無視する。つまり、表示・演奏しない。
2. 間に合わなかった表示・演奏は、準備ができ次第、表示・演奏を開始する。遅れは、取り戻さない。
3. 間に合わなかった表示・演奏は、準備ができ次第、表示・演奏を開始するが、遅れた分のメディア情報は捨てる。つまり、1秒、表示・演奏の開始に遅れた場合、メディア情報の最初の1秒分は、切捨てることによって、表示・演奏の遅れを取り戻す。
4. 実時間の制約を無視する。全ての準備が完了してから、表示・演奏を開始する。

4番の方法は、実時間の制約の問題である以上、本来選択されるべき解決方法ではない。しかし、文書の性質によっては、やむを得ない場合もある。

次に、同時に表示・演奏を終了させる場合を考える。同時に表示・演奏を開始する場合に比べ、同時に表示・演奏を終了する場合は、問題がより複雑である。実時間の制約があるか否かに関わらず、次のことを考慮する必要がある。

1. 時間の概念を持つメディア情報が複数存在する場合、および、そこに実時間の制約が存在する場合、どのメディア情報の表示・演奏の終了に合わせるか。
2. 表示・演奏をある一定時間内で終了する必要がある、今のベースでは、その時間までに表示・演奏を終了することができないことが予測され場合、時間の概念を持つメディア情報は、どのように、その表示・演奏を終了するのか。
  - (a) 終了する時間になった時点で、表示・演奏を途中でも終了させる。
  - (b) 時間内で、表示・演奏が完了するように、表示・演奏の速度を早める。
3. 表示・演奏の終了をある一定時間で終了する必要がある、今のベースでは、その時間に達する前に表示・演奏が終了することが予測される場合、時間の概念を持つメディア情報は、どのように、その表示・演奏を終了するのか。
  - (a) 終了する時間前でも、表示・演奏を終了し、待つ。
  - (b) 終了時間で、表示・演奏が完了するように、表示・演奏の速度を遅くする。

2番と3番における後者の解決方法は、非常に実現が難しい。しかし、これらは、必要な機能である。

## 5 おわりに

本稿では、マルチメディア情報を操作、および、管理するシステムの基本構成、および、マルチメディア情報の表示・演奏を行なう同期方式についての考察を行った。特に、マルチメディア情報の編集・統合の方法について議論し、その上で、編集・統合したマルチメディア情報を表示・演奏する同期機構について検討した。

編集・統合系には、論理的構造化と物理的構造化があることを示した。文書著作者が、これらの構造化をマルチメディア情報に施す操作を支援する方法を検討した。そして、時間についての物理的構造を表示・演奏時に再現するための実現モデルについて考察を行った。そして、編集・統合系の表示・演奏機能の協調分散型モデルによる実現に向けての指針を得た。

今後は、次の機能群の設計、および、実現を行っていく予定である。

- 空間に関する物理的構造化の機能
- 対話性の機能
- 論理的構造化の機能

## 参考文献

- [1] C.J. Adie, "A Survey of Distributed Multimedia" Research, Standards and Products, *RARE Project OBR(92)046v2, First Edition*, January 25, 1993.
- [2] C.F. Goldfarb, IBM almaden Research Laboratory. "Information Technology - Hypermedia/Time-Based Structuring Language (HyTime)", *ISO/IEC CD 10744*, april 1, 1991.
- [3] G.D. Drapeau, H. Greenfield. "MAEstro—A Distributed Multimedia Authoring Environment", *1991 Summer USENIX Conference in Nashville, Tennessee*, 1991.
- [4] 増永良文, "マルチメディアデータベース総論", 情報処理, vol.28, no.6, pp.671-684, June 1987.
- [5] 小島功, 植村俊亮, "マルチメディアデータベースのためのデータモデリング", 情報処理, vol.28, no.6, pp.685-693, June 1987.
- [6] 牧之内顯文, 伊博道, "マルチメディアデータベースの利用者インターフェース", 情報処理, vol.28, no.6, pp.694-704, June 1987.
- [7] 鈴木健司, "マルチメディアデータベースのハードウェア環境", 情報処理, vol.28, no.6, pp.705-709, June 1987.