

ビジネス・アプリケーションを想定した 異種分散マルチメディア DB の構築

桑澤嘉宏¹ 児西清義²

NTT データ通信株式会社 ネットワークコンピューティング事業部

既存 DBMS 上のデータとマルチメディアデータをオブジェクト指向モデルの枠組のもと組み合わせ、マルチメディア・サービスを提供する異種分散マルチメディア・データベース・システムについて考察し、構築、評価を行なった。システムの稼働環境として、LAN 内速度に対し比較的低速な回線(64k ~ 1.5M 程度)で LAN 間接続を行なった WAN を想定した。また、データベースシステムを構築するエンド・ユーザの立場に立ち、DBMS に変更を加えず、商用 DBMS を用いることを前提とした。

A Federated Multimedia Database System in WAN Environment

Yoshihiro Kuwazawa Kiyonori Konishi

NTT DATA COMMUNICATIONS SYSTEMS CORPORATION

Network Computing Division

Toyosu Center Bldg. Toyosu 3-3-3 Koto-ku Tokyo 135, Japan

We describe the investigation, design and implementation of a federated multimedia database system in a WAN environment connecting multiple LANs through relatively slow communication line. In the system, we assumed the position of DBMS user rather than DBMS vendor. Therefore we use commercial RDBMS with already constructed data and applications, and ODBMS's as local multimedia database. We connect these databases using commercial multi-DBMS, UniSQL/M.

1. atom@ospc.nttdata.jp
2. konishi@ospc.nttdata.jp

1. はじめに

現在、静止画、動画、音声等を出力する様々なマルチメディア・システムが、実システムとして実際に構築されつつあり、その中には、単なるマルチメディア・データの出力だけではなく、データベースとしての機能を要求されるものも多い。また、現在 DB 上のデータを利用してマルチメディア・データベース・アプリケーションを構築したいというニーズもある。例えば、すでに存在する社員のデータベースに顔写真や音声データを蓄積、結合させた後、検索を行ない、従来データと共にマルチメディア・データを出力したい、といった要求や、すでにある商品のデータベースにその商品の紹介ビデオを結合させて、検索・出力したい等の要求である。

これとは別に大規模なデータベースシステムでは、部門別にデータベースをおき、それを分散データベースとして統合するニーズが出てきている。このような統合データベース・システムでマルチメディアデータを扱うことを可能にする機能も近年、必要とされてきている。

このような背景のもと、本論文では、既存データベースと連携しつつ、分散データベースの機能をもつ異種分散マルチメディア・データベースのプロトタイプ構築を行ない、その評価を行なった。

その際、実態にデータベース・システムを構築するエンド・ユーザの立場に立ち、DBMS に変更を加えず商用 DBMS を用いることを前提とした。

2. 機能要求に関する考察

"1. はじめに"で述べたように、本論文では、(1) 既存 DB と連携したマルチメディア・データベース (MMDB)、(2) 分散環境での MMDB の二種類の機能要求事項がある。このそれぞれについて考察する。

2.1 既存 DBMS との連携

このような、既存のデータベースとの連携を考えた MMDB の場合、次の構築法が考えられる。

1. 既存データベースを MMDB として改良する。

2. 既存データベースのデータとアプリケーションを、すべて新たに MMDB 上に移行する。

3. 既存のデータベースのデータを MMDB にコピーする。既存データベースとその上のアプリケーションは、そのまま利用する。

4. 既存のデータベースのデータとアプリケーションをそのまま生かしたまま、新たな MMDB をシステムに付加し、既存データベース上のデータと、MMDB 上のマルチメディア・データを仮想的に一つのデータベース・データとしてアプリケーションに見せることを可能とする分散データベース管理システムをさらにシステムに付加する。

これらについて、一つ一つ考察していくことにする。

まず、1. であるが、既存データベースに、マルチメディアを扱う機能があるとしても、一般に既存システムに手を入れるのは難しい。また、実際問題として、実用システムにおける既存データベースとは、通常、階層型、網型、リレーショナル型いずれかであり、特にその多くは、リレーショナル型である。現在の商用リレーショナル・データベース (RDB) では、一部マルチメディア対応をうたったものもあるが、その機能は、BLOB として数 Mbyte のバイナリデータの蓄積ができる程度であり、complex data modeling をはじめとする、MMDB に必要な機能には程遠い。

2. に関しては、既存データベースに投資してきたアプリケーション構築コスト、データ投入コストが無駄になる。大抵の商用 DBMS は、データベース間のデータ移行ツールをサポートしているため、データ投入コストに関しては、それほど問題にならないが、大規模なアプリケーションを既存データベース上に構築している場合には、今まで投資したアプリケーション構築コストを無駄にするこの方式は、到底許容できない。

3. の場合、すでに投資したアプリケーション構築コストは、無駄にならないが、今度は、データの一貫性の保証問題が生ずる。すなわち、既存データベースと新たな MMDB には、全く同じデータが蓄積されるため、双方のデータベースのデータ一貫性をアプリケーションが保証しなくてはならない。従って、アプリケーション構築の負荷が増加する。

4. は、もし、ここで述べているような分散データベース管理システムが存在すれば、理想

的である。このような分散データベース管理システムは、構成している DBMS のタイプが異なる場合、連邦型異種分散データベース管理システム [SHE90](以降、異種分散 DBMS と略す)として知られている。

先述のように既存データベースは、実際問題として、RDB であることが多いと考える。また我々は、以前から MMDB のプラットフォームとしてオブジェクト指向データベース管理システム (ODBMS) が、適していると主張してきており [Suzu90],[Kato90],[Moto90]、その主張に基づいたプロトタイプも構築している [Kuw91],[Kuw93]。従って、RDB とオブジェクト指向データベース (ODB) を統合できる異種分散 DBMS が必要である。

2.2 分散環境での MMDB

以下の項目が、機能要件として考えられる。

(図 1.)

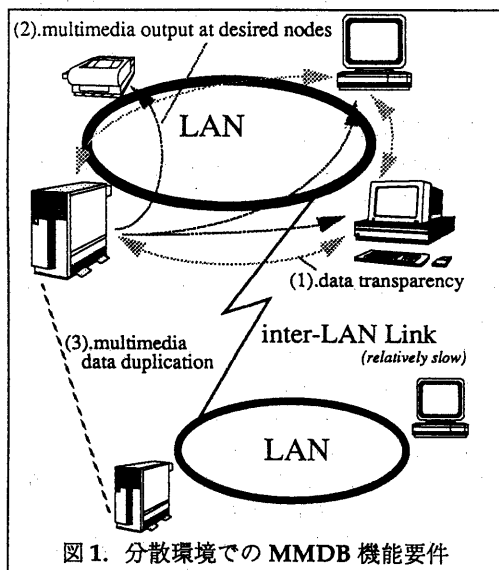


図 1. 分散環境での MMDB 機能要件

1. マルチメディア・データのネットワーク透過性
2. ネットワーク内の任意のノードでのマルチメディア・データ出力
3. マルチメディア・データ重複への対応

各項目について考察する。

1. は、MMDB アプリケーションが、マルチメディア・データをそれが存在するネットワーク・ノード¹の位置と無関係に扱えることを意味する。これによって、異なるネットワーク・

ノード上にあるさまざまなマルチメディア・データを統合して MMDB アプリケーションを構築することが可能となる。

2. については、ネットワーク環境でのマルチメディア・データの出力は、常に MMDB アプリケーションの走るネットワーク・ノードと同じノードで行なわれるとは限らない。ユーザの指定によって、様々なネットワーク・ノード上に行なわれることが要求される。X-Window システムがその例である。X-Window では、ユーザが、自由にその出力ノード (X サーバ) を指定することができる。

3. に関しては、LAN 間接続を含む大規模ネットワークを想定した場合に要求される要件である。すなわち、現在の通信資源状況では、LAN 間接続の通信速度は、例えば 64k ~ 1.5Mbps 程度で LAN 内部の通信速度に比較して極端に遅い。特に一般にデータ量が非常に大きいマルチメディア・データを扱うアプリケーションの場合、この LAN 間ネットワークを経由してのマルチメディア・データ転送を避けたいため、それぞれの LAN 内に同一のマルチメディア・データを重複しておき、それらをマルチメディア・アプリケーションからは、重複していないデータとして扱わせることが必要になる。そのアプリケーションでは、マルチメディア・データを出力するネットワーク・ノードに対して、そのノードと同じ LAN 上にあるノードの MMDB が、出力ノードに対してマルチメディア・データを供給することになる。

3. 同様の目的の研究動向

我々の目的と同様の内容を満たすことを目的としたシステムとしては、Pegasus[Shan93]がある。しかし、このシステムは、専用にカスタマイズした DBMS を用いている点で、商用の DBMS での実現を目指した本研究とは異なる。

4. モデルとシステム要件

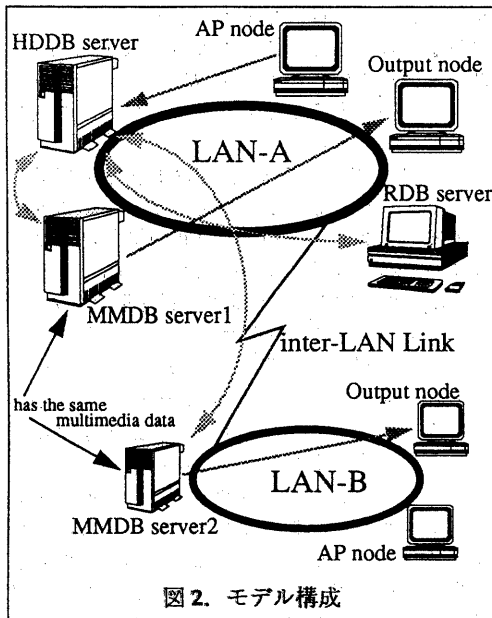
以降、"2. 機能要求に関する考察"で述べた事項を市販の DBMS を利用して実現するための検討を行なう。そのために異種分散マルチメディ

1. ここでは、ネットワーク上に接続された、メインフレーム、ワークステーション、X 端末、PC、プリンタ等を総称してネットワーク・ノードまたは、単にノードと呼ぶことにする。

ア・データベース・システムのモデル構成と、そこで求められる具体的なシステム要件を述べる。

4.1 モデル構成

図2. に示す構成とした。*2. 機能要求に関する



る考察*であげた項目を満たすために同一 LAN (LAN A) 内に既存の RDB サーバと、新しく追加する MMDB サーバ、異種分散データベース・サーバ (HDDB サーバ) があるものとする。さらに、このシステム上でのアプリケーションを走らせるノード (AP ノード)、マルチメディア出力を行なわせるノード (出力ノード) が別々に存在するものとする。また、LAN 間接続された別の LAN (LAN B) にも、もう一方の LAN と同じデータを持つ MMDB サーバ、出力ノード、AP ノードが存在するものとする。

4.2 システム要件

以下の項目を方式検討のための具体的なシステム要件とする。

1. 図2. のモデル構成において、HDDB サーバにアクセスした AP ノード上のアプリケーションからは、RDB サーバ、MMDB サーバ上のデータが統合された一つのデータベースとして見ることができ、それに対して検索、処理を行ない、出力ノード上にその結果をマルチメディア出力することができる。

2. LAN A 上の MMDB サーバと、LAN B 上のそれは、同じマルチメディア・データを重複して持つ。

3. 出力ノードが LAN A 上にある場合には、同じ LAN A 上にある MMDB サーバ 1 から、LAN B 上にある場合には、同じ LAN B 上にある MMDB サーバ 2 からデータを得、出力する。

4. AP ノードは、LAN 上の任意の場所とし、出力ノードの指定は、アプリケーション・プログラムが自由に指定できるものとする。

5. OS 環境は、UNIX とする。

6. 通信プロトコルは、TCP/IP とする。

5. 機能要求実現のための方式検討

「機能要求」の章で列挙した項目について、それぞれその要求を満たす方式について考察を行なう。

5.1 既存 DBMS との連携

これについては、商用異種分散 DBMS である UniSQL/M(後述) を用いることで解決した。

5.2 マルチメディア・データのネットワーク透過性

今回、MMDB としては、商用 ODBMS である UniSQL/X(後述) を用いた。

この UniSQL/X には、マルチメディア・データ管理用のクラスとして GLO¹ クラスがある [Kuw93]。このクラスの機能によって、マルチメディア・データをこの GLO のインスタンスとして扱うことができる。GLO には、データベース・ファイル内にバイナリ・データを格納する LO² と、外部ファイルをオブジェクトとして管理する FBO³ がある。

この FBO と NFS を利用することにより、マルチメディア・データのネットワーク透過性が実現できる。

すなわち、マルチメディア・データファイルをおくマシンのディレクトリを NFS マウント

1. Generalized Large Object
2. Large Object
3. File Based Object

し、そのディレクトリ上のマルチメディア・データ・ファイルを FBO として認識させる。

5.3 任意のノードでのマルチメディア出力

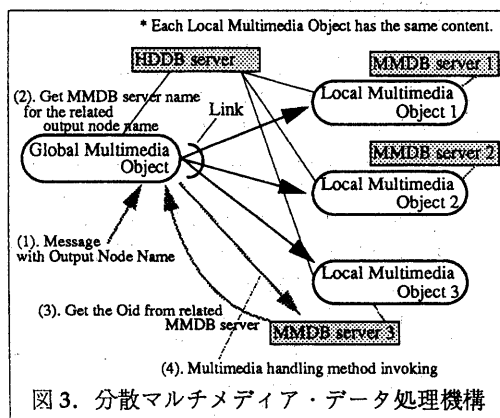
これについては、次の 5.4 で合わせて議論する。

5.4 マルチメディア・データ重複

マルチメディア・データが LAN 毎に重複しているシステムにおいて、WAN 内の任意のノードでマルチメディア出力させるためには、指定された出力ノードに対応させて、その出力ノードが存在する LAN 上の MMDB サーバを駆動させる必要がある。

また、HDDB 上のスキーマを用いてアプリケーションを構築するプログラマからは、MMDB サーバ毎に重複したマルチメディア・オブジェクトを考える必要がなく、あたかも単一のマルチメディア・オブジェクトを扱っているように見えることが望ましい。

以上の要求を満たすため、図 3. に示す方式を考案した。



ここでは、HDDB において、Global Multimedia オブジェクトを生成する。このオブジェクトに、各 MMDB 上の複製されたマルチメディア・オブジェクトがリンクされる。

ここでのマルチメディア出力処理は、次のようになる。

1. アプリケーション・プログラマは、出力処理させたい Global Multimedia オブジェクトに対して、マルチメディア処理のためのメッセージを渡す。そのメッセージの引数として、出力させたいノード名を渡す。

2. Global Multimedia オブジェクトは、渡されたノード名から、処理を行なわせる MMDB サーバを識別する。

3. Global Multimedia オブジェクトは、自身にリンクされていて、処理対象の MMDB サーバにある Local Multimedia オブジェクトの OID を取得する。

4. Global Multimedia オブジェクトは、処理対象の MMDB サーバに対して、先に取得した OID を持つ Local Multimedia オブジェクトへの必要な処理メソッドの実行を指示する。

これらデータに対する更新・登録については、以下の方式とする。

前提として、LAN 間接続部分にはマルチメディア・データを通さないから、各ローカル LAN の場所には、テープ等の物理的な手段でマルチメディアデータを配布する必要がある。

配布されたマルチメディア・データは、それぞれの MMDB が利用するディレクトリにファイルとして格納したのち、HDDB の指示により MMDB に対してそのマルチメディア・ファイルをマルチメディア・オブジェクトとして認識させる。

登録の場合には、Global Multimedia クラスに対するクラス・メソッドとなる。このメソッドによって、Global Multimedia および、マルチメディア・ファイルに対応した Local Multimedia オブジェクトが生成される。

更新の場合は、出力処理の場合とは異なり、更新処理メッセージを受けとった Global Multimedia オブジェクトは、自身にリンクしているすべての Local Multimedia オブジェクトに対して更新メソッドを起動させるよう、MMDB サーバに指示する。

6. プロトタイプシステム

先述の"2. 機能要求に関する考察"を満たすプロトタイプ・システムを、"4. モデルとシステム要件"および"5. 機能要求実現のための方式検討"の結果に基づき、商用 DBMS を用いて構築した。

6.1 システム構成

図 4. に示す構成とした。

"4. モデルとシステム要件"では、LAN 間接続が入っているが、実際のインプリメンテーション

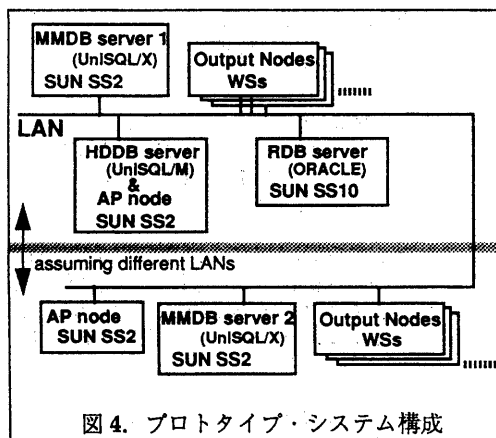


図 4. プロトタイプ・システム構成

ンでは、同一 LAN 内に MMDB サーバと出力ノードの組みを二つおき、それらが、別々の LAN 上にあるものとして仮定して構築した。

この仮定に関しては、速度の点はともかく、すでに WIDE などの LAN 間を TCP/IP 接続して利用するサービスが実用化段階に入っているため、妥当であると判断した。

すなわち、AP から見た場合、速度以外は LAN 間接続された WAN も単独の LAN も同じに見えるということである。

HADB サーバ、MMDB サーバ、RDB サーバはすべて、UNIX ワークステーション上にある。AP ノード、出力ノードも UNIX ワークステーションである。RDB サーバとしては、ORACLE ver.6.0.30 を、MMDB サーバとしては、UniSQL/X ver.1.2.1 を、HADB サーバとしては、UniSQL/M ver.1.0.1 を利用した。この UniSQL/X および/M については、後述する。

6.2 想定アプリケーション

プロトタイプシステムで想定するアプリケーションは、顔写真、音声データを持つ人事データベース・システムとする。RDB サーバには、今まで給与計算システムで利用していた情報が入っており、それをこの人事データベース・システムでも利用するものとする。この人事データベース・システムでは、社員の顔写真や、自己紹介の音声データを出力すると共に、オブジェクト指向データベースの complex data modeling 能力を利用して、過去の情報も保存し、そのデータに対する宣言的および、ナビゲーション的な検索を可能とする。例えば、ある能力クラスの社員だけを出力するようなアド・ホックでかつ宣言的な検索や、ある社員の現在の情報から遡って、過去のキャリアパスをナビゲ-

ショナルに調べたりすることをサポートする。この HADB 上のデータ・スキーマを OMT[Rumb91] のオブジェクトモデルの記法に従って図 5. に示す。

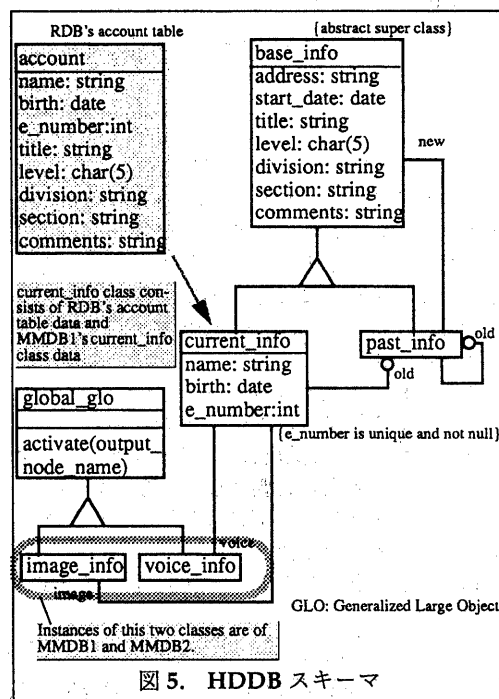


図 5. HADB スキーマ

この図で、current_info クラスのインスタンスは、RDB データと、MMDB サーバ 1 のデータとを join (vertical join[Wkim93a]) したオブジェクトからなる。また、image_info クラスと、voice_info クラスは、MMDB サーバ 1 および、MMDB サーバ 2 上のイメージおよび音声データを統合するクラスである。

この図は、HADB 上でアプリケーション・プログラマから見えるスキーマであり、global_glo クラス配下のクラスに関する実際のインプリメンテーションは、これとは異なり、5.4 で述べた方式に従って実現される。

6.3 UniSQL/X について

UniSQL/X は、米国 UniSQL 社と NTT データ通信が共同開発した拡張 SQL インターフェースを持つ ODBMS である。その特徴としては、

1. F-Logic[Kif89] をベースとした path expression によって、SQL をオブジェクト指向拡張した SQL/X[Kif92] の実装。
2. [Woel87][Kuwa91] のコンセプトを拡張したマルチメディア対応機能 [Kuwa93]。

- 柔軟なスキーマ変更機能。
- RDB の View をオブジェクト指向拡張した仮想クラスをサポート。

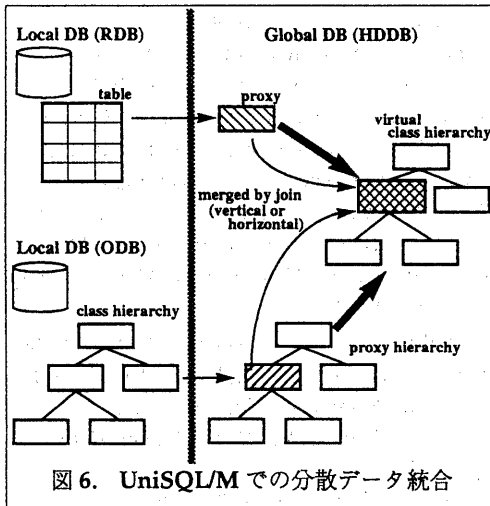
といった点があげられる [Uni93a]。

6.4 UniSQL/M について

UniSQL/M は米国 UniSQL 社と、NTT データ通信が共同開発した異種分散 DBMS である。以下のような特徴がある [Uni93b]。

- 様々な DB のスキーマをオブジェクト指向 DB の枠内で統合するため [WKim92], [WKim93a], SQL/X を異種分散 DBMS 用に拡張した SQL/M を実装 [WKim93b]。
- 統合した RDB のテーブルや UniSQL/X のクラスは、UniSQL/M の仮想クラスとして、そこにメソッドを付加したり、継承関係を持ち込むことも可能。
- 統合対象のデータに対してその一貫性を保証 [PCKim92]。
- 統合対象の DBMS 上のデータやアプリケーションの変更は、一切必要ない。

UniSQL/M では、図 6. のようにいったんローカル DB のクラスまたはテーブルを proxy と呼ぶ仮想クラス (RDB の View をオブジェクト拡張したクラス) の一種に写像し、それら proxy や他の仮想クラスを用いて実際にアプリケーションで利用する仮想クラスを定義する。



6.5 システム構築

実際にインプリメントしたシステムでの HDDB サーバにおける仮想クラス間の関係図 (一部) を図 7. および図 8. に示す。

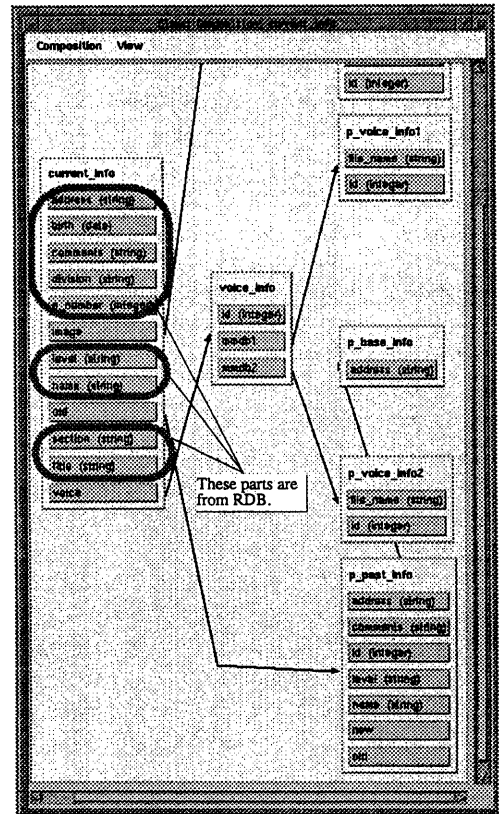


図 7. 実装した仮想クラス間の関係図 (a)

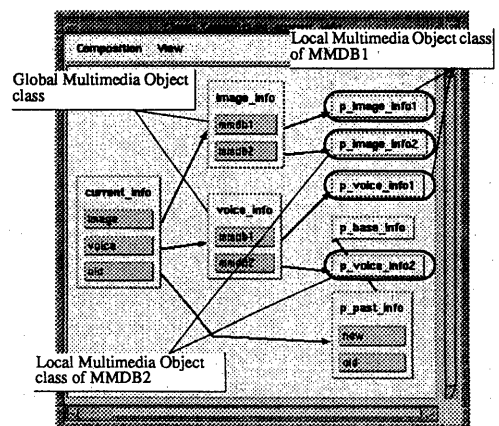


図 8. 実装した仮想クラス間の関係図 (b)

7. 問題点と課題

以下に、本システムのインプリメントの上での問題点および、今後の課題を列挙する。

7.1 ローカル・データベースにおけるメソッド実行

今回のシステム構築において、最大の問題点は、UniSQL/M が、データの統合を行なうことができ、その統合したデータに対して、UniSQL/M のメソッドの実行はできるが、各 MMDB サーバ上のメソッドを実行することはできない、という点であった。

本稿の仮定では、LAN 間は、マルチメディア・データを通さないため、マルチメディア処理メソッドは、HDDB ではなく、MMDB 上で動かす必要がある。

このため、今回のインプリメントでは、HDDB クライアントの AP から MMDB クライアントであるメソッド駆動用 AP を起動して実行させているが、これでは、資源的にも、時間的にもオーバヘッドが大きい。

従って、HDDB サーバは、統合するオブジェクト指向ローカル・データベースのメソッドを駆動できる機能が望まれる。その際、HDDB 上のオブジェクトに対して、メソッドを HDDB 上で実行するか、その実オブジェクトが存在するローカル DB 上で実行するかの指定ができる必要がある。

7.2 時間同期の枠組

今後の課題として、分散マルチメディア・オブジェクトのマルチメディア出力同期のための枠組づくりがある。

8. まとめ

比較的低速な回線で LAN 間接続され、それぞれの LAN 間では、直接マルチメディア・データ転送が不可能な WAN 環境を想定し、既存の RDB 上のデータと、オブジェクト指向 MMDB 上のデータを結合した異種分散マルチメディア・データベースの、実現に関する検討、プロトタイプインプリメント、評価を DBMS ユーザの立場から行なった。

今回の作成したプロトタイプシステムにおいて

1. RDB および MMDB からのデータを統合したデータベース
2. 複数の MMDB を統合した分散マルチメディア・データベース
3. 重複したマルチメディア・データに対する出力制御

が実現できた。

参考文献

- [Kato90] 加藤、本橋、鈴木、“オブジェクト指向 DB における物理媒体制御法の検討,” 情処学会第 41 回全国大会
- [Kif89] M.Kifer, G.Lausen, “F-Logic: A Higher-Order Language for Reasoning about Objects, Inheritance, and Scheme,” *Proc. of SIGMOD Conf. on Management of Data*, 1989, pp.134-146
- [Kif92] M.Kifer, W.Kim, Y.Sagiv, “Querying Object-Oriented Databases,” *Proc. of the 1992 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, pp.393-402
- [Kuw91] 桑澤, “OODB によるマルチメディア DB 実現法の検討,” 情処研報 91-DBS-83-6
- [Kuw93] 桑澤、児西, “マルチメディア対応機能を備えた ODBMS を用いた MMDB の構築” 信学技報 (DE93,11 月) (予定)
- [Moto90] 本橋、加藤、鈴木, “オブジェクト指向データベースのマルチメディアへの適用法の検討,” 情処学会第 40 回全国大会
- [Rumb91] J.Rumbaugh, M.Blaha, *Object-Oriented Modeling and Design*, Prentice-Hall, 1991
- [PCKim92] P.C.Kim, W.Kim, Y.J.Lee, “Concurrency Control and Recovery in Multidatabase Systems,” *J.of Computer and Software Engineering*.
- [Shan93] M.C.Shan, “Pegasus Architecture and Design Principles,” *Proc. of the 1993 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data* pp.422-425
- [SHE90] A.P.Sheth, J.A.Larson, “Federated Database Systems for Managing Distributed, Heterogeneous, and Autonomous Databases,” *ACM Computing Surveys*, Vol.22, No.3, Sept. 1990, pp.183-236
- [Suzu90] 鈴木, “マルチメディア応用から見たオブジェクト指向データベースへの期待,” *Proc. of Advanced Database System Symposium'90 Tokyo*, Dec.5-6
- [Uni93a] UniSQL/X User's Manual, 1993, NTTデー

夕通信 (株)

[Uni93b] UniSQL/M User's Manual, 1993, UniSQL Inc.

[WKim92] W.Kim, S.Gala, W.Kelley, T.Reyes, "An Object-Oriented Approach to Defining a Multidatabase Schema," *Proc. of 2nd International Computer Science Conf.* Dec.13-16, 1992, Hong Kong

[WKim93a] W.Kim, I.Choi, S.Gala, M.Scheevel, "On Resolving Schematic Heterogeneity in Multidatabase Systems," *Distributed and Parallel Databases 1*, 1993, pp.251-279, Kluwer Academic Publishers, Boston

[WKim93b] W.Kim, W.Kelley, S.Gala, I.Choi, "SQL/M: A Unified Relational and Object-Oriented Multidatabase Language," *J. of Computer and Software Engineering*.