

## オブジェクト指向データベースによるマルチメディア統合化

堤竹秀行 寺内 亨 田村正文

(株) 東芝 情報処理・機器技術研究所

近年、パーソナルコンピュータやワークステーションがオフィスに浸透し、様々な業務がその上で行われてきている。一方、オフィスで使用される電話やファックスなどは個々に分離されており、有効にお互いの情報を利用することが困難であり、統合化が望まれている。これらの統合化にはテキスト、音声、画像といったマルチメディア情報の管理が必須である。われわれはビジネスシーンで用いられるようなマルチメディア情報を管理するシステムのプロトタイプをオブジェクト指向データベースを用いて開発した。

## Integrating Multimedia Information by Object-Oriented Database

*Hideyuki Tsutsumitake Toru Terauchi Masafumi Tamura*

Information Systems Engineering Laboratory, Toshiba Corporation

70 Yanagi-cho, Saiwai-ku, Kawasaki 210, Japan

Recently, it has been a common style in our office to work on personal computers or workstations. On the other hand, because of mutual separation of office instruments, such as telephones or facsimiles, there are some problems to effectively transfer information between them. And integration of these functions is extremely desired. To integrate them on personal computers or workstations, management of multimedia information, text, voice, image, etc., is indispensable. We are developing a prototype system that manages multimedia information used in office scene under object-oriented database.

## 1 はじめに

パソコンやワークステーションの高性能化と低価格化にともない、オフィスでは自分専用のコンピュータを傍らにおいて仕事を進めることができるようになった。文書作成、電子メール、表計算などのオフィスワークをこれらのワークステーションなどを用いて行なうことができる。一方、電話、ファックスなどの情報機器もオフィスにおいては重要な機器である。

しかしこれらの機器は個々に独立しており、お互いに関連する情報を明示的に付加することはできない。例えば、電話を用いて会話した音声の記録をワープロなどで作成した関連文書にリンクを付けたり、ファックスで送られてきた画像をワープロに取り込むといった作業を簡単に行なうことはできない。

このような作業を支援するためには、ワークステーション、電話、ファックスといった従来密に結合されていなかった個別の情報機器の間で相互にデータの交換ができなければならない。さらに、テキスト、音声、画像といったいわゆるマルチメディア情報を管理する機構が必要である。しかし、従来これらのビジネスシーンに見られるマルチメディア情報を管理するための情報機器は特に存在していない。我々はビジネスシーンで用いられるようなマルチメディア情報を管理できるようなシステムを開発中である。本システムでは一台の端末を用いて文書を作成したり、それを電子メールやファックスで送信したり、電話を掛け、音声を録音し関連する文書にリンクするといった機能をオブジェクト指向データベースを用いて実現した。

ビジネスシーンで用いられるような各種のメディアを関連する情報同志でリンクすることにより、単独の音声や画像といったメディアに付加価値が加わることになる。例えば、過去に保存した音声や画像そのものをメディアの内容理解によって検索することは現在の技術では困難である。しかし、そのメディアに関連するテキスト文書などを検索することが可能であれば、その文書からリンクを辿ることにより他のメディアを得ることができる。

このようなリンクによるナビゲーションは人間の記憶構造にうまく適合する。すなわち、自分で作成した特定の文書を検索する際には、その文書に付加されたキーワードなどよりもその文書に関連する状況の方が想起しやすいと考えられる。例えば、直接音声データに付けた検索用のキーワードよりも、音声データに関連する文書の方が検索の際に有効に利用される。

## 2 統合化オフィスシステム

### 2.1 オフィスにおける情報管理の現状と問題点

一口にオフィス業務といってもその内容は様々である。ワープロなどを用いて資料文書を作成し、遠隔地に文書を転送するための手段として、ファックスなどが使われている。また、手軽な意見交換の手段として電話があるが、受ける側の作業の中断や、言葉のみによる伝達の曖昧性などの問題点がある。近頃ではそのような制約のない電子メールや電子掲示板などによる意見交換の手段もオフィスに浸透してきた。

しかし、現状のこれらの機器には次のような問題点がある：

#### 1. メディアの分離

従来のワープロなどで作成した文書には、お互いに関連する情報を文書中に表現する手段がない。例えば、会議の議事録と会議中に用いた資料との間にはお互いに関係がある。ところが、そのような関連を文書中に明示的に表現する手段がない。

#### 2. 機能の分離

ワープロで作成した文書を遠隔地にファックスで転送する場合、一度紙にプリントアウトしてから画像として相手に送ることになる。また、計算機の中にある住所録や電話帳のデータを有効に電話やファックスに利用できない。

#### 3. メディア管理の分離

会議資料などの他の人の原稿に対し自分の意見やコメントを書き込んだり、一部を修正す

るといったことは日常的に行なわれている。しかし、これらの個人的な意見や共通の意見を統合的に管理する必要がある。

## 2.2 システムのコンセプト

本システムは1人1台のパーソナルワークステーションとそれを結ぶネットワークをベースとして、オフィス業務に必要な文書作成や電子的なコミュニケーションを行なうものである。図1にシステムイメージを示す。データベースにはテキスト、音声、画像などのデータやそれを含む文書や既存のワープロなどで作成した文書へのポインタ、およびそれらの間を関係付けるリンクが保存される。外部からは電話、ファックスを介して音声や画像データが入力され、関連する文書を指定することによってリンクが張られる。

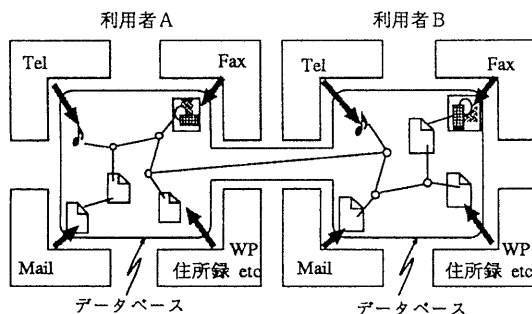


図1: システムイメージ

本システムでは前節で述べた問題点を解決するために、次のような特徴を持つ。

### 1. リンク機能による文書管理

ある文書に対し参考文献などのお互いに関連する文書は、例えばキーワードを付けた従来のデータベースなどを用いて検索することができる。しかしながら、文書にアドホックに付けられた個人的なコメントや文献などを関係データベースのように定型的な枠組で実現するのは困難である。そこで本システムでは、文書をノードで表現し、関係をリンクで表現するいわゆるハイパーテキストに基づいて文書を管理する。リンクを辿ることにより

必要な文書を直接得ることができる。従来のハイパーテキストは一つの完成された文書に重点が置かれているのに対し、本システムは時々刻々と蓄積される情報を集める『マルチメディア・スクラップブック』的使われ方をする。そのために、ノードとリンクといった内部構造をオブジェクト指向データベースを用いて実現した。

### 2. 情報機器の統合

従来のワープロや電話やファックスといった個別の機器をワークステーションをベースに統合した。こうすることによりワープロの文書をそのままファックスで転送したり、計算機の中にある住所録を用いて検索された相手に直接住所録から電話をかけることや、電話中の会話を記録し、関連する文書にリンクを付けることができる。さらに、外出先から自分のワークステーションに届いたテキスト形式のメールを音声規則合成によって電話回線を通して聞きとることができる。

### 3. 情報の共有

画像や音声といったマルチメディアが含まれる文書を他の人と共有することができる。共有された共通の文書に対し、個人的なコメントをリンクしたり、特定の相手のみが読むことができるメモをその文書にリンクすることができる。グループウェアとしての機能の役割をする ([2], [5])。]

## 3 オブジェクト指向によるマルチメディア情報の管理

### 3.1 基本設計

前章で述べたように、本システムはオフィスシーンで扱われるような電話やファックスなどから入力されるテキスト、音声、画像などのマルチメディア情報をお互いにリンクすることにより管理する。このためには、種類の異なるメディアを統合的に扱うことができる機能が必須である。例えばリンク先がテキストであっても画像であっても、同じプロトコルで操作できなければならない。このような枠組としてオブジェクト指向の考

えが有効である。ある抽象クラスのサブクラスとして各々のメディアをクラスとして定義することにより、異なったメディアの操作インタフェースを統一することができる。また、ポリモルフィズム機構により集合クラスの要素やオブジェクトを指すポインタに異なるタイプのオブジェクトを代入することができる。このことにより種類の異なるメディアの間に関係を付けるために直接リンクを張ることが容易に可能となる。

情報の基本単位をノードとして捉え、ノードとノードをリンクで結んだネットワーク構造はハイパーテキストあるいはハイパーメディアと呼ばれる[1]。ノードとリンクの単位には様々な自由度があり、リンク先は他のノードの中のある部分であったり、ノード全体であったり、または同じノードの別の部分であったりする。我々のシステムでは、ノードの単位は Apple 社の HyperCard のように概念的には一枚のカードとして表現され、リンクは別のカードへの参照である。HyperCard との違いは、ノードには階層的な内部構造と半構造的(semistructured)[2]な情報を付加できる点にある。すなわち、ノード中のそれぞれのメディアは階層構造を持ち、属性名と不定型の属性値を持つことができる。ここではそのような構造をハイパーネットと呼ぶ。

ハイパーネットはテキスト、音声、画像などのマルチメディアデータを構成要素として持つような複合オブジェクトをノードとし、ネットワーク状に結合したデータ構造である。各ノードはオブジェクト指向データベース中のオブジェクトとして保存される。ハイパーネットのブラウザとして本システムはウィンドウ・インタフェースを提供している。ハイパーネットはオープンなシステムであり、外部から入力されるメディアや既存文書などへのリンクを張るため、メディアの種類を予め全て網羅することはできない。そのため、ウィンドウ・インタフェースはハイパーネットとは分離して設計しなければならない。また、ハイパーネットは複数のユーザから共有される永続データであるため、特定のウィンドウシステムに関する情報をハイパーネット中に付加するとシステムの汎用性が低下したり、ウィンドウ ID などの一時的な情報をもデータベースに格納してしまう

といった問題がある。そこで、図2に示すようにウィンドウ・インタフェースのためのオブジェクト(ネットビューア)をハイパーネットから生成することにより、ハイパーネット中のデータと特定のウィンドウ・インタフェースに関するデータを分離することができ、汎用的で柔軟性のあるシステムが構築できる。

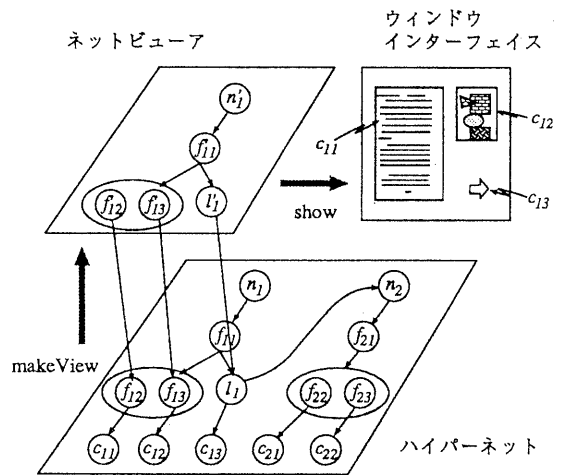


図 2: ハイパーネットとネットビューア

### 3.2 ハイパーネット

まずはじめに、以降で用いられる言葉の定義をする。ハイパーネットのデータモデルは、

$$D = \langle N, F, L, C, V, S, R, M, U \rangle$$

で構成される。各要素は永続データであるとする。  $N$  はノードの集合  $\{n_1, \dots, n_m\}$  であり、情報の基本単位である。  $F$  はフレームの集合  $\{f_1, \dots, f_n\}$  である。フレームはノード内部の階層構造であり、テキストや画像など各種メディアを表示するための位置座標や各メディアの属性情報などが付加されたものである。  $L \in F$  は他のノードへのリンクを表す。  $C$  はコンテンツと呼び、具体的な画像や音声、テキストなどのメディアや通常のファイルなどを表す。  $V: N \rightarrow F$  は、ノードから内部の階層構造であるフレームへの写像である。  $S: F \rightarrow 2^F$  は階層構造を表現

するフレームからフレーム集合への写像である。 $R : L \rightarrow N$  はリンクからノードへの写像、 $M : F \rightarrow C$  はフレームからコンテンツへの写像である。 $U$  はハイパーネットにアクセスできるユーザの集合である。

ノード、フレーム、リンクにはそれぞれ属性名と属性値の組の集合を付加することができる。現在のユーザの視点となっているノードを  $\tilde{n}$  で表す。また、ノード  $n$  から  $V$  と  $S$  の閉包によって得られる  $F$  の部分集合を  $\Phi(n)$  と書く。対応するコンテンツが現在画面上に表示されているフレームは活性化していると呼ぶ。 $S$  によって親子関係にあるフレームは同時に2つ以上活性化されることはない。 $R$  と  $S$  はそれぞれ参照リンクと構造リンクを表す [1]。

図3に具体的な例を示す。ここでは2つのノード  $n_1$  と  $n_2$  がリンク  $l_1$  で接続されている。視点が  $n_1$  にあるときは  $f_{12}, f_{13}, l_1$  が活性状態であり、 $n_2$  にあるときは、 $f_{22}, f_{23}$  が活性状態である。下段にはこのネットワークを画面上に表示した場合のレイアウトイメージを示している。

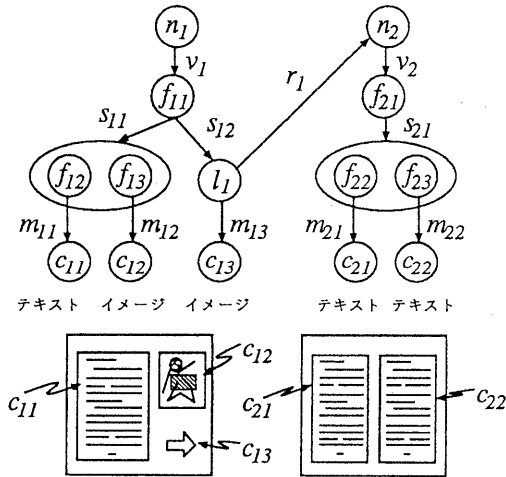


図3: データモデル

構造的リンクはノードの内部構造を表現し、他のノードからリンクされることはない。一方、参照リンクは他のノードへのリンクであり、ノードの内部構造であるフレームへリンクすることはな

い。図4にコンテンツ  $c_1, c_2, c_3$  を選択的に表示する2種類のリンクを示す。構造的リンクでは  $c_2, c_3$  のいずれかをアクセスするためにはノード  $n_1$  を経由しなければならない。直接他のノードからそれらのコンテンツを参照することはできない。一方、参照リンクでは任意の他のノードからいずれのコンテンツも参照できる。

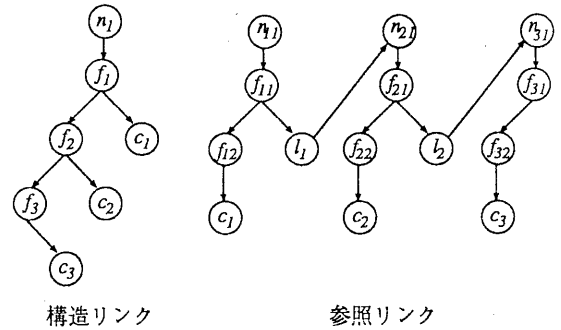


図4: リンクの種類

### 3.3 ネットビューア

ハイパーネットがユーザにどの様に見えるかを規定したものがネットビューアである。従来のデータベースで言われるビューと類似の機能として、1) 必要なデータをユーザに呈示し、2) ユーザが特定のデータにアクセスできないようにする機能がある。ネットビューアは形式的には

$$B = \langle N', F', L', E \rangle$$

で構成される。 $N', F', L'$  はハイパーネットの  $N, F, L$  と対をなすもので、 $E : F' \rightarrow F$  は  $F'$  からハイパーネットのフレームを求める写像である。ネットビューア  $B$  は永続的に存在するハイパーネットとは異なり、ハイパーネットの視点ノード  $\tilde{n}$  から  $\Phi(\tilde{n})$  によって動的に生成され、視点ノードの移動に伴い消滅する。ネットビューアは対話的操作のためのウィンドウ・インタフェースを生成し、ユーザはその生成されたインタフェースを通してのみデータを更新することができる。データ隠蔽とアクセス保護は、ハイパーネットの所有者  $U$  の許可モードに応じて

ネットビューアが生成されることによって実現される。図5に同一のハイパーネットから利用者Aと利用者Bとが異なるネットビューアを生成し、別々のインターフェイスを操作する概念図を示す。インタフェース上での操作はネットビューアに対して行なわれ、ネットビューアからハイパーネットに操作メッセージが送られる。データオブジェクトとそれを操作するインタフェースの対象となるオブジェクトを分離することにより、1) 同一のデータに複数のインタフェースを持たせることができる、2) データオブジェクトに表示に関する属性を持たせる必要がないため、データに影響を与えることなくインタフェースを変更することができるなどの利点がある。

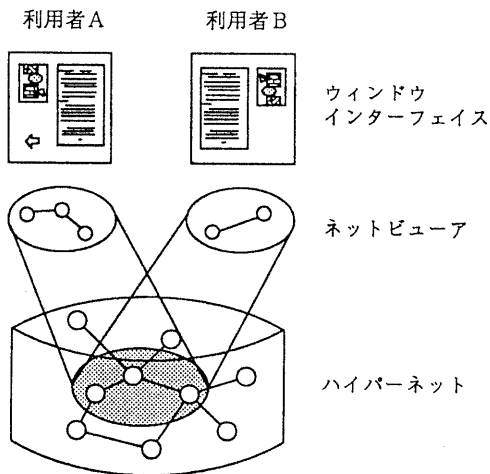


図5: 利用者別のネットビューア

### 3.4 検索処理

リンクを辿ることにより、特定のノードに視点を移動する。リンクから別のノードへの移動は  $R$  写像によって行なわれる。この写像は予め定められた静的なもの、集合演算によって定義され実行時に求められる動的なものがある。本システムにおける検索は  $R$  によってノード集合  $N$  を求めることである。いま、ノード  $n$  からリンク  $l \in \Phi(n)$  を次々に辿って  $i$  バス以内に到達可能なノ-

ドの集合を  $\Pi^i(n)$  とする。すなわち、

$$\begin{aligned} \Pi^0(n) &= \{n\} \\ \Pi^1(n) &= \{a \mid a \in N, \forall l \in \Phi(n), a = R(l)\} \\ \Pi^{i+1}(n) &= \{a \mid a \in N, \forall b \in \Pi^i(b), \\ &\quad \forall l \in \Phi(b), a = R(l)\} \end{aligned}$$

とする。また、ノードまたはフレームを  $j$  としたとき、そこに付加された属性値に関する述語を  $j.p(s)$  と記述する。

例.

1. 現在のノードから10バス以内でアクセスできる文書で、音声データを持ち、山田氏によって作成されたノードを求める。

$$R(l) = \{a \mid \exists \tilde{n}. l \in \Phi(\tilde{n}), \exists a \in \Pi^{10}(\tilde{n}), \exists f \in \Phi(a), f.type=Audio, a.creator="Yamada"\}$$

2. 現在のノードを“comment”というラベルでリンクしているノードの内、8月以前に作成されたノードを求める。

$$R(l) = \{n \mid \exists \tilde{n} \in N, \exists \tilde{n}. l \in \Phi(\tilde{n}), \exists l' \in \Phi(\tilde{n}), l'.label="comment", \tilde{n} = R(l'), n.date < August\}$$

### 3.5 ハイパーネット共有による情報交換

UNIX 上の電子メールや電子掲示板を使うことにより、距離的、時間的に離れた人の中でネットワークを介して電子的な会話を行なうことができる。しかし、汎用的である反面、文字コードのみの会話であったり、話題の推移や関連を明示的に表現できる枠組はない。

本システムでは、ハイパーネットを複数のユーザで共有することにより、非同期的分散型の電子会話システムを実現している。

ハイパーネットはネットビューアが生成したインタフェースを介してのみ操作されるため、許可のないユーザはそのデータを読むことや変更することが不可能となる。これらの機能により例えば、複数のユーザ間で共通の文書と個人の文書間にリンクを張ることができる。個人の文書は他のユーザには見ることができず、それぞれのユーザ独自の文書空間を生成することができる。

#### 4 プロトタイプシステムの概要

作成したプロトタイプシステムは当社のワークステーション AS シリーズを用いて構成している。OS には UNIX, オブジェクト指向データベースには Servio 社製の GemStone を用い、X ウィンドウをインタフェースとし、C および C++ 言語によって実現している。GemStone は C++ インタフェースを備えており、C++ のオブジェクトを永続データとして扱うことができ、[4] で述べられているような永続プログラミングとしてデータベースを操作することが可能である。

ハイパーネットはノード  $N$ , フレーム  $F$ , リンク  $L$  をオブジェクト指向データベースの永続データオブジェクトで実現したものである。図 6 にクラス階層を示す。GS\_Object は GemStone のルートの永続クラスであり、このクラスの全てのサブクラスは永続データとなる。HnNode はノード  $N$  であり、HnFrame はフレーム  $F$  である。HnLink は HnFrame のサブクラスであり、 $L$  を表す。HnText, HnImage, HnAudio はそれぞれコンテンツがテキスト, 画像, 音声であるようなフレーム  $F$  であり、抽象クラス HnMedia のサブクラスである。

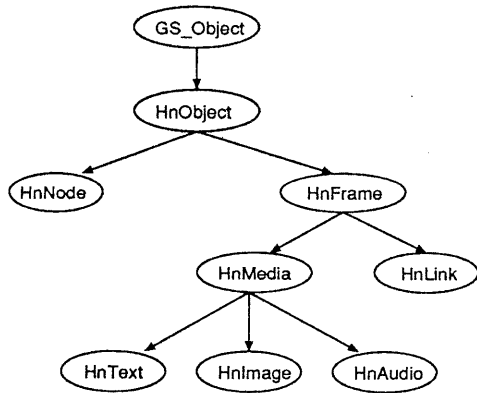


図 6: ハイパーネットオブジェクトの階層

以下に、C++ 風の記述に基づいてクラスの概要を示す。

HnObject には、そのオブジェクトを生成したユーザ ID や、そのオブジェクトに関しての

アクセス権の情報、および、後に述べるビューオブジェクトを生成するためのメソッドが付加され、全てのサブクラスに継承される。

```

class HnObject : GS_Object {
    UserID          creator;
    Set             permission;
    NvObject*      makeView(NvObject*);
};
    
```

HnNode は、ノード  $N$  であり、ノードの内部構造へのポインタを返す `getFrame()` メソッドが付加される。

```

class HnNode : HnObject {
    HnFrame*      getFrame();
};
    
```

フレームには子供のフレームを求めるメソッドとビューオブジェクトに渡す画面上での位置座標を求めるメソッドが付加される。

```

class HnFrame : HnObject {
    Array<HnFrame*> getChildren();
    Geometry        position;
};
    
```

HnLink はノードとノードをリンクするためのクラスである。 `getNode()` メソッドにより、リンク先のノード集合を求める。リンク先のノードが複数求まったら、メニュー形式によりユーザがノードを一つ選択する。

```

class HnLink : HnMedia {
    Set<HnNode*>  getNodes();
};
    
```

ネットビューアは、NvObject をルートとするクラスで構成され、ハイパーネット (HnObject) と類似のクラス階層を形成する。各々のオブジェクトには対となる HnObject へのポインタと X-Window インタフェースのためのコードが書かれている。

各コンテンツは、C++ のクラスで定義される。図 7 にクラス階層を示す。CnObject は抽象クラスであり、全てのコンテンツクラスのルート

クラスである。オブジェクト指向に基づき各クラスを階層的に構成することにより、各種メディアのフォーマットの違いを隠蔽することができ、統一的なインタフェースを介してデータの操作が可能となる。

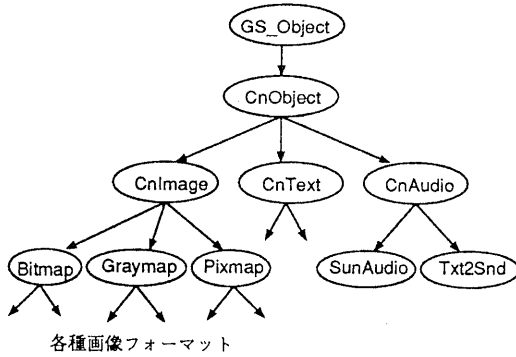


図 7: コンテンツのクラス階層

ハイパーネットを複数の人で共有することにより、電子的な会話を行なうことができる。GemStone では UNIX のファイルシステムと同じようにユーザ別やグループ別に read/write 許可をセグメント単位で与えることができる。セグメントは UNIX のディレクトリに相当するもので、データベース中の全てのオブジェクトはいずれかのセグメントに蓄えられる。オブジェクトを複数の人で共有するためには、その複数の人が読み込み可能なセグメントにオブジェクトを格納すればよい。しかし、GemStone ではセグメントの read/write 許可の指定はユーザと 4 つのグループまでであり、任意の人のグループに設定することはできない。また、既にデータベースにあるオブジェクトに対し、その中の一部のオブジェクトの許可を変更するためには、別のセグメントにオブジェクトを移動しなければならず、負荷が大きくなる。そこで、オブジェクト自身は全てのユーザが読み書きできるセグメントに作成し、オブジェクト自身にそのオブジェクトの read/write 許可を表す属性を設けた。オブジェクトはネットビューアが生成したインタフェースを介してのみ操作されるためデータの一貫性が保たれる。

図 8 に今回試作したハードウェアの構成図を示す。ワークステーション EWS (SPARC Station) と パーソナルコンピュータ (J-3100; IBM PC 互換) から構成される。J-3100 は音声規則合成ボードと電話ボードコントローラとして機能し、EWS とのデータの交換は GP-IB を通して行なわれる。

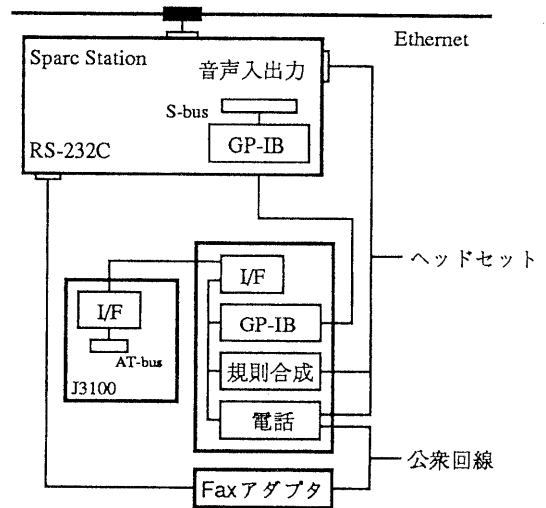


図 8: ハードウェア構成

図 9 に操作画面例を示す。画面の左上に電話、ファックス、住所録などの機能をアイコンで示すデスクトップ環境が表示されている。右上は音声入出力・編集ウィンドウであり、右下は電話およびファックスのウィンドウである。左下は、ネットビューアのインタフェースであり、テキスト、画像、リンクなどが表示されている。

## 5 おわりに

オフィスで用いられる文書や電話、ファックスなどの従来個別に使われている情報機器をワークステーションをベースに統合し、マルチメディアを含む情報を統合的に管理するシステムを提案した。従来の完成された閉じたハイパーテキストとは異なり、外部から時々刻々収集されるメディアを関連する部分にリンクを張るスクラップブック的なシステムである。また、複数の人とリンク



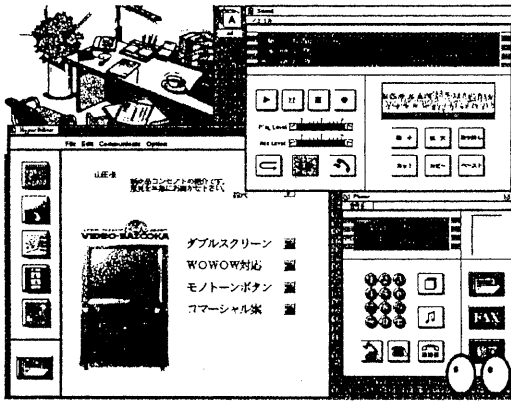


図 9: 操作画面例

を共有することによりグループワークの支援環境を目指している。現在プロトタイプを開発中である。

現システムでは、永続データ（ハイパーネット）を表示／操作するユーザインタフェースのためのオブジェクト（ネットビューア）はプログラム中の関数によって生成されるため、新たなインタフェースを生成するためにはプログラムを再定義しなければならない。ハイパーネットの利用者独自のインタフェースを定義できるようなビューとプレゼンテーションを兼ね備えたシステム ([3]) なども検討したい。

また、AI的手法を採り入れ対象分野の知識をデータベース中に表現し、より柔軟な検索が行なえるように検討していくとともに、実システムとして評価／改良を加えていく。

## 参考文献

- [1] Conklin, J., *Hypertext: An Introduction and Survey*, IEEE Computer, Vol. 20, No. 9, pp.17-41, September 1987.
- [2] Lai, K-Y., Malone, T.W., YU, K-C., *Object Lens: A "Spreadsheet" for Cooperative Work*, ACM Trans. on Office Info. Sys., Vol.6. No.4. pp.332-353, 1988.
- [3] Manou, J.C., Medeiros, C.B., *Interactive Manipulation of Object-oriented Views*, Proc.

of the 7th Int. conf. on Data Eng., pp.60-69, 1991.

- [4] Nguyen, T.A., Wagner, M., Hoffman, B., *PC++: An Object-Oriented Database System for C++ Applications*, Proc. of the 2nd Int. Symp. on DASFAA, pp.109-115, 1991.
- [5] Yonder, E., Akscyn, R., MacCracken, D., *Collaboration in KMS, A Shared Hypermedia System*, CHI'89 Proceedings, pp.37-42, 1989.