

通信網管理におけるオブジェクト指向データベースの適用

中川純一

山中康史

八巻俊文

NTT 情報通信網研究所

通信網の高度化にともない、網を管理するオペレーションシステムも、個別管理から各システムが協調して網を管理する方式へと変化しつつあるが、このような協調管理を行なうためには、システム間での情報のやり取り（情報流通）が必要である。この情報流通を容易に行なうため、管理の対象となっている通信網の情報の体系化や、情報流通を管理するためのシステムに関する検討が行なわれている。本稿では、通信網情報を管理するシステムにおいて、網管理情報を蓄積する手段にオブジェクト指向データベースを用いた場合の適用可能性について述べる。

An Application of Object Oriented Database Management System for Telecommunication Network Management

Junichi Nakagawa Yasushi Yamanaka Toshibumi Yamaki

NTT Information and Telecommunication Network Laboratories

For an advanced telecommunication network, telecommunication network management systems need to co-operate with each other. For co-operation of multiple telecommunication network management systems, much amount of information exchange as well as rapid information processing are necessary for these systems. To ease the transfer and processing of management information, the telecommunication network management model and the information transfer mechanism has been studied.

This paper assesses the advantages of the application of object-oriented-database-management-system to the databases of information transfer mechanism and telecommunication network management systems. Response times and application program features, e.g. program structure, number of steps, etc., are evaluated when these databases are used for the experimental network information management system.

1. まえがき

通信網管理の目的は、ネットワーク及びサービスを正常な状態で効率良くカスタマに提供することにある。従来は、これらの機能実現のため、個々の業務対応に支援システムを開発活用してきたが、近年はコンピュータ技術の進展によるオペレーションの大幅な効率化、及び進んだ機能による高度な業務支援が望まれている。この通信網管理のためには、ネットワークの構成および状態をデータベース上で完全に管理し、この管理された情報を最大限活用して通信網を運用することが重要である。

本論文では、通信網管理において基本となる、通信網構成管理情報、およびその管理方法の特徴を述べ、複雑な構造を持ったデータを管理するのに適しているといわれている、オブジェクト指向データベース（OODB）の適用可能性について検討する。

2. 通信網構成情報管理

通信網を管理する通信網オペレーションシステム（OpS）は、①通信網管理に関する業務は多種多様である、②オペレーション対象の設備、情報が地域的に大きな広がりを持っている、等の特徴により、業務別・地域別に分散したシステムとなり、それにともなってオペレーションに必要な情報も分散配置されることになる。

さらに今後のOpSに対し、①よりきめ細かいサービスの提供のための柔軟な業務支援、②より高機能なサービスを提供するための総合的な業務支援、③新サービスに迅速に対応できる業務支援等が要求されており、これらの実現のために、業務に密着したAPとは分離して、OpSの共通の基盤となる共通情報の蓄積、共通情報の流通機能が必要となる。

そのため、通信網構成情報の管理のためには、以下の機能の実現が必要となる。

- ・情報流通を容易に行なうための統一情報体系の実現
- ・流通のためのメカニズムの実現
- ・分散配置されたOpSへの情報の配備形態

以下、上記の3項目について述べる。

2. 1 通信網構成情報の情報体系

情報流通を容易にするため、通信網構成情報のスキーマに関しては、個別のシステムが持つ独自のものではなく、統一的な情報モデルにのっとった、網構成管理情報の統一スキーマ（以後統一スキーマと呼ぶ）が提案されている^[1]。この統一スキーマは、ER図と管理実体クラスの属性の詳細を記した詳細規定によって定義されている。図1にそのER図の抜粋を、また、管理情報の定義の例として、図2に管理実体クラスの定義の一部を示す。

図1の統一スキーマ中の管理実体クラスのうち、回線ノード・バスノード・終点ポート・通信装置・ロケーションは、通信網におけるノード系のクラスであり、回線・バス・伝送路・ケーブル・ルートはそれらを接続するリンク系のクラスである。

また、図2に示す様に、各実体が有する属性は、名称を表す[名称属性]と、自身の性質を表す[自己属性]と、他の管理実体クラスとの関係を表す[関係属性]と、前記3つの属性以外に必要となる[付加属性]に分類される。また図2の名称属性中のDNとは、管理実体クラス中でインスタンスを一意に識別するための名称（Distinguished Name）である。この定義が、図1のER図に示した全ての管理実体クラスについて定められている。

次に、2つのノード間に設置された一定速度からなる信号路である[伝送パス（以下パスと呼ぶ）]

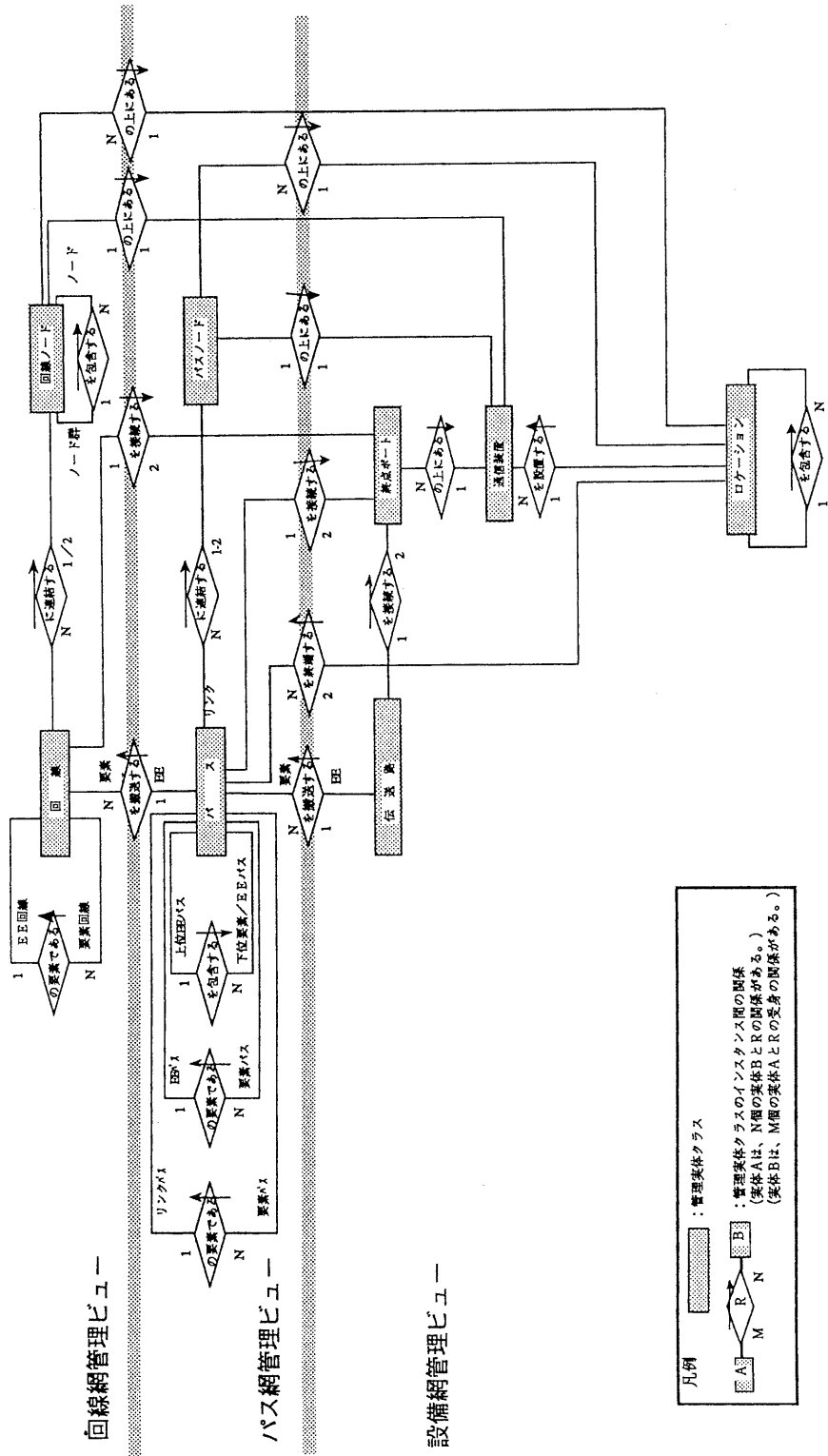


図1. 網構成管理情報の統一スキーマ (抜粋)

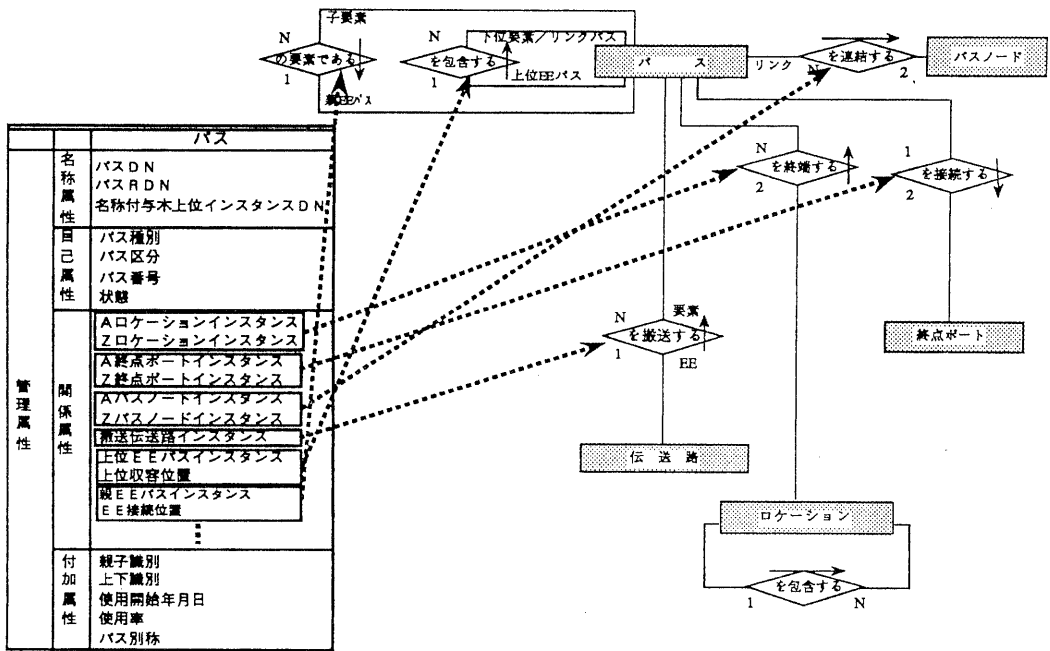


図2 網構成管理情報の定義例 (バスについて)

の構成を図3に示す。図3の(1)のように、バスは複数の階層構造で管理されており、あるバスはより速度の速いバス(上位バス)により搬送され、最上位のバスは伝送路により搬送されるというような包含関係をもっている。また、ひとつのバスは、接続された複数の上位バス(もしくは搬送伝送路)によって搬送されている。このようなバスインスタンス間の関係を統一スキーマで表現すると図3の(2)と(3)のようになる。統一スキーマでは、バスの接続・包含関係の表現のしやすさや、実際のバスを管理する際の利便性を考えて、端から端までのEEバスと、それ以外に図3の(3)のような要素バスを定義して、バスの管理を行なっている。

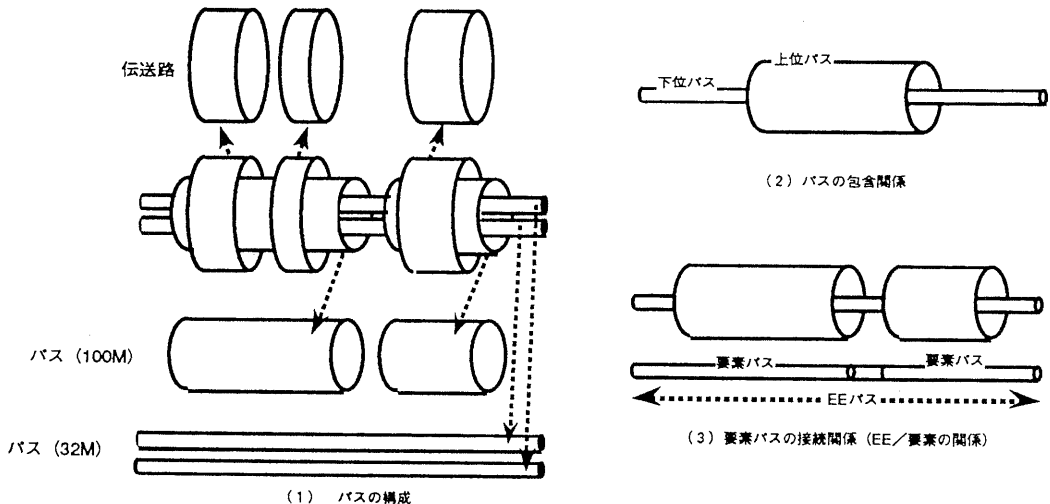


図3 バスの構成例

以上のような網構成情報は、管理実体クラスの数はいくつか多くはないが、それらのクラス間もしくはクラス内のインスタンスが複雑な存在依存関係を持って接続されている、という特徴がある。

2. 2 情報流通のためのメカニズム

OpS間で情報流通を行なうには、①分散された情報の間で整合性を確保するような情報同期機能、②既存情報体系と統一情報体系との変換機能、③異なるシステム間で同じインスタンスを表現する情報が同一インスタンスの情報であると識別する機能（インスタンスの同定機能）が必要である。

以上のような機能を実現し、OpS間で情報流通を行なうためのシステム（情報インテグレータ）の構成を図4に示す。[2] 以下に各機能についての概略を述べる。

(1) 情報同期

情報提供元システムの情報が変更された場合、変更をその情報を利用している他のシステムに伝える必要がある。しかし、情報提供元のシステムからの変更情報の転送時期と、その情報を利用しているシステムの情報変更時期が異なるため、全ての情報利用システムに対して同時に同期処理を行なえるわけではない。そのため、両者の間の時間変換のためのバッファが必要となる。

(2) スキーマ変換

従来のOpS内の情報は、それぞれ異なったデータ構造やコード形式で表現されている。そのためOpS間で情報流通を行なうためには、システム間での情報の変換処理が必要となる。また、既存のOpSの情報を統合化して統一スキーマで表現された情報を生成するためには、個別システムの情報のスキーマを統合化し統一スキーマに変換する機能が必要となる。

(3) インスタンスの同定

インスタンスの同定を行なう場合、各システムのインスタンスが同じ識別子で管理されていれば、その識別子の比較のみで判定を行なうことができるが、そうでない場合は、各管理実体クラスごとに同じインスタンスであることを決定するために十分な属性項目をきめて、その属性値を比較しなければならない。また、属性項目の比較のみでは同定できない場合には、2. 1で述べた存在依存関係等の網構成情報の特徴を利用し、同定を行なうインスタンスの関係インスタンスを比較することによる、同定処理が必要になる

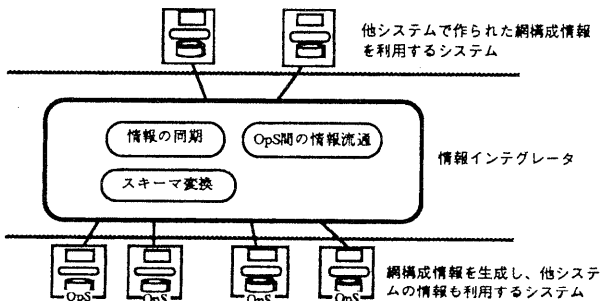


図4 情報インテグレータの構成

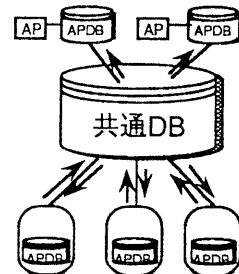


図5 通信網OpSにおけるDB配備方式

2. 3 網構成情報の配備

通信網OpSを分散したとき、それらが使用する情報をどのように配置するかが課題となる。本検討では情報の配備形態として、図5に示すように、共通に情報を蓄積する共通DBと、アプリケーションが必要とするデータをアプリケーション側に持つアプリケーション側DB（AP側DB）にデータを配備した場合について以下述べる。

この共通DBは、情報提供元システムから送られてきた情報を、統一スキーマで表現された情報として蓄積し、AP側DB群に対して提供するためのDBである。また、AP側DBはOpSごとに個別に配備可能であり、各DBはOpSの処理速度を高めるように、共通DB内の情報の部分情報をAPごとに最適化した形式で蓄積している。

3. OODBの適用方法

3. 1 網構成情報の蓄積への適用

2. 3で述べた情報配備で網構成情報を蓄積するDBとしては、共通DBとAP側DBの2種類がある。このDBに対してリレーショナルデータベース（RDB）を用いた場合、次のような問題が生じる。

①網構成情報では、リンク系の管理実体クラスでは接続・包含の関係、ノード系の管理実体クラスではいくつかのモジュールが結合してひとつのノードを構成するといった関係を持っているものが多い。このような関係を持った情報をRDBで表現すると、複数のリレーションで蓄積しなければならず、可読性が悪くなる（図6）。

②通信網OpSでは、ある伝送路に收容されている全ての回線の検索や、ある回線の接続構成の検索等が必要となるが、そのためには複数の管理実体クラスをたどっていく検索を行わなければならない。例えばある回線の構成図を生成しようとした場合、その回線の終点ポートを求め、その終点ポートを含む通信装置を求める、といった処理を回線の両端について行なう必要がある。網構成情報をRDBで構築した場合、この検索を行なうためには、複数のリレーションのJOIN演算が必要となる（図7）。

以上のように、通信網OpSでは、リレーションの数が多くて可読性が悪くなったり、複数のリレーションのJOIN演算を行なうことが多いため、既存のRDBMSでは検索要求に対する応答速度が遅くなってしまふ場合がある。このような問題に対する解決方法のひとつとして、網構成情報の蓄積にOODBを適用した場合の適用可能性について以下に述べる。

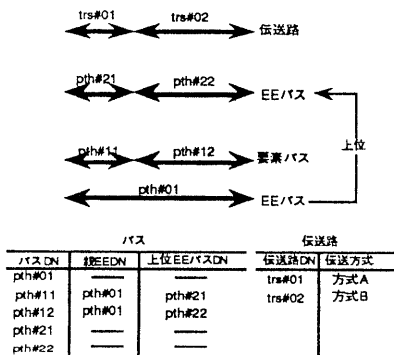


図6 複数リレーションによる表現

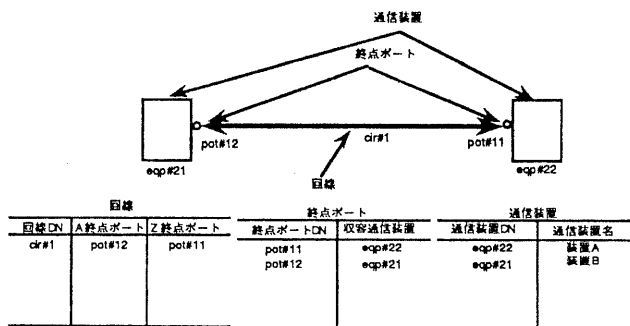


図7 複数JOINをもちいた検索例

3. 1. 1 AP側DBへの適用

(1) AP側DBの利用業務

2. 3で述べたAP側DBは、ある特定の業務に使用するために配備されるDBである。このようなDBを利用する業務は、つぎのふたつに分類することができる。

① 定型業務：常に、特定の検索パターンでDBへの検索を行なう業務

例：故障監視業務、設計業務

特徴：オペレータはアプリケーションプログラムを通して、DBの情報にアクセスする

② 非定型業務：DBに対してアドホックな検索を行なう業務

例：経営戦略立案や網に関する計画立案など多様な視点からみた網の情報を必要とする業務

特徴：SQLなどの問い合わせ言語を用いたDBへのアクセスが中心

(2) OODBの適用性

上記の①の業務形態のAP側DBにOODBを適用した場合は、

- ・ OODBはプログラム言語との親和性がよいため、APを開発しやすい。
- ・ 検索パターンが決まっているため、リンクの設定やクラスタリングなどの最適化が有効となり、処理の高速化がはかれる。

等の効果が考えられる。

しかし、②の場合は

- ・ 検索パターンが特定できないため、データのクラスタリングといった最適化は行ないにくい
- ・ 現在のOODBMSでは、SQLに相当するような対話的に検索を行なうような問い合わせ言語が整備されていない

などの問題がある。

以上より、OODBのAP側DBへの適用は、利用業務を分析し、DBへのアクセス方法を定型化する場合に可能となる。

3. 1. 2 共通DBへの適用

共通DBは、AP側DBに対して情報を供給するためのものであり、このDBに対する条件としては以下の点があげられる。

① 多量のデータを取り扱うため、それらを効率よく蓄積・管理できること

② 同期処理のずれを吸収するような時間変換を行なうためには、変更履歴の管理（バージョン管理）を行なう必要がある。共通DBがこの管理を行なうために、差分情報の蓄積や生成を効率的に行なうことができること

③ 共通DBに対する新しい業務要求がきたときに、少ない手間で対応することができること

④ データのバックアップや障害時の復旧を容易に行なうことができること

以上のような条件を考えた場合、OODBは②のような情報の管理には適しているが、現在のOODBでは、実際のデータ量に比べて、データファイルの大きさが大きくなってしまい①の条件を十分に満たしていない。また、スキーマ構造がRDBに比べて自由度が低いにもかかわらず、現在のOODBでは、ビューの機能が実現されていないため、③の条件を満足していない。よって、OODBを共通DBに適用するためには、これらの問題の解決が必要となる。

3. 2 情報流通のための処理への適用

3. 1では、2. 3で述べたDB配備に関してOODBの適用可能性について述べたが、本節ではそれ以外に関してOODBの適用性について述べる。

2. 2で述べた情報流通の機能として、情報同期、スキーマ変換、インスタンス同定機能がある。しかし、情報提供元システムの都合によりシステムの持つ情報へのアクセスが制限される場合があり（情報アクセス時期が決っている、情報アクセスがAP経由、情報アクセス時間が長い等）、前記機能実現上、情報インテグレータ側で情報提供元の情報を蓄えておくバッファDBが必要となる。このバッファDBへのOODBの適用性について以下述べる。

(1) 情報変換機能

情報変換の処理中では、バッファDBに対して一定のパターンで検索を行なうため、検索内容を想定したデータ構造の最適化が行ないやすい。よって、OODBを適用した場合の処理速度の向上の面で効果を得やすい。

(2) 情報同定機能

2. 2の(3)で述べたインスタンスの同定で関係インスタンスを用いた同定処理の例を、バスを用いて説明する。

まず最初に、システムA中のバス（バス#1）と同じバスをシステムBから取り出すため、属性項目の比較による検索をおこなう。もし検索できなかった場合は、次のような処理を行なう（図8参照）

- ① バス#1の上位バスとそのバスに対するバス#1の収容位置を求める（バス#2、バス#3）
- ② バス#2、バス#3と同じバスをシステムBから取り出す（バス#2'、バス#3'）
- ③ バス#2'の収容位置が3でバス#3'の収容位置が1であるようなバスを取り出す（バス#1'）
- ④ バス#1とバス#1'を同じバスと判定する

この例では、関係インスタンスによる同定にひとつ上位のバスしか使用しなかったが、場合によっては数段上のバスまで検索を行なうことや、バス-バス間の関係のみでなく、それ以外の関係を用いた同定を行なうことも考えられる。

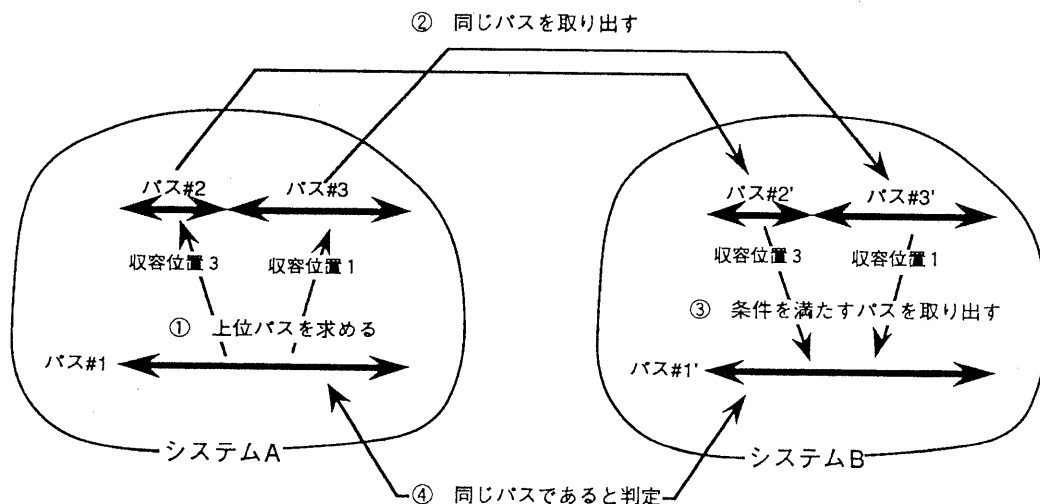


図8 関連実体を用いたバスの同定

最初に同定処理を行うときに図8に示す情報を生成するが、もしバッファDBとしてRDBを用いた場合、この構造を直接DBに蓄積することはできず、再び同定検査を行なうときに同じ情報を作り直さなければならない。それに対して、OODBを用いた場合は、図8に示す情報を直接蓄積することができるので、再び同じインスタンスについて同定処理を行なう時に、効率よく処理を行なうことができる。

以上、OODBのバッファDBへの適用可能性についてまとめると、バッファDBは、情報提供元システムの情報の複製情報を持つため、データ量は多く、また各システムごとに情報の管理方法が異なっているため、バッファDB全体での管理実体クラスの数は多くなる。しかし、スキーマ変換やインスタンスの同定処理では、処理中のある一定時間は、限られた範囲の情報のみを使用するため、キャッシュによるアクセスの高速化を十分に活用することができる。また、バッファDBは、使用する用途が決まっているため、それに合わせたクラス定義を容易に行なうことができる。

よって、OODBのバッファDBへの適用可能性は高い、といえる。

3. 3 網構成情報検索例

3. 1で述べたAP側DBへのOODBの適用ということで、実際に網構成情報をOODBにのせて、いくつかの網管理の業務上必要であると思われる検索のための処理プログラムを作成した。

OODBと検索処理プログラムはWS上で作成し、OODBとしては、ONTOS社のONTOS (Release 2.1)を使用した。また、使用したデータの規模は、

管理実体クラス数 : 7
全インスタンス数 : 48000
データ量 : 7Mbyte

である。検索パターンとしては、実際のOpSでよく使用されるものとして、次の3つを使用した。

- ・EEバスの構成：ひとつのEEバスについて、それを収容している全ての上位EEバスを求める
- ・伝送路に収容されている回線：ひとつの伝送路を指定して、それが搬送している回線を求める
- ・回線構成：ひとつの回線を指定して、それがどのような通信装置を通して端末どうしを接続しているのかを求める

以上のような検索プログラムに対して、入力するインスタンスを50インスタンス用意し、それぞれについて、検索時間を測定した。その結果、2回目以降の検索は、一回目の検索に比べて、数十倍高速であるという結果を確認した。

また、検索処理プログラムの作成に関しては、RDBでC言語と埋め込みSQLを用いた場合に比べて、変数の利用方法に制限がない、網構成の表現に使用するポインタを用いたデータ構造をDBに蓄積する場合の変換を行なう必要がないなどの理由により、OODBを利用したAPの作成はRDBを利用した場合に比し、容易に行なうことができた。

以上のことから、データ構造や処理が複雑で、同じインスタンスを繰り返し利用するようなアプリケーション（網構成情報をグラフィックスを用いて表示したりするもの等）用のDBには、適用可能性が高いことが確認できた。

4. まとめ

通信網管理の基本となる通信網情報の管理に関して、情報蓄積機能、情報流通機能にOODBを適用した場合について検討を行なった。その結果、各OpSごとに配備されるアプリケーションDBについて

は、OODBの適用の有効性が判断でき、実験により確認できた。また、情報流通機能への適用については、その有効性を検討したが、今後は実験による評価を行なってゆく必要がある。

また、今後の検討課題としては、

- ・バッファDBへの適用のための網構成情報のオブジェクト指向モデルを用いたモデル化と、その情報の管理へのOODBの適用

- ・情報流通以外の網構成情報の管理へのOODBの適用可能性

というものが挙げられる。

謝辞

本研究を行なうにあたり、貴重な御意見、御討論をいただいた、NTT情報通信網研究所・網オペレーション研究部・オペレーション方式研究グループ山口グループリーダーに深く御礼を申し上げます。

参考文献

[1] 山口他：“通信網オペレーションのための網管理情報スキーマ”、第1回NAシンポジウム、1990

[2] 山口他：“通信網管理のための情報インテグレータ”、信学会1990秋期全国大会