

マルチメディアオブジェクト指向データベースモデルのための 時間的・空間的データモデルの提案

満谷 美正† 植田 一成† 吉高 淳夫† 平川 正人† 市川 忠男†

広島大学大学院† 広島大学工学部†

マルチメディアデータを管理するためのオブジェクト指向データモデルを提案する。複数のメディアオブジェクトから構成されるオブジェクトの管理においては、それぞれの構成オブジェクトが持つ値だけでなく、それらのオブジェクト相互間の時間的順序関係やそれぞれのオブジェクトの表現形態が重要である。本稿で提案するモデルでは、従来のオブジェクト指向データベースで管理していたオブジェクトの意味的な集約関係（アグリゲーション階層）に加え、オブジェクト間の時間的關係と時間に依存するオブジェクトの表現手段、表現空間を統一的に管理する。したがって、複合オブジェクトの時間に伴う表現を容易に管理、再現できる。また、オブジェクトの時間や空間関係から検索を行なうことも可能となる。

A Spatiotemporal Data Model for Multimedia Object-Oriented Database Systems

Y.Mitsutani, K.Ueda, A.Yoshitaka, M.Hirakawa, and T.Ichikawa

Faculty of Engineering, Hiroshima University
Kagamiyama 1-4-1, Higashi-Hiroshima, 724, Japan

This paper proposes an object-oriented data model which handles multimedia data properly. When we manage a complex object which is composed of many objects, relationship between objects should also be considered in addition to the value of each object. This data model manages the conventional aggregation hierarchy and newly introduced spatiotemporal relationship between objects, where the spatiotemporal relationship implies the time ordered relationship between objects, representational method, and the space for representing objects that are time-dependent. This model enables the replay of complex objects' behaviors and retrieval of objects in terms of their spatiotemporal relationship.

1 はじめに

近年のハードウェア技術（記憶媒体、入出力媒体）の進展に伴い、従来から扱われているテキスト、数字のデータだけでなく、図形、画像、動画、音声などといったメディアデータも管理しようとする試みが活発に行われるようになってきている。

このようなマルチメディア化においては、ハイパーメディア [1]-[4] と呼ばれる、ハイパーテキストの枠組みにマルチメディア化を行なったものが多く研究されている。ハイパーテキストではノードはテキストや数字しか取り得なかったが、ハイパーメディアではノードがビットマップや動画などの多様なメディアのデータを持つことを許している。ハイパーテキスト/メディアでは、ノード間の関係（リンク）をユーザが自由に定義できるため関係表現の柔軟性は高いが、論理的構造や固定的な構造がないため、リンクの変更やメンテナンスは困難なものになっている。

また、マルチメディア表現という意味では、オーサリングツールというアプローチもある。オーサリングツールでは、登場人物（データ）を用意した上で、その個々の動きや出現、消滅を記述する。元来は編集用のツールであるため、個々のデータに詳細な表現を持たせることは可能であるが、データベースではないのでデータ管理の概念が十分ではない。

マルチメディアの管理に対してオブジェクト指向データモデル [5]-[8] を導入するものもある。オブジェクト指向には、polymorphism の概念があり、メディアの違いを意識させることなく単一の統一されたインタフェイスでマルチメディアを取り扱うことが可能である。しかし CM(映画) データベースなどのように映像、音声、テキスト等の複数メディアのオブジェクトから構成される一連のオブジェクトの表現の管理を考えた場合、これらのオブジェクトは時間的な前後関係や時間に依存した表現手段・表現空間を持っている。ここで表現手段・表現空間とは、データをどのような形態で管理（表現空間）し、どのような形態でユーザに提示（表現手段）するかを表わす。具体的には、例えば文章データを考えた場合、文字の並びとしてデータを管理し、ディスプレイに表示（あるいは音で出力）することになる。このように、それぞれのオブジェクトの値だけでなく、オブジェクトの表現が重要であるにもかかわらず従来のオブジェクト指向データベースモデルでは、オブジェクトは、オブジェクトの値とオブジェクト間の集約関係（PART-OF 関係）しか管理していなかった。そのため、複数メディアのオブジェクトから構成されるオブジェクトの表現管理能力は低かった。

そこで本研究では、異なるメディアのオブジェクトが扱えるというだけでなく、複数メディアのオブジェ

クト間の時間関係と時間変化に伴うオブジェクトの表現の変化をも統一的に管理できるマルチメディアデータモデルを提案する。オブジェクトの集約操作によって定義される複合オブジェクトを従来通りの単なる集約と見るのではなく、表現を持つ個々のオブジェクトの時間順序関係を考慮した集約によって定義されると捉える。つまり、オブジェクトの値だけでなく、オブジェクト間の時間関係と共にオブジェクトそれぞれの時間に依存する表現手段、表現空間をも統一的に管理する。このデータモデルを用いることでマルチメディアオブジェクトを統一的に管理することが可能となり、オブジェクトの表現を再現（再生、表示）したり、オブジェクトの時間関係、表現手段、表現空間に基づく検索を容易に行うことが可能である。

2 章では従来のオブジェクト指向データベースの問題点を述べ、3 章では本研究におけるマルチメディアオブジェクトの取扱いを述べ、4 章ではモデルの提案を行う。5 章では本モデルの有効性を例を用いて説明する。

2 従来のオブジェクト指向データベースの問題点

従来のオブジェクト指向データベースでは、オブジェクトは値のみを管理しており、それぞれのオブジェクトの表現、つまりユーザにどう見せるかは、モデル内で統一的に管理していなかった。そのため、オブジェクトに表現を持たせるには、それぞれのオブジェクトの属するクラスにメソッドを記述するか検索ツールで処理していた。前者の場合、オブジェクトの表現は、個々のオブジェクトに表現のためのメソッド起動メッセージを送るメソッドとして記述する。そのため、同じクラスに属するオブジェクトでもオブジェクトごとで構造が違っていたり、オブジェクトごとに異なる表現を持たせたい場合に、メソッドでその構造や表現の違いを吸収するのは不可能であった。一方、検索ツールを用いる方法においては、限定されたアプリケーションでは有効であるが、新たな表現を定義することはできない。いずれにせよ、オブジェクトが表現を持っているわけではなく、あらかじめ用意した表現しかできないので、柔軟性はない。

さらに、オブジェクトの表現を管理していないので、オブジェクトの表現を用いて検索したり、オブジェクトから表現を検索することはできなかった。

3 マルチメディア

3.1 オブジェクト

オブジェクト指向データベースでは、管理対象の個々のデータをすべてオブジェクトとして管理する。オブジェクトにはプリミティブオブジェクトと複合オブジェクトがあり、プリミティブオブジェクトは具体的な値を持つオブジェクトで、複合オブジェクトはプリミティブオブジェクトまたは複合オブジェクトの再帰的な集約によって定義されるオブジェクトである。以下では、本研究で扱うプリミティブオブジェクトについて説明する。複合オブジェクトについては、3.3で説明する。

マルチメディアオブジェクト指向データベースで取り扱うプリミティブオブジェクトには、テキスト（文字列）、数字といった時間変化しないものと、動画や音声等の時間とともにデータが変化するものがある。数字の場合はそれぞれの数字を、文字列については一連の文字列をプリミティブオブジェクトとする。しかし、テキスト、数字といったオブジェクトも一連のオブジェクトの表現の一部として定義される場合には、時間の長さを持ち得る。このように、時間の概念のないオブジェクトでも持続時間を定義して時間軸を加えると時間の概念のあるオブジェクトと同様に扱うことが可能である。そこで、テキストや数字は持続時間が可変なオブジェクトとして扱うことにする。持続時間が可変とは、特定の持続時間をユーザが固定することもできるし、ユーザアクションにより持続時間を変えることができるということである。プリミティブオブジェクトはメディア（クラス）に関係なくすべて時間の概念を持ち得るものとする。音声データは、時間依存のデータの連続としてとらえることにする。動画は画像（フレーム）の連続と考えることにする。そして音声や動画では、ある時間長を持ったデータを1つの単位として、プリミティブオブジェクトとする。音声、動画オブジェクトの時間長はオブジェクト生成時に決定され、それ以降は変えることができないことにする。つまり、音声、動画オブジェクトの部分データは、ここでは取り扱わないことにする。

3.2 マルチメディア管理

本研究で提案するマルチメディアオブジェクト指向データモデルでは、オブジェクトとそのオブジェクトの表現をも含めて統一的に管理する。すべてのオブジェクトは時間軸を中心に管理されると考える。時間に依存して、オブジェクトの表現が行なわれる空間が変わったり、表現手段が変わるものを管理対象とする。時間に依存して変化する空間や表現は、管理対象によって表現空間の軸や表現手段の軸を決定することが可能で

ある。例えば、ディスプレイに表示される映像やテキストの管理を考えると、表現空間の軸には、ディスプレイの二次元空間を表す x と y 、そして重なりのある関係を表す z が考えられる。表現手段の軸には、映像の再生を行う $play$ 、テキストの表示を行う $display$ 、また、テキストの色やフォントを表す軸も考えられる。

この考えに基づいてマルチメディア空間を考えると、時間軸を中心にして多次元空間が構成されていると見ることが可能である。その図的表現を図1に示す。プリミティブオブジェクトは、表現開始時間に多次元空間上に現れ、存在終了時間に多次元空間から消滅する。図中では、曲線 O_1, \dots, O_4 に対応する。それぞれのプリミティブオブジェクトの時間依存の表現は、時間軸上で特定の長さを持ち、その時間内に多次元空間上を移動する点の集合だと考えることができる。こうして、プリミティブオブジェクトの時間に伴う表現空間、表現の変化を捉えることができる。また、複合オブジェクトは、それぞれの表現を持ったプリミティブオブジェクトの時間関係による集約として捉えることが可能である。マルチメディア空間で考えると、複合オブジェクトは、複数プリミティブオブジェクトを包含するような開始時間と終了時間ではさまれる部分多次元空間（図中の S' と S'' ）と考えられる。そして、複合オブジェクトの多次元空間を合成する（集約する）ことで、再帰的に集約された複合オブジェクト（一連の表現）が定義可能である。マルチメディア空間中では、全多次元空間（図中の S ）に相当する。

プリミティブオブジェクトの属するクラスや表現によって使われる軸の数が異なるが、複合オブジェクトによって集約され管理されるときには、全ての軸が統合され、その統合された軸の次元の中で全てのオブジェクトが管理される。

また、プリミティブオブジェクトは、複合オブジェクトによってある時間関係、時間に依存した表現手段、表現空間を持つものとして一旦集約されると、同じ複合オブジェクトにその他の時間、空間関係表現で集約されることはできない。また複合オブジェクトの集約により定義される複合オブジェクトでは、時間関係のみ複数定義可能で、空間関係の新しい定義はできないと考える。なぜなら、アグリゲーションの階層ごとに複数の時間、空間表現を持たせるとオブジェクトの表現に一貫性がなくなり、階層ごとにその階層より下位のアグリゲーション階層のオブジェクトの管理を行わなくてはならない。そのため、アグリゲーション階層本来の集約の概念の意味がなくなってしまうからである。

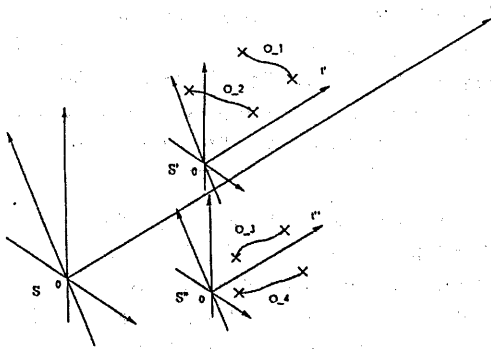


図 1: マルチメディア空間の図的表現

3.3 オブジェクトの管理

3.2で述べた時間関係による集約は、従来の意味的な集約の別の見方であると考えられる。この2つの考え方それぞれについてオブジェクトの管理を考える。

- 意味的な集約 (PART-OF 関係)

プリミティブオブジェクトは実際の値を持つものとして次のように表す。

$$P_i = V_i$$

P_i は、それぞれのプリミティブオブジェクトを表す。 V_i は、プリミティブオブジェクトの値を表す。プリミティブオブジェクトの集約によって定義される複合オブジェクトは、参照名と値を持つ物の集合として次のように表す。

$$C_j = \{(I_i, P_i) \mid i = 1, \dots, n\}$$

C_j はそれぞれの複合オブジェクトを表し、 I_i は参照名を表す。

複合オブジェクトの再帰的な集約やプリミティブオブジェクトと複合オブジェクトの集約によって定義される複合オブジェクトは、次のように表すことができる。

$$C'_i = \{(I_k, O_k) \mid k = 1, \dots, m\}$$

O_k は、プリミティブオブジェクトまたは複合オブジェクトを表す。

- 時間関係による集約

3.1で述べたようにプリミティブオブジェクトは表現を持つと考えられると、その表現は次のように表すことができる。

$$P_i = (st_i, pt_i, S(it_i), M(it_i))$$

$$(st_i, pt_i, it_i \geq 0) (st_i \leq it_i \leq pt_i)$$

st_i はそれぞれのオブジェクトの表現開始時間を表す。また pt_i はそれぞれのオブジェクトの表現持続時間を表す。 it_i はそれぞれのオブジェクトの表現持続時間内のある時を表す。 $S(t), M(t)$ はそれぞれ、オブジェクトの表現持続時間内のオブジェクトの表現空間の変化、表現手段の変化を表す。

プリミティブオブジェクトの時間的な集約によって定義される複合オブジェクトは次のように表す。

$$C_j = \{st_j, pt_j, (P_i) \mid i = 1, \dots, n\}$$

pt_j は集約されるプリミティブオブジェクトの総合持続時間を表す。

複合オブジェクトの再帰的な集約やプリミティブオブジェクトと複合オブジェクトの集約によって定義される複合オブジェクトは、次のように表すことができる。

$$C'_i = \{st_i, pt_i, (O_k) \mid k = 1, \dots, m\}$$

O_k は、プリミティブオブジェクトまたは複合オブジェクトを表す。 pt_i は集約されるオブジェクトの総合持続時間を表す。

プリミティブオブジェクトとそれを集約するオブジェクトの間では、オブジェクトの時間関係と空間表現関係が記述され得るが、複合オブジェクトとそれを集約する複合オブジェクト間では、時間関係のみしか管理されない。理由は、3.2ですでに述べている。

オブジェクト間の時間関係記述は、複合オブジェクトとそれを構成するオブジェクトの間で管理する。アグリゲーション階層それぞれごとに時間を管理しており、階層と階層の間の時間関係は相対的な時間で管理される。階層ごとの時間管理の様子を図2に示す。図中において、obj-d, obj-f, obj-hから構成されるobj-bは時間軸 t' により obj-d, obj-f, obj-hの時間関係を管理し、obj-cは時間軸 t'' で同様に管理している。また、obj-bとobj-cから構成されるobj-aは、時間軸 t でobj-bとobj-cの時間関係を管理していることを示している。

4 マルチメディアオブジェクト指向データモデル

本研究室ではこれまでにオブジェクト指向データベースモデル MORE[9]を提案している。本研究では、MOREモデルに対して拡張を行う。

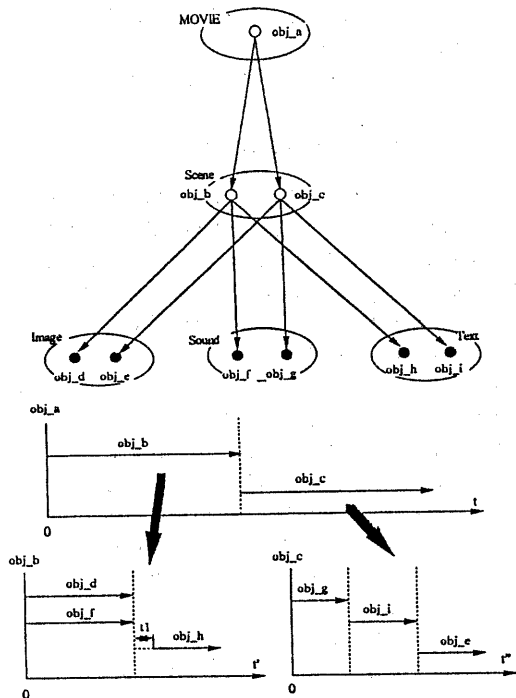


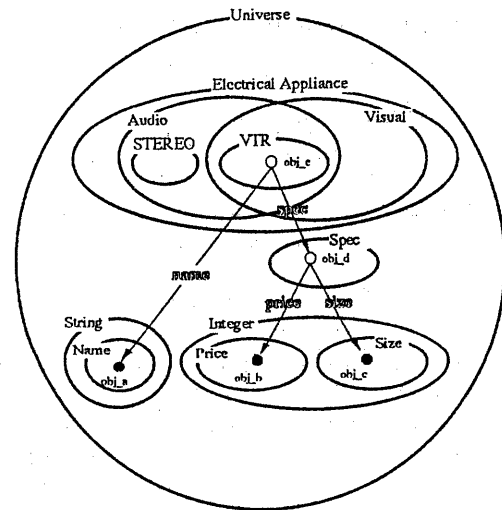
図 2: 階層ごとの時間管理

4.1 MORE データモデル

オブジェクト指向データモデル MORE では、一般のオブジェクト指向データモデルと同様に次のような性質を持つ。

- 複合オブジェクト
- オブジェクト識別性
- オブジェクトのカプセル化
- クラス (階層)
- 継承
- 遅延束縛
- 拡張可能性
- 計算の完全性
- データの永続性

MORE では、現実世界に存在する個々の物 (データ) をオブジェクトとして管理する。オブジェクトには、プリミティブオブジェクトと複合オブジェクトの 2 種類がある。プリミティブオブジェクトとは、具体的な値を持つオブジェクトであり、複合オブジェクトとは、オブジェクトの集約操作により定義されるオブジェクト



- クラス
- プリミティブオブジェクト
- アグリゲーション階層
- 複合オブジェクト
- standing 参照名 (reference-name)

図 3: MORE スキーマの図的表現

のことである。オブジェクト間の意味的な集約関係はアグリゲーション階層によって管理される。また、共通の性質を持つオブジェクトの集合をクラスで管理する。クラスの汎化、専化関係は、クラス階層によって管理される。また、クラスの性質はクラス階層により継承される。MORE のスキーマはクラス階層とアグリゲーション階層から構成される。MORE スキーマの図的表現を図 3 に示す。図中では、クラスを楕円で、オブジェクトを小さな円で表している。楕円の包含関係でクラス階層を表し、円と円との間の矢印でアグリゲーション階層の参照関係を示している。オブジェクトへの操作は、すべてメッセージパッシングによるメソッドの起動によってのみ行なわれる。次節では、MORE モデルでデータ構造を定義することになるクラスの記述について説明する。

4.1.1 クラス記述

クラスは共通な性質を持つオブジェクトの集合であり、その性質はクラス記述によって定義される。以下、クラス記述の各項目について説明する。また、図 3 で示した VTR クラスのクラス記述例を図 4 に示す。

CLASS 定義するクラスの名前。

CLASS RELATIONSHIP すでに定義されているクラスとこの記述により定義されるクラスとの

```

CLASS:          VTR;

CLASS RELATIONSHIP: SUBSET-of Visual;
                  SUBSET-of Audio;

STRUCTURE:     name Name 1;
                spec Spec 1;

METHOD:        !disp :name !disp; spec !disp;
                !name :name !disp;

```

図 4: クラス記述例

専化、汎化関係を集合関係で記述する。関係記述には“SUBSET-of”と“SUPERSET-of”が使われる。すべてのクラスは“Universe”のサブセットとして扱われる。この記述によってクラス階層が決定され、その専化、汎化関係によって継承が行われる。

STRUCTURE このクラスに属するオブジェクトの構造に関する制約であり、このクラスに属するオブジェクトのアグリゲーション階層を記述する。“reference-name, domain, number”形式の集合で記述される。

reference-name アグリゲーション階層を構成するオブジェクトを参照するための名前(参照名)。

domain 参照するオブジェクトが含まれるべきクラスの名前または、オブジェクトの集合。

number 同一の reference-name によって参照できるオブジェクトの個数(上限)を定義する。“1”(1個)または“N”(複数個)で記述する。

METHOD クラスに属するオブジェクトに対する操作を定義する。

4.2 マルチメディア拡張

4.2.1 クラス、アグリゲーション階層定義

プリミティブなメディアクラス(integer, real, string, image, sound, ...)は、軸(表現空間の次元)のクラスとメディア(出力デバイス)のクラス(ディスプレイ、スピーカ、...)をスーパークラスと定義することで、オブジェクトの表現のためのメソッド(display, play, ...)を継承する。軸クラスをスーパークラスに持つことで、表現空間の自由度(x, y, z, ...)を継承する。このようにして、それぞれのプリミティブなクラスに属するオブ

ジェクトの表現手段(method)の拡張性を得ることが可能である。アグリゲーション階層は、プリミティブなメディアクラスの集約によって定義される。

4.2.2 アグリゲーション階層の拡張

3章で述べたように、アグリゲーション階層を従来の意味的な集約関係だけでなく、時間関係に基づく集約関係とも見られるようにするためのマルチメディア拡張を導入する。具体的には、MOREモデルにおいてアグリゲーション階層の定義が行われていたSTRUCTUREに時間に依存する表現を導入する。それとともに、3章で述べたようにオブジェクトの考え方も拡張する。

複合オブジェクトは、従来の reference-name によって参照するオブジェクトの意味的な集約としてだけでなく、属するクラスのSTRUCTUREの範囲内で、参照するオブジェクト間の時間関係、時間に依存した表現手段、表現空間を管理する。つまり、numberの値の制約内で被集約オブジェクトに自由な表現を持たせることが可能である。

この関係は、参照名と関係なく複合オブジェクトとそれを構成する被集約オブジェクトの間で定義される。

時間順序関係: 複合オブジェクトによって集約されるそれぞれのオブジェクトの表現開始時間と表現持続時間によって管理する。複合オブジェクトは参照するオブジェクト(オブジェクト識別子)とそのオブジェクトの複合オブジェクトの持つ時間長内での表現開始時間と表現持続時間の3つの値の組を参照するオブジェクトごとに管理する。持続時間は、音声、映像オブジェクト等では、生成時に決められている。テキストや数字等のオブジェクトについては、ユーザアクションにより表現を中止させることによって可変の時間長を持たせることも可能である。この場合、他のオブジェクトとの時間関係は表現開始時間の相対的な時間記述で管理される。

時間依存の表現: オブジェクトの表現時間中の表現手段を管理する。時間と共に変化する表現手段の記述が可能となる。表現手段は、表現のメソッド名とメソッドのパラメータで管理する。時間に依存するルールで記述する。

例

メソッド: 表現開始から時間 t1 までは display メソッドで表現する

```
Method(t) = display (t < t1)
```

パラメタ: 時間 t2 までは色は color1 でフォントは font1、その後はそれぞれ color2 と font2 で表現する

```
Parameter(t) = (color1, font1) (t <= t1)
               (color2, font2) (t > t1)
```

時間依存の表現空間 オブジェクトの表現時間中におけるオブジェクトの表現空間を管理する。時間と共に変化する表現空間の記述が可能となる。時間に依存する関数（ルール）で記述する。

例

x 軸方向: 時間と共に連続的に移動する

$$x(t) = x_1 + a * t$$

y 軸方向: 時間 t3 を境に離散的に移動する

$$\begin{aligned} y(t) &= y_1 (t < t_3) \\ &= y_2 (t = t_3) \\ &= y_3 (t > t_3) \end{aligned}$$

4.2.3 operation (問い合わせ)

オブジェクトの構造的な問い合わせや時間関係と時間に依存する表現からの問い合わせを導入する。RDBにおける関係表（導出表）をオブジェクト指向データベースにおけるオブジェクトの集合（導出オブジェクトの集合）と考え、属性を参照名と考えることでRDBと同じような操作をすることが可能である。導出オブジェクトは新たに登録されるオブジェクトではなく、一時的なオブジェクトであるとする。

関係データベースにおける検索をSQL風の検索言語で考えると、制約は項として定数、属性、ローカル変数を記述でき、項間の算術比較演算で記述できる。また、扱うデータがテキストと数字なので、算術比較演算子は ==, !=, <=, >=, <, > の6種類、テキストの一致、不一致は ==, != で記述していた。オブジェクト指向データベースでは、制約は項として定数、参照名（クラス名）、ローカル変数を記述でき、項間の比較演算で記述する。意味的な集約だけのアグリゲーション階層ではこれでよいが、従来のアグリゲーション階層に時間関係による集約を導入したことで、比較演算子や項に新しい要素を導入する必要がある。制約には、従来通りのアグリゲーション階層（集約関係）を用いるものと、新しく導入した時間関係、時間に依存する表現手段、表現空間関係を用いるものがある。

制約を与える項の記述には、時間関係記述のための表現開始時間、表現持続時間、表現手段記述のためにメソッド名、パラメタ、表現空間記述のために x, y, z, \dots を参照名と同じように記述できる必要がある。

比較演算子には、算術比較演算子に加え、複数オブジェクトを参照するための集合比較演算子、オブジェクト識別子の比較演算子を導入する。

クラス記述中で number として “N” を許すと、同じ参照名でも複数のオブジェクトが参照される。そのため、集合どうしの比較演算子も提供しなくてはならない。集合の一致、不一致、包含関係の比較演算子が必要である。オブジェクトの比較演算に関して、オブジェクトの値の一致とオブジェクト識別子の一致（オブジェクトの一致）の区別は次のようにする。integer, real,

```

<condition> ::= <formula> |
              <condition> <logical-op> <condition>
<logical-op> ::= and | or | not

<arithmatic-op> ::= == | != | < | > | <= | >=

<oid-op> ::= ≡ | ≠
<set-op> ::= ⊂ | ⊆ | ⊃ | ⊇ | ⊄ | ⊇ | ∈ | ∉ | ∃ | ∄ | = | ≠

<formula> ::= <term> <arithmatic-op> <term> |
            <term> <oid-op> <term> |
            <term> <set-op> <term>

<term> ::= <constant> | <local-var> | <ref-var> |
         <set>

<ref-var> ::= <class> | <reference-name> |
            <specify> | <ref-var><ref-var>

<specify> ::= <<next>> | <<previous>> | <<first>> |
            <<last>> | <<space.x>> |
            <<space.y>> | <<space.z>> |
            <<start.t>> | <<persist.t>> |
            <<math-name>> | <<meth-para>> |
            <array> | <<spatiotemp>

<class>, <reference-name>, <local-var> ::= <<char>>
<array> ::= <<integer>>
<object> ::= <<object-id>>
<constant> ::= <<char>> | <<integer>>

```

図 5: 制約のBNF文法記述

string 型のインスタンス変数には値の一致、オブジェクト識別子の一致共に適用可能とし、音声、映像型などはオブジェクト識別子の一致のみを適応可能とする。制約は and, or, not で結合することで複数の制約を一度にかけることが可能である。

導出オブジェクトでは、そのオブジェクトを構成するオブジェクト間（下位のオブジェクト）の時間空間表現は失われぬが、そのオブジェクトが構成していた（上位のオブジェクトの）時間空間関係は失われる。制約のBNF文法的記述を図5に示す。

5 拡張データモデルの特徴

5.1 オブジェクトの共有

1つのプリミティブオブジェクトが複数の複合オブジェクトから参照されている場合、そのプリミティブオブジェクトの値は共有される。しかし、共有されている複合オブジェクト中での他のオブジェクトとの時間関係は、4.2.2で述べたように上位の複合オブジェクトで管理されているため、同一のプリミティブオブジェクトでも他の複合オブジェクトから見れば別の時間関係、表現関係を持つことが可能である。オブジェクトの共有の例を図6に示す。図では、Imageクラスに属する obj_i は、複合オブジェクト obj_c から参照される時と obj_s から参照される時と異なる時間関係を持

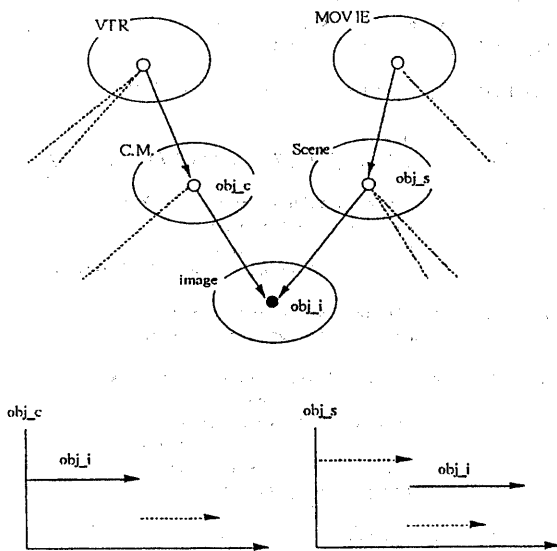


図 6: オブジェクトの共有の例

ち得ることを示している。

複合オブジェクトが他の複合オブジェクトから参照される場合には、複合オブジェクトが共有される。複合オブジェクトの共有の場合には、別の時間関係を持つことはできるが、表現関係は持つことができない。理由は 3.2 で述べたように、プリミティブオブジェクトの表現に一貫性を持たせるためである。また、その複合オブジェクト以下のアグリゲーション階層の表現、値などは全て共有される。

5.2 表現の再現

複合オブジェクトは構成されるオブジェクトの表現の管理をしている。そのため、管理している情報を利用してオブジェクトの持つ時間的・空間的表現を再現することができる。表現の情報はオブジェクトごとに異なるため、メソッドとして扱うことはできない。そこで、表現を再現するための情報をオブジェクト固有の疑似メソッド “represent” として提供する。複合オブジェクトに “!represent” メッセージが送られると、時間関係に沿って、下位のオブジェクトに “!represent” メッセージを送付する。送付先のオブジェクトがプリミティブオブジェクトの時は、オブジェクトの表現のためのメソッド起動メッセージと表現のための時間依存の空間記述をメソッドの引数として送る。プリミティブオブジェクトは表現記述を引数として受取り、それらの記述にしたがってオブジェクトの表現を行う。疑似メソッド “represent” の動作の様子を図 7 に示す。図では、アグリゲーション階層の上位レベルオブジェク

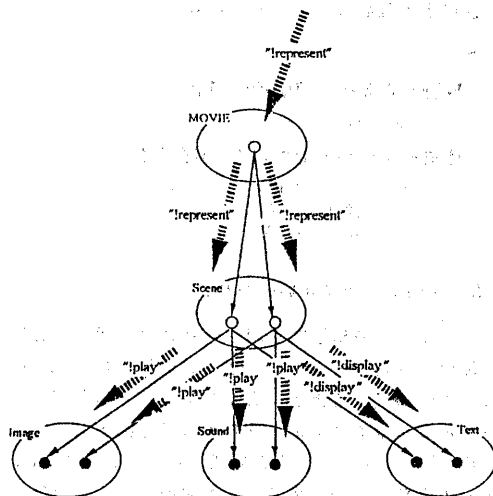


図 7: 疑似メソッド “represent” の例

トから下位レベルオブジェクトに対してそれぞれの上位レベルオブジェクトが管理している時間順序にしたがって “!represent” メッセージが順次送られ、最下位レベルのプリミティブオブジェクトに対しては、表現の起動メッセージ “!play” や “!display” が送られることを示している。

5.3 表現の再利用

複合オブジェクトの時間や空間表現は、疑似メソッド “represent” として新たなメソッド定義の中でも使うことが可能である。複合オブジェクトは自分を構成するオブジェクトの表現を保持しているので、複合オブジェクトを新しい時間関係で組み直してやると新しい表現が可能である。プリミティブオブジェクトの表現から組み直すわけではないので、柔軟性は劣るが、複合オブジェクトを単位として、“represent” メソッドを用いた組み合わせ表現が定義可能である。モデルでの表現を再利用して、新しい表現を定義できるため、生産性が向上する。従来のアグリゲーション階層に沿った参照による表現のためのメソッド記述と相反することなく、多様なオブジェクト表現が可能である。

表現の再利用の例を次に述べる。映画のデータベースを考える。映画クラスのオブジェクトは、シーンクラスのオブジェクトの集約で定義され、シーンクラスのオブジェクトは、映像、テキスト、音声クラスに属するプリミティブオブジェクトの集約で定義されているとする。シーンオブジェクトは、それぞれのシーンの表現を管理しており、映画オブジェクトはシーンの集約

からなる全体の表現を管理している。このとき、最初のシーンのオブジェクトの表現と最後のシーンのオブジェクトの表現を組み合わせ、新しい映画クラスの表現メソッド“digest”を定義することを考える。時間順序で最初のシーンと最後のシーンのみに“!represent”メッセージを送付するメソッド“digest”は、次のように定義できる。

```
scene.spatiotemp.first !represent
scene.spatiotemp.last !represent
```

6 まとめ

マルチメディアオブジェクト指向データベースのための時間と時間に依存する表現とその空間関係を考慮したモデルの提案を行った。オブジェクト指向データベースのアグリゲーション階層を意味的なオブジェクトの集約と見るだけでなく、時間秩序あるオブジェクトの表現手法と表現空間の集約と見ることにより、一連のマルチメディアオブジェクトを統一的に管理することが可能である。

参照名による固定的な集約関係と参照名に関係なく、オブジェクト間の時間的關係による集約を許したことで、同じクラスに属するオブジェクトでも、構造（表現）の異なるアグリゲーション階層を持つことが可能となっている。オブジェクトにオブジェクトの表現およびオブジェクト間の時間、空間關係の記述を持たせるため、従来のメソッドによるオブジェクト表現より詳細で自由な表現の記述が可能である。

本研究では、オブジェクト指向データモデル MORE をベースにマルチメディアデータ管理のための拡張を行ったが、他のオブジェクト指向データモデルに対しても同様に拡張できるものと思われる。

今後の課題として、本研究ではマルチメディア管理として複数マルチメディアオブジェクトの表現を対象としたが、オブジェクトのメディア変換やマルチメディアオブジェクトの内容に関する検索について考察する必要がある。

参考文献

- [1] S. Shimojo, T. Matsuura, K. Fujikawa, S. Nishio, and H. Miyahara, “A New Hyperobject System Harmony: Its Design and Implementation,” International Conference on MULTIMEDIA INFORMATION SYSTEM '91, pp.243-257, Jan. 1991.
- [2] R. Caudillo and M. Mainguenaud, “A HYPERTEXT-LIKE MULTIMEDIA DOCUMENT DATA MODEL,” Conference on MULTIMEDIA INFORMATION SYSTEM '91, pp.221-241, Jan. 1991.
- [3] R. M. Akscyn, D. L. McCracken, and E. A. Yoder, “KMS: A DISTRIBUTED HYPERMEDIA SYSTEM FOR MANAGING KNOWLEDGE IN ORGANIZATION,” Communication of the ACM, Vol.31, No.7, pp.820-835, July 1988.
- [4] F. G. Halasz, “REFLECTION ON NOTECARDS: SEVEN ISSUES FOR THE NEXT GENERATION OF HYPERMEDIA SYSTEMS,” Communication of the ACM, Vol.31, No.7, pp.836-852, July 1988.
- [5] C. Lecluse, P. Richard and F. Velez, “O₂, an Object-Oriented Data Model,” Proceedings of ACM SIGMOD, Vol.17, No.3, pp.424-433, 1988.
- [6] D. Woelk, W. Kim and W. Luther, “An Object-Oriented Approach to Multimedia Databases,” Proceedings of ACM SIGMOD, pp.311-325, 1986.
- [7] T. Kato and T. Mizutori, “Multimedia Data Model for Advanced Image Information System,” The First International Conference on Deductive and Object-Oriented Databases, pp.113-120, Dec. 1989.
- [8] M. David and J. Stein, “Development and Implementation of an Object-Oriented DBMS,” Readings in Object-Oriented Database Systems. S.B. Zdonik and D. Maier Eds., Morgan Kaufmann Publishers, pp.167-185, 1990.
- [9] K. Tsuda, K. Yamamoto, M. Hirakawa, M. Tanaka and T. Ichikawa, “MORE: An Object-Oriented Data Model with a Facility for Changing Object Structures,” IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol.3, No.4, pp.444-460, Dec. 1991.