

電子図書館におけるグラフィック・インタラクティブ

桂 英史

学術情報センター

マルチメディア・データベースを前提とする電子図書館のユーザ・インタフェースに関する諸問題をデータベース構築の側面から論じる。現在、概念設計の途上にある電子図書館“Cyber Magazine”で想定されるユーザ・インタフェースは、資料形態と利用形態という2つの側面からアプローチすることができる。そこで、そのアプローチを通じてデータに対する基本的な考え方を明らかにすると同時に、目次イメージを表示し操作する環境(グラフィック・インタラクティブ)をユーザに提供するためのモデル構成法に関して述べる。このモデルの構成法においては、ユーザからの問合せや非定形のデータに対するユーザの見方(User View)が重視される。

A Study on Graphic Interactives for Electronic Library System

Eishi KATSURA

National Center for Science Information System

3-29-1 Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo 112, Japan

Abstract

A methodology for constructing the graphic interactive environment model for an electronic library system is described. The electronic library system, which is now under designing conceptually, is a kind of multimedia document system consisting of the multimedia database system and the user-friendly graphic interactive system.

That graphic interactive system allows the users to be able to get easily various bibliographic information including fulltext documents. In order to implement the system, we need a conceptual model taking account of query processing and unformatted data management.

So, in this paper, some problems in terms of modelling for the graphic interactive system are discussed.

1. はじめに

コンピュータを用いて図書館における文献整理を合理化するという考えはそれほど新しいものではない(1)。そして、電子図書館という考え方が、1980年代に入って本格的に論議され始められた。「マルチメディア情報」をめぐるのアプローチは、その背景となっていることは言うまでもない。

文献情報管理においても、処理あるいは管理の対象をフォーマット化(コード化)された情報のみならず、図、表や写真あるいは音など非フォーマットの情報まで広げようとするアプローチが盛んとなっている。

「ハイパーテキスト」(2)あるいは「マルチメディアデータベース」(3)などと称した研究開発は、ここ数年情報通信技術における最も重要なテーマのひとつとして位置付けられ、さまざまなアプローチが試みられている。

電子図書館を実現するためには、文献の形態を横断的に管理することができるようなモデルが必要となる。そこで、本論においては、以下のような議論を展開する。

まず、2章においては、現在論理設計の途上にある電子図書館“Cyber Magazine”で実現されるべき機能を通じて、電子図書館というシステムの特徴を明らかにする。

3章では、文献データの持つ多様性に対して、資料形態と利用形態という2つの側面からアプローチする。また、データ構造に対する基本的な考え方を同時に示す。

4章においては、目次イメージを表示し操作する環境(グラフィック・インタラクティブ)をユーザに提供するためのモデル構成法においては、ユーザからの問合せは非定形のデータに対するユーザの見方(User View)が重視される。本章においては、その諸問題に関して議論する。

さらに、5章においては、4章までの議論を前提に、今後検討されるべき基礎的な諸問題に関して議論する。

2. 電子図書館 “Cyber Magazine”

<図1>は、現在著者らが論理設計の途上にある電子図書館における“Cyber Magazine”が想定する機能を示したものである。このユーザ・インタラクティブのシステム環境が、本論で意図するグラフィック・インタラクティブである。

“Cyber Magazine”のユーザは、このグラフィック・インタラクティブのシステム環境を通じて、

原資料に対して以下のように多様なアクセスが可能となる。

①ユーザは画面上で参照したい雑誌タイトルの目次イメージを表示することができる。その際、目次イメージを表示することに冗長性を感じるユーザ(現在サービスされているデータベース検索のように書誌情報だけを迅速に得たいユーザなど)は、同じデスクトップ上でコマンド検索などを簡単に行うことができる。

②ユーザは画面上に表示されている目次イメージ上の論文タイトルの箇所をポインティングする。すると、画面上には該当する論文の最初のページが表示される。

③画面上に表示された論文イメージは、雑誌のページをめくると同様の感覚でブラウジングすることができる。また、必要に応じて、論文のフルテキストはもちろんのこと、ページの一部例えば図表や参考文献の箇所だけを簡単なポインティングによってハードコピーを得ることができる。

④また、目次イメージ上に表示された著者名の箇所をポインティングすることによって、画面上に該当する著者が過去に書いた論文名のリストを表示することができる。また、そのリストからも原文書のイメージを画面上に表示することができる。

⑤表示したい目次に至るまでのプロセスすなわち参照したい雑誌の名前がわからないような場合には、従来までの文献検索と同様に著者名あるいは論文名そしてキーワードなどによって検索することもできる。

以下のような機能を具備するマルチメディアドキュメントシステムとしての電子図書館は、目次に記述されている情報そのものをユーザとシステムとのインタラクション・モデルとして位置付けるものである。すなわち、ユーザ・インタフェースとして提供されている画像イメージによって、ユーザはその書誌情報を原資料イメージそのまま得ることができる。

従来、図書館という情報管理と情報サービスの環境においては、その管理技術と処理技術に関して、さまざまなアプローチが試みられてきた。しかしながら、文献整理の枠組みで有効な議論が、情報サービスの側面においても有効であるとは限らない。基本的に、オンライン共同目録作業(4)に代表される現在の整理業務においては、資料の膨大な増加量に対応するだけの労働コストを情報通信技術によって支援することを考え方の基本としている。

また、その作業によって得られる書誌データを書誌作成の基本データとして再利用することが同時に図られる。

一方、電子図書館“Cyber Magazine”は、以下のような効用をユーザに対してもたらす。

●速報性の確保

現在でもフロッピーディスクやCD-ROMなどの媒体を通じてカレントコンテンツサービスを行っている例もある。しかしながら、目次イメージを電子媒体上で制御・操作することができる機構を具備することによって、逐次刊行物を始めとしてデータベース作成にかかる大きな時間的コストを削減することができる。

●複雑な書誌管理の回避

目次にはさまざまな書誌データが含まれている。著者名や論文名などの基本的な書誌データはもとより、編集に関する情報や図版などが含まれているものもある。それらを包括的に標準的な書誌データとして加工することは非常に困難であり、むしろ印刷イメージそのままの形態で提供することの方がユーザの数が大きくなればなるほどより効用が大きいことも考えられる。

●書誌作成の支援

目次イメージが蓄積されることそのものがひとつの大きな書誌と言うことができる。この資源をさらに高度に利用するためのツールの作成を容易にする。例えば、総目次の作成やシソーラス作成の局面においても、大きな効用をもたらすものと思われる。そして、目次イメージ上に記述されて

いる書誌データを操作・制御することによって雑誌の総目次やその他大規模な書誌作成を支援する強力なツールとなり得る。

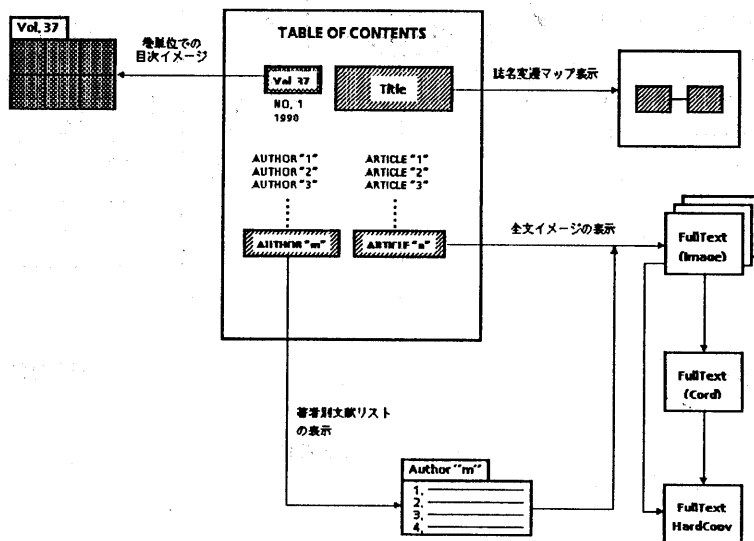
●多様なアクセス・パスの提供

あるユーザ・インタフェースが必ずしも誰にとっても使いやすいものとは限らない。ユーザによっては、それを過剰なものとするユーザも存在するかもしれない。そこで、多数のデスクトップ・メタファを設定することや直接コマンドを入力するなどといった検索方法も同時に提供することによって、さまざまなユーザの要求に応えることができる。

●研究教育支援ツールの提供

電子図書館“Cyber Magazine”は、グラフィック・インタラクティブというひとつのシステム環境においてワードプロセッサなどのアプリケーションを利用する環境を同時に提供するための、全文イメージや機械可読テキストなどを同時に利用することによって、アイデア・プロセッサとしての機能も提供する。

以上のような機能と効用が想定される電子図書館“Cyber Magazine”へのアプローチは、無人の図書館を目指すといった短絡的な代替機能を構想するものではない。それは、電子図書館というシステムが「考えるままに」(5)という情報サービスを高度に媒介する公共財(メディア)として機能することを意図している。



＜図1＞ THE FUNCTIONAL SPECIFICATION FOR “CyberMagazine”

3. 文献情報の属性と基本データ構造

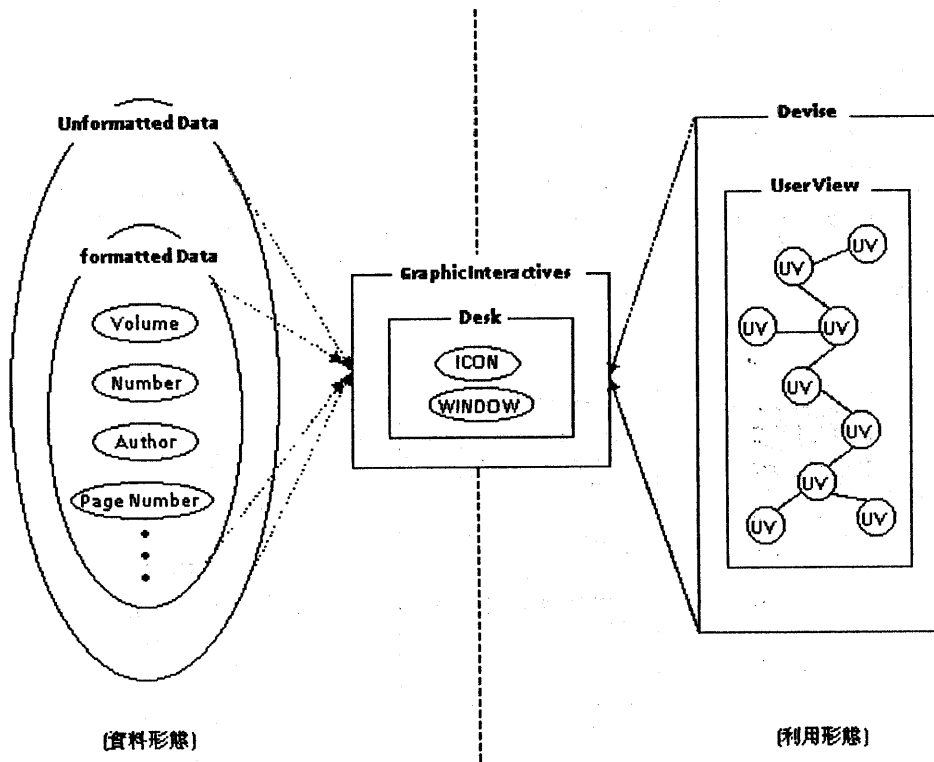
電子図書館“Cyber Magazine”で想定される諸機能を実現する上では、大きく分けて以下のような特徴と問題点を持つ。

- ①非フォーマット情報は、レコードの構造が可塑的であるため、大量かつ高速の処理するための方法論が新たに必要となる。
- ②従来までのデータベース管理システム化構築の方法論は、ア・プリオリなフォーマット化(コード化)を前提とした管理システムであり、イメージ情報を始めとするマルチメディア情報を蓄積、検索あるいは更新することを可能にする管理プログラムを作成するためには、新たな方法論が必要となる。

③文献データベースにおけるマルチメディア化の本来的な意図は多様なユーザの要求に対応することのできるシステムであり、システム構築の前提はこのユーザの間合せをめぐる多様性に対応することができるようなシステムでなければならない。

④従来までのデータベース管理システムに関する方法論においてはユーザ・インタフェースの設計はおよそ二義的に位置付けられているが、“Cyber Magazine”においてはそのユーザ・インタフェースを考慮したデータ操作の方法を重視する。

①に関しては、ある程度の処理効率を実現する上で重要である。ハイパーテキストを用いた文献情報システムにおいては、表示方法に重点が置かれているため、あまり議論されていない。中には従来のメディアや旧バージョンとの比較・評価を



<図2> データの属性

行っているものもあるもの、大量の記憶領域を想定したものではない(6)。

磁気ディスクや光ディスクなどの外部の記憶媒体にファイルとして編成されるデータの集合がフォーマット化されている情報と非フォーマットの情報が混在している以上、記憶領域に対してアクセスする方法とそのインタフェースの操作言語(7)に関してはデータベース管理システムにその機能を具備するルーチンの集合が必要となってくることは言うまでもない。(ただ、本論においては、ユーザの利用形態を重視する立場から、まずこの問題の詳細な議論を行う以前にユーザレベルでの詳細な検討を先行させることにする。)

続く②および③の問題は、システムの全体像をより具体化する上で、重要な論点である。とりわけ、文献を対象とした場合、管理の対象となる文献の検索と利用に関しては十分な議論が必要となる。

以上①から③までの考え方の背景には、一般的にマルチメディア・ドキュメントシステムあるいはマルチメディア・データベースと呼ばれる技術的な課題と共通する問題と言える。ただし、④に関しては十分な議論がなされているとは言えない。

以上のような問題点を考慮に入れて“Cyber Magazine”のグラフィック・インタラクティブを設計するためには、まず外延的なモデル(概念スキーマ)を表現する必要がある。<図2>は、目次イメージをグラフィック・インタラクティブの中心的な管理対象とした場合のスキーマを表現している。<図2>においては、管理の対象となる書誌データとユーザの情報行動とを同時に包括するような表現であることが重視され、ここでは「利用形態」と「資料形態」という2つの側面からアプローチしている。

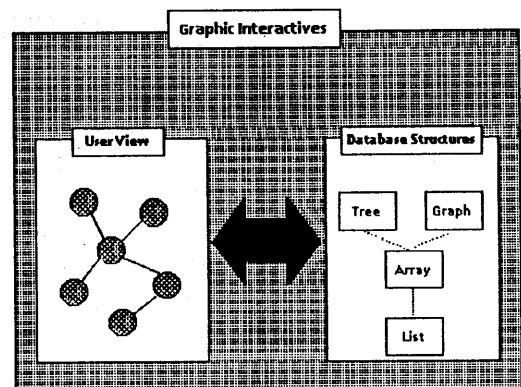
いわゆる書誌データは、文献検索する上での具体的なトリガーである。そして、目次のイメージ情報そのものをユーザが意識することなく、目次の画面上に記述されている文字列を検索という行動でのアクセス・ポイントとして機能させる。ただ、この検索のプロセスは極めて感覚的なものであって、画面の認識と文字列の認識をシステムの側で予め識別することは困難である。そこで、どのようなデバイスを通じてシステムに対して働きかけるかを、ユーザの「利用形態」として位置付けることができる。

また、文献を利用しようとするユーザの検索は、ある動機に基づいて行われている。その動機はそれぞれのユーザによって異なるため、必然的にシステム内に蓄積されているデータに対する観

点(ユーザ・ビュー)が異なり、システムを設計する側からは問合せを一般化することが極めて難しくなってくる。この問合せの最適化をめぐる諸問題は、マルチメディア・データベースの分野においても議論されている(8)が、このユーザ・ビューが「資料形態」と「利用形態」は、データベース上で表現されている内部スキーマの一部をマッチングして生成される問合せであるため、これらをすべて包括する概念モデルを構築することが、ユーザインタフェースの設計においても考慮される必要がある。この問合せの最適化を考慮したものでなければ大量で多様なデータを扱うことは難しくなることは言うまでもない。電子図書館“Cyber Magazine”では、そうした非定形のデータを管理し、ユーザが意識することなく操作することを可能にすることが、操作や制御の機構を検討する上での最も一義的な課題である。

<図2>において特徴的であることは、利用形態が入出力デバイスによって制約されていることにある。つまり、入出力デバイスの挙動を、データベースの統一的操作におけるひとつの大きな要因としている点である。

また、内部スキーマとして用意すべきパラダイムとしては、およそ<図3>に示すような依存関係が想定される。つまり、グラフィック・インタラクティブにおいて実現される表示方法がユーザ・ビューに依存し、またユーザ・ビューはさまざまなデータ構造を持つデータの集まりに依存する。このデータの集まりにあたっては、木表現で表現できるものもあればグラフでしか表現できないものなど、マルチメディア情報が持つ非定形で複雑なデータ構造を想定しなければならない。



<図3> “Cyber Magazine”の内部スキーマ

4. グラフィック・インタラクティブ・モデル

<図4>は、グラフィック・インタラクティブを実現することを想定したモデル構成である。基本的にオブジェクト指向プログラミングにおけるMVCパラダイム(9)をある程度踏襲したものとなっているものの、電子図書館“Cyber Magazine”がマルチメディア・データベース管理システムを前提としたものであるため、さらに複雑なデータ構造に対応することのできるようなモデルを設定することは不可避と考えられる。(ただし、この図はグラフィック・インタラクティブを説明するための便宜である。)

このモデルは前章で述べたデータに対する基本的な考え方に依存していることは言うまでもない。以下各部の位置付けを通じて、その問題点と現在検討している課題に関して議論することにする。

●グラフィック・インタラクティブ部

このグラフィック・インタラクティブ部は、ユーザの全て入力(イベント)を入力として受け付ける領域である。前章においても議論したように、外部ディスクにあるデータに対するユーザの見方は、全てこのイベントという基本的な単位で受理される。ここで言うイベントとは、「マウスで目次イメージの著者の箇所をクリックする」、「メニューを選択する」などユーザに提供されている視覚的環境(デスクトップ)を通じた入力全てを言う。

●プレゼンテーション部

インタラクティブ部は、表示に関する情報を保持する。例えば、「あるウィンドウの中にある雑誌のどの目次イメージを入れ、どの位置に表示するか」といった情報を保持し最適化を図る機構である。(10)

●モデル部

モデルは簡単に言えばアプリケーションの集まりとして位置付けることができる。モデルは完全に受動的であり、表示に関する情報は一切もっていない。ユーザからの問合せとその記述に関する機構と全体を制御する上でのデータを管理する機構とを有する。

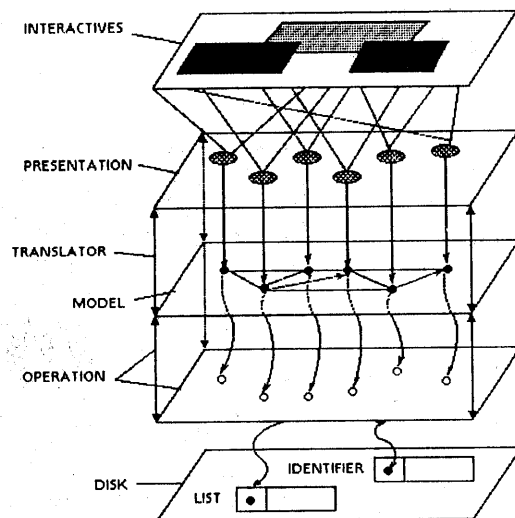
モデル部においては、以下のような機能を有する機構として位置付けられる。

①データ抽象化の定義(11)

非定形で大量のデータを対象とし、しかも常にデータの構造が木表現で可能となるようなデータベースばかりとは限らない。そこで、個別の対象を識別するための属性値が、データベースに格納されたデータを操作する演算(あるいは関数)によって、さまざまなデータ構造を操作に見合うデータ構造に変換する。

②問合せの記述と解釈

リレーショナル型のデータベースにおいては、質問にも関係という抽象度の高い概念を用いられ、あるユーザ・ビューに基づいて閉じた関係演算が体系化している。その結果、問合せに関係なく、インデキシングなどの操作をユーザが意識することはない。前章で議論したスキーマをリレーショナル型の拡張として考えた場合、組



<図4> グラフィック・インタラクティブモデル

(Tuple)をある変数として扱うことによって厳密な閉じた体系として記述できるものの、可変長レコードを関数代数で扱うことは一般的には難しい。そこで、入れ子構造のある組をLOOPSにおけるActive Value(12)として扱うことのできるような問合せ言語を体系化する必要がある。

●トランスレータ部

ユーザの問合せに反応し、適用すべき演算に応じて動的にデータ構造を決定する。と同時に、モデル層やプレゼンテーション層に対してメッセージを送り、問合せに応じて全体の制御を行う機構がトランスレータ機能である。(13)

①問合せの変換

問合せに応じて(ビューに応じて)問合せを最適な形式に変換し、検索効率そのものを包括的に最適化する機構を保持する。

②階層の生成とその挙動

モデル部において定義されたデータのタイプに応じて、操作方法を決定する。

また、この制御部においてはさまざまな多くのトランスレータが駆動する。ただし、これら多くのトランスレータの制御を指示する制御部が必要となる。このトランスレータ制御部はメソッド辞書(アプリケーションの実行記述)を保有し、どのトランスレータが制御を必要としているかを調べると同時に、そのトランスレータに対して該当する制御を指示する。

●オペレーション部

配列による演算を行うと同時に、論理レコードを参照し、ディスクに対するアクセスするパスを最適化する。

マルチドキュメント・システムである電子図書館“Cyber Magazine”を設計するという立場からすれば、上述に示したグラフィック・インタラクティブ・モデルをめぐって、以下のような議論がさらに必要になるものと考えられる。

まず第一の問題としては、「グラフィック・インタラクティブにとって評価の対象は何か?」ということである。

グラフィック・インタラクティブという視覚的システム環境においては、内部表現においてフォーマット化されたデータと非フォーマットのデータとが並存していることをユーザに意識させることなく、操作ができるようなシステム環境でなくてはならない。しかしながら、それをどのように評価していくか、ということに関しては大いに検討する余地があるものと考えられる。何に効率を求めるか、によって得られるシステムの機能に大きな違いが生じることは言うまでもないこと

である。そして、この問題はユーザ・インタフェースの研究一般に関して言えるものと考えられる。

また、先にも述べたように、雑誌を始めとする逐次刊行物のようなメディアは書誌的な属性が多様でイメージ情報としてそれを管理対象とする場合、ファイルの大きさは極めて大きなものになる。しかも比較的短いスパンで更新の頻度が高くなる可能性があるため、挿入、削除、更新などに対する対応にも多様性がなければならない(14)。

第二の問題は、「管理主体とは何か?」という問題である。この問題は、本論においても再三議論を展開してきたユーザのビューの更新や問合せの最適化といった問題と密接に関わることは言うまでもない。その管理は、データの抽象化、演算、制御、記憶領域管理、入出力などによって行われる。そして、その管理を実現するアプリケーションの実行記述は、その設定するプリミティブに大きく依存する。例えば、ユーザ・ビューの更新がレコードの構造にまで及ぶ時には、問合せの操作言語にレコードを初期化することができるような演算子を準備しておく必要がある。その際にも操作する上でのプリミティブ(データ構造)に大きく依存することになる。

本論で述べた電子図書館“Cyber Magazine”においては、目次情報の持つ階層性そのものをプリミティブとして求めることもできるが、どんな対象にも対応することができるという保障はない。また、容易に「ISA」などのデータモデルを利用することは実現上の大きな便宜となるかもしれないが、大規模なシステムになった際一般性を低める原因にもなりかねない。マルチメディア情報を扱うにあたっては、データモデルを重視するといったアプローチそのものを問い直す必要があるものと考えられる。

そして、第三の問題は、「書誌情報の階層性」である。マルチメディア情報で構成される文献空間を管理する上で、書誌項目の存在なくして、管理主体を構成する諸要素を同定することはできない。グラフィック・インタラクティブにおいては、最少限の書誌項目が目次情報として構成されている、ということを前提として構想されている。そして、この書誌項目を用いてスキーマを記述し、問合せを最適化するか、という問題はユーザがデータの操作を指示するプロセスとも密接に関係するため、極めて重要となる。と同時に、データ抽象化によって生成される階層をどのようにユーザ・ビューの更新や問合せの最適化に利用するかということが、想定される機能を最大限に実現する上では極めて大きな問題である。

5. おわりに

非フォーマットの文献情報を管理する方法として、グラフィック・インタラクティブという考え方を示した。また、マルチメディア・データベースを構築する立場からその基本的な考え方に関して議論した。

目次イメージをユーザ・インタフェースのプリミティブとして採用した理由としては、ユーザにとっての理解しやすさということもさることながら、雑誌という原資料において目次は書誌情報の最も組織化された構成要素であることを重視したことによる。

言うまでもなく、目次フォーマットはそれぞれの雑誌タイトルによってバラツキがある。また、目次を構成している書誌項目は、書誌記述の観点から見れば、まるで統一性に欠ける。目次における各書誌項目の構成は、各雑誌の編集方針に依存しているためである。しかしながら、雑誌の原文書を包括的に管理し、迅速にサービスするという立場からすれば、目次情報の持つ書誌的な意義はとりもなおさず重要となる。その時、各雑誌の編集方針を歪曲することなくエンドユーザへ原資料を提供することは、各雑誌を核とするコミュニティを重視する意味からも肝要である。そのため、目次イメージの情報をプリミティブとして利用することは有効であるものと考えられる。

また、システムを構築する立場からも同様である。つまり、膨大な全文情報を管理する上でのプリミティブを目次情報と確定することによって、統一的なモデリングを可能にする。つまり、設計に至るまでのプロセスを誘導した要因がわかりやすくなる。また、そのプロセスの履歴を明確にしておくことは、プログラムの検証、文書化あるいはシステムの拡張などの際にも非常に有効となる。

このシステムにおいては、図書館員やサーチャーはユーザであると同時に、包括的なシステム管理者でもあるので、このモデルのわかりやすさとそのモデリングのプロセスという問題は重要となる。つまり、設計を最適化するという観点からも、目次情報の利用は極めて有効となる。

本論において議論した問題をより詳細に検討していくことはもとより、既存システムとの共存やコンピュータ・ネットワーク上に統合化していく上での方法論あるいはコストの問題なども具体的に検討する必要があるものと思われる。

6. 参考文献

- (1) Genaway, D.C. "Integrated Online Library System," in *The Age of Automation; A Reader of the Professional Librarian, Knowledge Industry Publications, Inc.*, 1984.
- (2) Conklin, J., "Hypertext; An introduction and Survey," *IEEE COMPUTER* 20, 1987.
- (3) Woelk, D., Kim, W. and Luther, W. "An Object-Oriented Approach to Multimedia Database," *Proceeding of the ACM SIGMOD Conference in the Management of Data*, 1985.
- (4) Cleverdon, C. "Optimizing Convenient Online Access to Bibliographic Databases," *Information service & use* 4, 1984.
- (5) Bush, V., "As We May Think," *Atlantic Monthly*, Vol.76, No.1, 1945.
- (6) Egan, E., Remde, J. R., Gomez, L.M., Landauer, T.K., Eberhardt, J. and Lochbaum, C. C., "Formative Design Evaluation of SuperBook," *ACM Transaction on Information Systems*, Vol.7, No.1, 1989.
- (7) Jacob, R. J. K. "A Specification Language for Direct Manipulation User Interface," *ACM Transaction on Graphics*, Vol.5, No.4, 1986.
- (8) Bertino, E., Rabitti, F. and Gibbs, S. "Query Processing in a Multimedia Document System," *ACM Transaction on Office Information Systems*, Vol.6, No.1, 1988.
- (9) Goldberg, A., and Robson, D., "Smalltalk-80: The Language and Its Implementation," Addison-Wesley, 1983.
- (10) Trigg, R., Suchman, L., and Halasz, F. "Supporting Collaboration in Notecards," *Proceeding of the 1986 Conference Computer-Supported Cooperative Work*, 1986.
- (11) Danforth, S. and Tomlison, C. "Type Theories and Object-Oriented Programming," *ACM Computing Surveys*, Vol.20, No.1, 1988.
- (12) Bobrow, D., Kahn, K., Kiczales, G., Masiuter, L., Stefik, M., and Zdybel, F., "Common Loops: Merging Lisp and Object Oriented Programming," *OOPSLA Conference Proceedigs of ACM SIGPLAN* 21, 1986.
- (13) Row, L., & Shoens, K. "Data Abstraction, Views and Updates in RIGEL," *Proceedings of ACM SIGMOD 79 Conference*, 1979.
- (14) Katz, R. and Lehman, T. "Database Support for Versions and Alternatives of Large Design Files," *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol.SE-10, No.2, 1984.