

マルチメディアデータベース実現における技術課題

川越恭二 真名垣昌夫
日本電気(株) C&Cシステム研究所

1 はじめに

最近、データベース技術において図形、イメージ、テキストなどの個別メディア蓄積/利用技術およびCAD、統計、科学技術向けの特定応用向データベース蓄積/利用技術が盛んに研究、開発されている[4, 11, 12, 15, 18]。これは、1)事務用データベース技術の成熟、2)利用者側の種々メディアへのデータ操作の欲求、3)ハードウェア、通信技術の進歩などの理由によりニーズと密着した研究開発がすすめられてきたことに起因する。このような技術の開発の次のステップとして当然のことながら、上記各メディアを統合化し、種々の応用に適用できることを目指したマルチメディアデータベースがある。これは、上記の両アプローチの接点であると同時に応用範囲の拡大によるデータベース技術の発展を可能とする重要な技術と考えられる。

本報告は、このマルチメディアデータベースを構築、利用する際の現在の技術水準を正しくとらえて、技術課題を抽出し、更に解決策を提案するものである。まず、応用面からのニーズについて触れ、それら応用システム実現におけるデータベース技術課題を明らかにする。そののち、その課題を整理して解決すべき項目と現在の研究状況を概観する。最後に、幾つかの主要な技術課題について、ひとつの解決策を提案する。

2 応用面からの考察

本章では、マルチメディアデータベースを必要とする応用、言い換えればマルチメディアデータベースがなければ効果があがらない応用において、その応用分野におけるマルチメディア操作およびマルチメディアデータベース機能を説明し、技術課題を挙げる。応用としては、以下の5分野を考えるものとする。

- ・文書エディタ-----文字列、図形、イメージの同一空間での結合
- ・映像情報管理-----音声、イメージ、テキストの時間空間での結合
- ・総合メディア処理-----イメージ、テキスト、図形の相互変換
- ・科学技術データ処理-----図形、数値、テキスト、イメージなどの変換、処理、蓄積
- ・概念設計CAD-----手書線画、図形、テキスト等の混在及び詳細化

2.1 文書エディタ

技術設計用ハンドブック等に見られるような図1に示す文書(図形とテキスト、イメージ)において、文章と図形が独立でなく図形の変更と同時に説明文の変更が同期化されたり、文章中の数値の変更が図形を自動的に修正するといった複数のメディア情報が相互に関連している事を前提とした文書編集処理への必要性も高い。例えば、図1において、軸径と軸長は独立でなくある定式により式関係が存在するとき、ある変数の値の変更が他の値や図形にまでも影響を与える。すなわち、軸受けという図形の意味情報により種々の制約を維持する必要がある。したがって、文書エディタでは、文章と図形の意味的統合化が必要であり、この統合化を支援する機能が要求される。

データベース的には、本応用からは上記のようなメディア情報統合化技術と統合化支援及び同期したメディア情報操作機能が必要である。

2.2 映像情報管理

ここでいう映像とは、単にイメージの集合体でなく、音、テキスト(例えば字幕スーパ、テロップ)とイメージが結合したものをいう(図2)。

この単なる時間的変化を有する集合体としてよりも音、テキストとの結合により、マルチメディ

ころがり軸受ユニット (21)

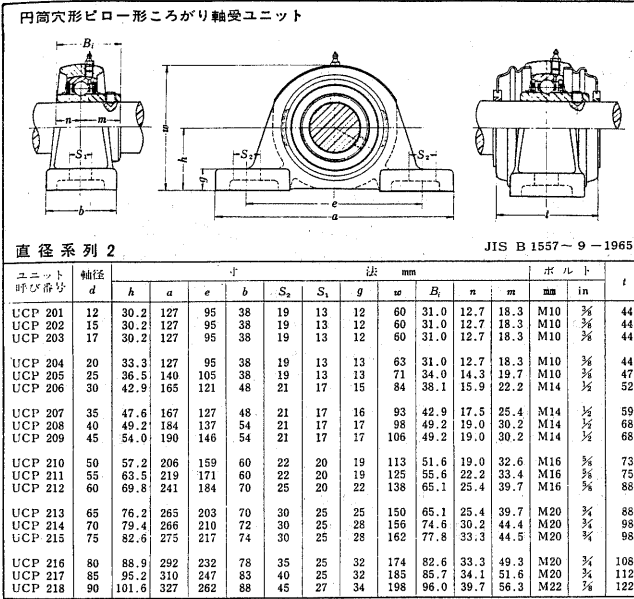


図1 文書 (出典 転 回転軸設計ガイド)



図2 映像 (出典 映像情報 24.4)

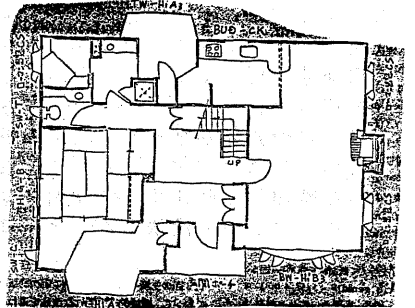


図3 概略設計 (出典 PIXEL 195 No.31)

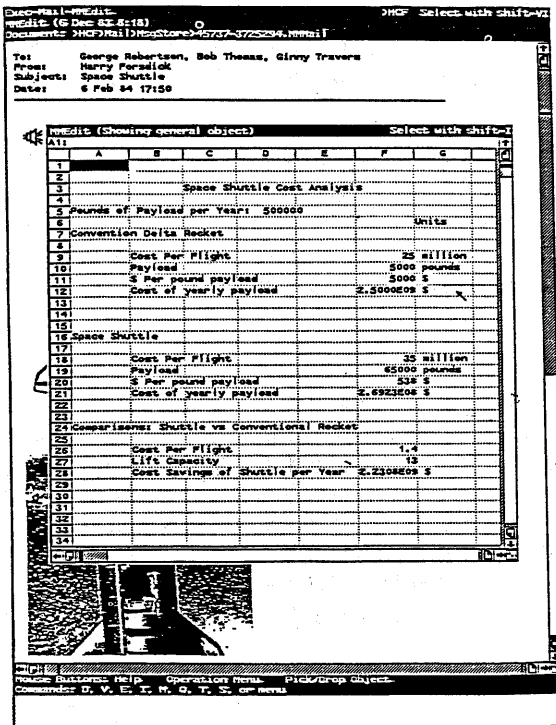
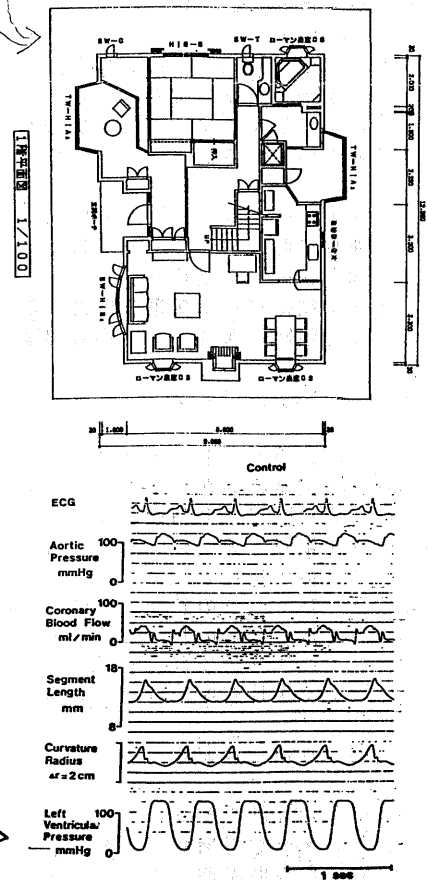


図3 続文書 [5] ↑

図4 時系列データ (出典 電通情報 MBE 85-23)



アとなり音、イメージ、テキストからのマルチメディア情報検索、情報編集が可能となる。ここでの問題は、1) 種々のメディアの時間軸上での同期化、2) 各メディア間での相互変換支援あるいは初期データベース構築支援(例えば、音から図形、図形からイメージ、イメージからテキストの抽出)、3) 効率的なマルチメディア情報検索のための蓄積、検索手段などである。

データベース的見地からは 1) 連続的メディア情報の同期化 2) メディア情報変換技術、マルチメディアデータベース構築技術 3) マルチメディアメディア情報蓄積検索技術 が要求される。

2. 3 総合メディア処理

OAで使用されるグラフ、数値、図形、テキスト、イメージの総合化が叫ばれた結果、種々の端末、ワークステーションでマルチメディア総合処理を可能とする機器が実現されつつあるが、現状では、各メディアのエディタ、メディア間の変換(可能な組み合わせのみ)ができるのみである。(図3)しかし、製品計画、経営計画、人員計画、配置計画などの計画、分析作業に用いられることを想定したとき、問題となるのは、1) 計画、分析という知的作業を効率よく行なうためのメディア変換処理時間の短縮、2) マルチメディア情報の混在提示、3) 必要情報のみの情報提示、フィルタリング、4) 解析、評価ソフトとの連動 などである。

データベース的には、1) 統一したマルチメディアモデルと共通操作インターフェース、2) 効率的物理構造、3) 高速メディア変換方式、4) 分散処理を含むマルチメディアデータベース管理方式などが問題になると考えられる。

2. 4 科学技術データ解析

例えば、物理実験や数値シミュレーションなどにより得られた時系列データに対しては、グラフ表現のみならず他の図形情報との結合、数値情報としての利用、フーリエ変換などの数値変換のように、様々なメディア情報が生成、利用できる必要がある(図4)。すなわち、時系列データであるがために、時間軸での必要部分の抽出、他の時系列データとのマージ、補正、関数計算などのように、応用に依存した特殊な操作が施される。また、実験装置情報には、装置構成、装置形状、温度変化、などの空間的や時間的情報、構成情報、図形情報を扱う必要がある。この意味で、図形、イメージ、数値情報の混在すなわちマルチメディアデータベースが関係し、この実現によりデータ解析システムの構築容易性、拡張性を高めることができる。

ここでのデータベース的問題は 1) マルチメディア情報の時間的結合、マージ、編集、2) 大量データ格納のためのデータ圧縮、3) データ解析のための情報変換、4) 図形、イメージ情報との結合 などである。

2. 5 概念設計CAD

機械、建築などの設計では、まず概念設計(基本設計、機能設計ともいわれる)からはじまり人間の頭にあるイメージを紙などの上に物理的表現として具体化し、その具体化表現より再び抽象イメージを構築し、また物理的具体化を行なうという、抽象表現から具体表現、抽象表現修正、具体表現修正のサイクルを行ないつつ具体的設計物を構築していく(図5) [14]。概念設計評価のあと、次の工程である解析、図面化、製造設計へと情報を伝達する。この概念設計は真に人間的活動であるため計算機支援できる場合は限られているものの、自由なメディア情報操作および抽象/具体化支援が可能となれば計算機の修正、蓄積、編集能力の点から十分に支援ツールとして使用できるであろう。

この応用における主たるデータベース課題は、1) マルチメディアの外部表現操作技術 2) マルチメディア共通概念表現、利用(抽象、具体情報操作) 3) 外部表現と概念表現間の変換技術 4) エンドユーザによるデータベースの操作としてのマルチメディア情報によるデータベース操作方法、5) メディア情報の意味管理機構 などがある。

3 技術課題と現状

2で示した5分野での応用システムは必ずしも現在の技術で解決できないものもあるうえに実現までかなりのブレイクスルーを必要とするものもある。そこで2で示したデータベース課題を整理し、各課題の技術水準を研究例により明確にする。

データベース技術課題を以下の5項目から考察する。

- ・マルチメディアデータベースモデル—統一表現、抽象化、構造化、同期化、意味表現
- ・マルチメディアデータベース構成—分散化、結合
- ・統一データベースアクセス法—操作（検索、登録、構築、抽象化）、エンドユーザによる操作、外部表現操作
- ・マルチメディアデータベース物理構造—高速処理、蓄積法、圧縮
- ・マルチメディア変換—高速変換、情報フィルタリング

3.1 モデル

マルチメディアデータベースを実現するためにはなんらかの形で異種メディアデータベースの統合化が必要である。この統合化のためにはデータモデルを必要とする。しかし、マルチメディアデータベース用のモデルの実現は次のような理由で非常に困難な状況にある。

マルチメディアデータベースが対象とする情報は、2で述べたように、数値、文字列などの従来のデータベースが扱ってきたものに比べて非常に抽象度の高いものである。このため、関係モデル、CODASYLモデルという従来モデルがもつ平面的モデルでは表現不可能である。また、これらの情報は原情報としてみれば非常に低い水準の情報とみることもし得る。したがって、実体、属性の抽出が困難であり実体、属性の定義はすべて利用者の視野に依存する。さらに、情報間の関連についても単純な静的1:M関係として定義することはできず、時間軸、空間軸、属性軸などの様々な観点からの関連が存在するとともに、離散的な数量関係でない連続的、領域的な関係も重視される。このため、複雑な関連情報の体系化が必要である。

このようなデータモデルへの要件（必ずしも上記すべてが一般的であるとはいえないが）に対して、これまで幾つかの研究がすすめられている。表1にその研究状況をまとめた結果を示す。

表1に示すとおり、大きく以下の項目に分類することができる。

- ・オブジェクト志向と実体/属性志向（図6-A参照）
- ・抽象化機構（図6-B参照）
- ・データ型（図6-C参照）

このような状況でデータモデルの技術課題を整理したとき、以下に示す課題を今後考える必要がある。

- ・マルチメディアに適したオブジェクト指向データモデルとは？ 既存データモデルを包含できるか否か？
- ・どのような抽象化が必要か？ どのような関連情報が必要か？
- ・基本とするデータ型としてなにを選択するか？
- ・全てのモデルを記述するメタモデルかモデルを包含する統一モデルか関連情報、意味情報のみを扱う結合モデルか？

上記に示した項目は以下に示すデータベース構成、物理構造と関連させて議論する必要があり、ここではこれ以上触れない。

3.2 データベース構成

データベース構成を考える場合、まず単一メディアデータベースをどう位置付けるかを検討する必要があり、つぎに複数メディアが混在したデータベースをどう蓄積するかが重要である。さらに、複数メディアを結合するための情報（メディア結合情報）をどう位置づけるか、既存のデータベースをどうするかを考える必要がある。すなわち、以下に示す観点からデータベース構成を明確にしなければならない。

- ・ 物理構造と論理構造
- ・ 運用形態と導入方式

しかし、データベース構成に関する研究は緒についた段階であり [7]、いまだ一般的な構成は存在しない。構成を決定する要因は上記の二観点であるが具体的には以下に示すアプローチが考えられる。

- ・ 結合水準
 - 基本DB + 結合ディレクトリ
 - 基本DB + 内容結合DB
 - 統一DB
- ・ 既存DB利用あるいはDB変換
 - 基本DBとして既存DBを含む
 - 基本DB / 統一DBは新規作成あるいは既存DBからの変換
- ・ 基本DB内容
 - 基本DBは単一メディアのみ
 - 基本DBは複数メディアが可能
- ・ 分散 / 集中
 - 物理分散
 - 論理分散を行なえるようにする
 - 集中指向

3.3 統一データベースアクセス法

データベースアクセス法はデータモデルに依存する問題であるため、従来の関係モデルの拡張や拡張E-Rモデルに対してマルチメディア用のアクセス法が検討されているにすぎない。[4] また、メディアの特性から自然言語インターフェースが適しているとの立場からの研究もあり、エンドユーザへのアクセス法として利用できることができるが、マルチメディアによるアクセスも可能にする必要がある。ここでの課題は、上記のデータモデルの他、1) 言語形式、2) シングルメディア操作との整合性、3) 利用者へのメディア提示方式との関係などがあげられる。

3.4 データベース物理構造

物理構造に関しては、1) デバイス、2) 圧縮、3) ファイル構成を考える必要がある。まず1) に関しては、光ディスクの利用がマルチメディアデータの大量さから有力であるが、転送時間の問題、大量データへのマルチアクセスによる待ちの問題から新しい排他制御方式、ディスク内データ配置方式が必要となる。2) のデータ圧縮に関しては各メディアで様々な圧縮技法がかいはいつされているが、データベース技術からもファイル編成に適した圧縮方式が必要である。特に、圧縮効率と復元処理効率とを鑑みた方式が要求される。

最後のファイル編成もマルチメディア用でなく、図形、テキスト、イメージ、時系列データなどの個別メディア用のファイル編成が提案されている [19、18]。

3.5 マルチメディア変換

2章でのべた応用システムの実現に最も困難が予想されるものであり、双方向にできない問題が数多くある。テキスト→図形→イメージ、音→図形、イメージ、テキスト→音は容易にできるが、他の変換は特別な工夫を要する。このため、データベース構築時に関連を定義しておく方式が実現されている。

このように、上記の5項目の課題は応用面からみたととき早期に解決すべきものであるが、現実はまだ研究開始段階といえる。次章では、上記の課題の中から1、2、4の一部についてひとつの解決策を提案する。

4 解決策

4-1 アプローチ

マルチメディアデータベース実現には、以下のアプローチが考えられる。

- (a) 単一メディアデータベースの実現
- (b) 特定複数メディアデータベースの実現
- (c) マルチメディアメディアデータベースの実現

また、統合化には以下のアプローチがある。

- (d) ディレクトリのインデキシング
- (e) 内容の結合化
- (f) 統一モデルによる情報構造記述

以下に示す理由により、(c) および (e) のアプローチを採用する。

- ・ 既存のDBMS、データベースの活用による導入、運用の容易さ
- ・ 単一メディア処理の技術進歩への対応
- ・ 利用形態を考慮したメディアの結合

以下に、上記方針でのデータモデル、構成、物理構造での解決策を簡単に示す。

4-2 データモデル

本報告では、特に新しいデータモデルを提案するのではなく、むしろ既存のデータモデルを利用する立場に立ち、図7に示す複合データモデルを提案する。

マルチメディアデータモデルは基本データモデルと結合データモデルとからなる。基本データモデルは既存のデータモデルに対応し関係モデル、拡張E-Rモデルなどのモデルを考える。しかし、必ずしも単一のデータモデルである必要でなく複数のデータモデルを基本データモデルとして扱うことができるとする。このようなこれら基本データモデルに複数データモデルが存在することを許容するためにデータモデルの持つ概念の違いを吸収する工夫が必要がある。ここで、オブジェクトの概念をもちこむ。すなわち、実体、レコード、関係などを全てオブジェクト概念で統一化する。したがって、基本データモデルでオブジェクトが定義されることとなる。

一方、結合データモデルは、各基本データモデルで定義されたオブジェクトを結合する働きをするもので、オブジェクト間の関連(空間軸、時間軸、オブジェクト軸、属性軸; 連続性/離散性)やオブジェクト自体の意味情報さらに抽象化(グループ化、汎化、集約化、オブジェクトグループ化)を定義するものである。この結合データモデルには、意味ネットモデルおよびその拡張モデルを使用する。

4.3 データベース構成

図8に示すマルチメディアデータベース構成を提案する。この構成は以下に示す特徴をもつ。

- ・ 概念レベルと論理レベルと物理レベルの構成
 - ・ 3階層の概念レベルと2階層の論理レベル
- これらにより 1) 既存DBMSへの対応 2) データベース進化、導入、利用の容易さ 3) メディア独立と依存部の分離可能 4) 性能最適化 5) 分散化、WSへの対応 のメリットがもつ。

4-4 データベース物理構造

ここでは、4-2、3で述べた結合メディアデータベースだけでなく基本メディアデータベース

表1 データモデル比較

	図形	メディア テキスト	イメージ	音	他	概念	変換 変換	備考
Diamond[5]	0	0	0	0	表	オブジェクト	2次元平面 マッピング	
Christodoulakis[3]		0	0	0	属性	ネットワーク		抽象化 (符号化)
CERA[1]	0	0	0			フォーマット グループ E-R形式	関連	抽象化 (グループ 集約、汎化)
池田[9]	0	0	0		動詞	タイプ		抽象タイプ
小島他[10]	0	0	0	0		実体 関数	関数表現	抽象化 (汎化、集約)

- (A) オブジェクトと実体-属性
 - オブジェクト [5]
 - オブジェクト/関連 [10]
 - オブジェクト/関連/抽象化 [1]
 - オブジェクト/属性 [9]

- (B) 抽象化
 - グループ化
 - 集約化 [1など]
 - 汎化
 - 認識 [9]
 - 空間的抽象化 [4、5]

- (C) データ型
 - 文字 数値 } [9など]
 - 時間
 - 図形
 - イメージ
 - 音 [5]
 - 表 [5]
 など

図6 データモデル変換

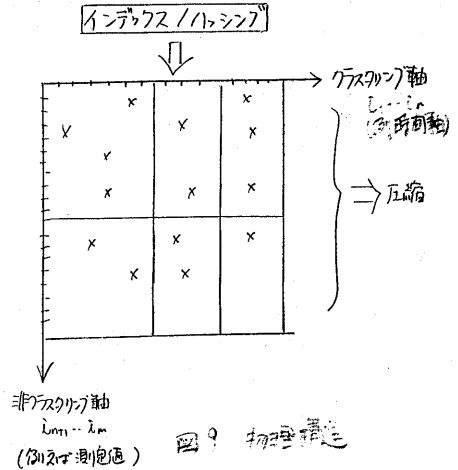
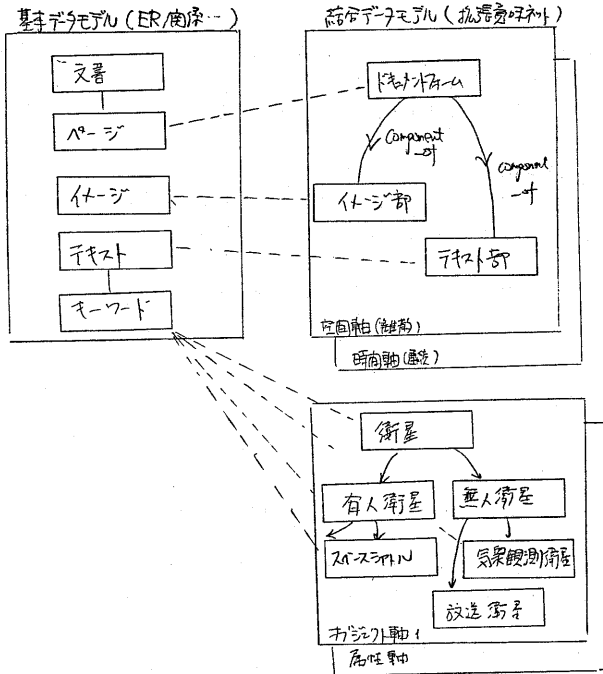


図9 物理構造

図7 基本・統合データモデル

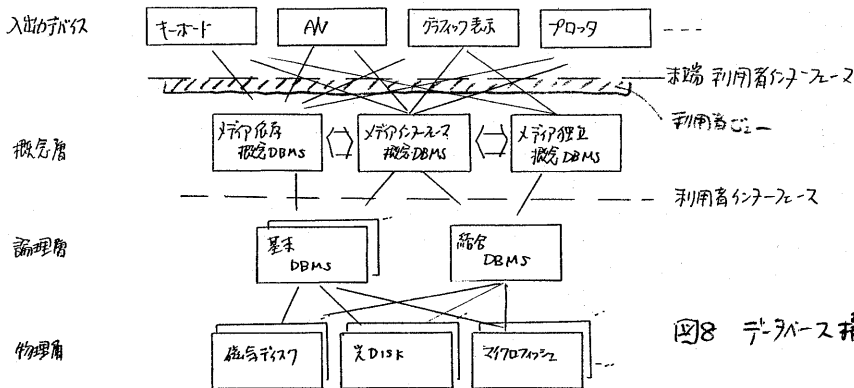


図8 データベース構成

としても可能な複数メディア格納用の構造を提案する。提案する構造はメディア間の関係をファイル構造的に維持管理でき、検索効率を高めることを目標としている。このために、関連すべき軸がメディア情報の近さを表わすものとし、その軸に関してクラスタリングを行なうことによってその軸に関する検索効率を改善することができる方式を提案する(図9参照)。すなわち、複数オブジェクトインスタンスをその軸で適当に分割し物理ページに格納する。このとき、メディア特性にあった圧縮あるいはヘッダ圧縮[17]を行なうことができる。また、軸が複数になったとしても多次元化することで対応できる。また、オブジェクト軸による関連のときは軸上の値が連続でないため連続分割・配置は不要であり動的ハッシング[7など]法等を利用することができより効率を上げることができる。

5 おわりに

マルチメディアデータベースの応用から技術課題を抽出するアプローチにより幾つかの技術の項目における技術水準と課題を明らかにし、幾つかの方式を提案した。このアプローチは個別メディア応用や既存DBMS拡張によるアプローチに比べて抽象的ではあるが、共通の必要機能が明確になり応用の拡大が可能と考えられる。

本報告では、応用からみたデータベース課題を挙げたがデータベース以外に認識、言語、知識、認知処理などの技術との接点、協調が必要でもあり、解決までには相当の困難が予想されるものもある。しかし、ここで述べた応用にとり重要であるがために精神的かつ着実な研究が必要である。

最後に、本報告の作成に協力していただいた当社ソフトウェア生産技術研究所 久野 茂氏をはじめ関係各位に感謝いたします。

参考文献

- [1] 村田他 マルチメディアデータベースに向けたデータモデルについて、情処学会データベース研究会資料43-1、1984。9
- [2] 増永 1984年度第10回VLDB国際会議報告、同上44-4、1984。11
- [3] S. Christodoulakis, An Experimental Multimedia Systems for an Office Environments, IEEE Dataengineering, PP177-182, 1985
- [4] D. Kramlich, Spatial Data Managements On The USS Carl Vinson, ibid, PP144-153
- [5] H. C. Forsdick and R.H. Thomas, Initial Experiment with Multimedia Documents in Diamond, IBID, PP159-176, 1985
- [6] ACOS4MVP MIF マニュアル
- [7] K. Kawagoe, Modified Dynamic Hashing, ACM SIGMOD'85, 1985
- [8] 増永、マルチメディアDBMSアーキテクチャの基礎的考察、情処全国大会31回4B-11
- [9] 池田、マルチメディアデータベースの意味論、情処全国大会31回4B-9
- [10] 小島他、マルチメディアデータベースにおけるデータ操作及びデータ表現の抽象化について、情処全国大会31回4B-8
- [11] A. Shoshani, Characteristics of Scientific Databases, 10TH VLDB, PP147-160, 1984
- [12] 川越他、CAD用データベース管理システム、情処学会DB研究会資料42-1、1984
- [13] N. Roussopoulos, Direct Spatial Search on Pictorial DB Using R-trees, ACM SIGMOD'85
- [14] H. Yoshikawa, General Design Theory and a CAD System, Proc. of CAPE'82, 1982
- [15] D.S. Batory et. al., Modeling Concepts for VLSI CAD Objects, ACM SIGMOD'85, 1985
- [16] M. Managaki et. al., A Model and its Implementation in a Practical CAD/CAM Databases Computers in Industry, Vol 5, No 4, 1984
- [17] S. F. Eggers et. al., Efficient Access of Compressed Data, 6th VLDB, PP205-211, 1980
- [18] A. Shoshani and K. Kawagoe, Temporal data model, Technical Memo, LBL, 1985
- [19] H. Samet, The Quadtree and Related Hierarchical Data Structures, ACM Comp. Survey, 6(2), 1984