

UNIX環境におけるマルチメディア文書処理システムの設計と実現

二村 祥一 井手 信二 永田 良一

大分大学工学部組織工学科

UNIXの分散形計算環境のもとでの効率的かつ操作的なマルチメディア文書処理システムの構成法について述べた。まず、UNIX環境を水平、垂直の分散形態ととらえ、そこでのデータの配置、処理の高速化等について検討した。その環境の中でマルチメディア文書をハイパメディアとして構成するための方法について検討した。次にハイパメディアを基礎にしてマルチメディア文書処理システムを設計した。それをブラウザ、リンク操作、情報検索等の各サブシステムの統合体として実現した。システム開発のためにデータベースシステムとしてAdbis/DMP、ユーザインタフェースとしてX-Windowを用いた。

A DESIGN AND IMPLEMENTATION OF MULTIMEDIA DOCUMENT PROCESSING SYSTEM IN UNIX ENVIRONMENT

Shouichi FUTAMURA Sinji IDE Ryouichi NAGATA

Department of Information Science and Systems Engineering

Oita University

700 Dannoharu, Oita 870-11, Japan

An implementation of multimedia document processing system in UNIX distributed computational environment which has effective and operational properties is described. First we regard UNIX environment as horizontally and vertically distributed, and discussed data allocation and query optimization of the system in the environment. Next we discussed a method for constructing hypermedia, and then developed a multimedia document processing system which is an integrated system consisted with browser, link operation, and information retrieval sub-systems and so on. We used Adbis/DMP as relational database system, and X-Window system as user interface for the system.

1. はじめに

人間の思考過程を自然に表現でき、さらに思考をより促進するためのシステムが要望されている。そのための道具の一つとしてハイパーテキストがある。ハイパーテキストでは、文書をノードと呼ぶ文書要素に分割し、ノード間に参照関係を示すリンクを設定することにより、文書を構造化し、ノードとリンクからなる文書ネットワークの中で情報の検索が行える[4,8]。現在では、複数のメディアを有機的に結合して計算機で扱うことができるようになってきている[5]。本稿では、UNIXの分散計算環境のもとでの、ハイパーテキストに基づいたマルチメディア文書処理システムについて考察する。(以後、マルチメディアを扱うという意味でハイパーテキストの代わりにハイパメディアと呼ぶ)

UNIXの分散計算環境は、比較的小規模の組織内でローカルエリアネットワークLANとして構成され、広域ネットワークのもとでの計算環境とは多くの点で異なった性質を備えている[6]。UNIX環境では利用者が相互に連絡をとりながら協同して一つの仕事を進めていく、いわゆる分散協調型の処理を行うことができる。また、UNIXでの計算機間のデータ転送は、共通バスなどによる密結合システムほどには速くはないが、広域ネットワークの場合に比べてより高速に行え、両者の中間に位置づけられる特徴をもつ。

2節ではUNIXの分散形計算環境について、3節と4節ではそれぞれハイパメディアシステム、マルチメディア文書処理システムの設計について、5節ではテストデータベースの構築について述べる。

2. マルチメディア処理のためのUNIX分散形計算環境

2.1 UNIXにおける分散形態

LANによって接続されたUNIXワークステーション(以後、WSと略す)の分散形計算環境は、複数の利用者によって個々に作成されたマルチメディア文書を統合するための環境を提供する。そこでは、文書をWS個別に持つこともできるし、ネットワークファイルシステムNFSにより他のWSの文書を自分のWSの文書として扱うこともできる。通常、UNIXの

* UNIXはベル研究所(AT&T)の登録商標である。

分散形計算環境は、図1に示すようにユーザ機能を持つ複数のWSと、サーバ機能を持つWSから構成される。ここでもその様な状況を考え、サーバ機能としてはファイルサーバ機能あるいはデータベースサーバ機能を想定する。それは図のような水平方向、垂直方向をもった分散形態として捉えることができる。この水平と垂直の分散形態において、サーバWSにはユーザWSが共通に参照する安定したデータを、またユーザWSにはWS個別のデータを管理することが効率的であろう。実際的にはデータ開発・作成段階においてはデータ発生元でデータを管理し、必要に応じて最適な場所へ移行することが望ましい。ただし、画像など大量データに関しては、データ発生元よりも利用時に効率的になるような配置を考えることも必要になる。

2.2 処理の高速化 [6,7]

処理の高速化については、各WS内部での処理と複数のWSにわたる処理とを区別して考える必要がある。WS内部での処理に影響を与える要因はCPU時間とファイルアクセス回数である。利用者からの処理依頼は、その処理応答時間がより短くなるようにスケジューリングして実行することが望ましい。例えば、関係データベースにおける関係代数演算においては、できるだけ早く選択演算を実行すべきである。これにより処理の中間結果を小さくすることができ、最終結果を得るまでの実行時間を大幅に短縮することができる。また、処理に先だって、ファイルを分類する；索引を作る；など適切に前処理を施すことにより高速化を図ることもできる。いずれにしてもCPUとファイルの単位処理当りの処理速度の違いを認識しておく必要がある。

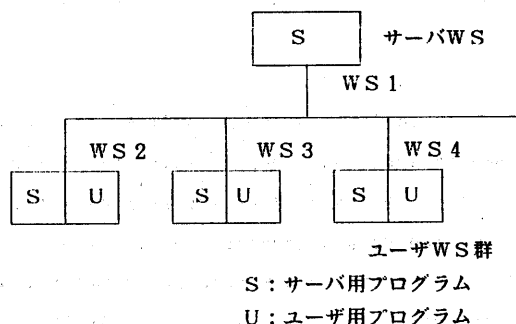


図1. UNIXの分散計算環境

データの分散配置により処理が複数のWSにわたる場合、効率に影響を与える最大の要因はWS間のデータ転送時間である。データ転送は、WS内部の処理に比べて格段に遅い。そのためWS間にわたる処理においてはデータ転送量をできるだけ少なくする必要がある。関係代数演算においては結合を改良した準結合が利用できる。また、転送データ量をより少なくするために、転送前にデータ圧縮を行い、転送後にデータ拡張を行うことも有効である。画像データはデータ量が大きいのでデータ圧縮が特に有効である。画像データに対しては1/5～1/10程度の圧縮が可能であり、圧縮比に比例した応答時間の短縮を図ることができる。

水平分散されたWSの間では分散並列処理が可能である。そのため処理に内在する並列性を抽出し、それを分散処理したのち併合することにより処理の高速化を図ることができる。

UNIXにおいてはNFSにより分散透明なファイル環境を作ることができる。しかし、この場合にも、他のWSのファイル参照には背後において自動的なデータ転送が起こっていることを認識しておかねばならない。効率的な処理という観点からはファイルの所在情報を別途データベースシステムで管理すべきである。

2. 3 ウィンドウシステム

ウィンドウシステムとしてはX-Window (バージョン11リリース4) が利用できる。X-Windowはウィンドウシステムの標準品であり、どの種類のワークステーション上でも動作できる。マルチメディア文書を文書要素に分割し、それぞれを一つのウィンドウに表示する。X-WindowはC言語インタフェースのライブラリXlibをもっている。ここではXlibを利用してより高水準のウィンドウ操作関数や構造体を設計しシステム作成上の効率化を図った。

2. 4 Adbis/DMP

マルチメディア文書管理のために関係型データベース管理機構Adbis/DMPを使用した。Adbisは九州大学大型計算機センターで開発をはじめた推論機能をもつ関係型データベースシステムであり、そのシステムの中でDMPは外延データを管理するため

のツールである。DMPでは関係単位に表形式(tabular form)を作り、また属性値から組を求めるための索引として転置形式(inverted form)を作る[3]。DMPは当初、汎用大型計算機のもとでプログラミング言語Fortranを用いて記述したが、それを大分大学組織工学科のUNIXワークステーションのもとで効率的に動作するように言語Cを用いて書換えを行った[2]。UNIX版のDMPは、データベース定義、データベースのオープン、クローズ、データベース定義情報の参照、データベースの構築や検索、結果表示などの機能をもつ。検索結果は値集合として保存して再利用することができる。特に、表の結合機能を充実した。DMPはそれぞれの機能をCの関数として実現しており、それらを組み合わせることによりデータベースシステムや応用プログラムを記述することができる。DMPを水平分散された各WSに配置し処理の並列化を図る。

2. 5 データベースマシンの利用

大分大学組織工学科の分散形計算環境[1]にはデータベース処理を高速に実行できるデータベースマシンBL300がある[9]。これはサーバ機能を提供する垂直分散された計算機と捉えることができる。データベースマシンは検索言語SQLをサポートしており、またそれをC言語のプログラムから関数の形で呼び出すことができるようになっている。ここでは、BL300をDMPと同じインタフェースで扱うためのC言語関数を作成し、DMPにより構築したデータベースとデータベースマシン上のデータベースとを分散を意識せずに扱えるようにした。

3. ハイパメディアシステム

3. 1 文書のハイパメディア化

マルチメディア文書をハイパメディアとして構造化する。文書全体を文書要素に分け、文書要素をノードとし要素間の関連付けのためにリンクを用意する。文書要素として、ここではまとまった内容をもつ文章や表、図、画像等を想定している。リンクは、ノード内の語句あるいはノード自身と、それに関連した情報、例えば解説、引用、参照等の別ノードとを結合する。各ノードには、一意にノードを識別するキーであるノ

ード番号を与える。ノードとリンクは関係データベースを用いて、ノード表、リンク表として管理する(図2を参照のこと)。ノード表、リンク表の構造は次のように設計した。

ノード表 = [ノード番号, タイトル, ファイル名,
メディア種別, 作成者名]

リンク表 = [リンク元, リンク先, リンク座標,
リンク種別, 作成者名]

ノード表にノード内容をそのまま入れることもできるが、文字列長の大きい文章データや画像データ等については扱いが複雑になる。そのため、ノード表にはノード内容を含むファイルのファイル名を入れた。この場合、データー貫性などのデータベース機能は多少犠牲になる。タイトルはノードの説明である。メディア種別としては文章、図、表、画像などの区別を設定する。

リンク表の、リンク元はリンク元ノードのノード番号を、リンク先はリンク先ノードのノード番号を設定する。リンク座標はリンク元の文書の中のリンクが存在する位置を示す情報で、これはリンク元文書のメディア種別によって違った扱いをする。画像の場合はリンクが存在する位置のX-Y座標であり、文章の場合

ノード表

ノード番号	ファイル名	
n1	file1	→ file1
n2	file2	→ (リンク座標)
...	...	
n8	file8	→ file8
...	...	

リンク表

リンク元	リンク先	リンク座標	...	作成者名
n1	n8	z1		nagata
n2	n5	z2		ide
n1	n6	z3		system
...	...	...		...

図2. ノード表とリンク表

はリンク元の語句を識別するための数値である。この数値はリンクの存在を示す記号と一緒にして、ノード内容の文章のその語句の位置に挿入する。リンク種別はリンクの意味を規定するためのものである。リンク種別により後に述べる連動リンク等を識別できる。リンク表の作成者名はリンクを設定した利用者である。これにより、同一のノード集合に対して、利用者ごとに異なるリンク集合、すなわち異なるハイパメディアをもつことを可能にした。

3.2 キーワード表など

ノード表、リンク表のほかに、任意の表を追加できる。その場合、ノード番号が表結合のためのキーとなる。例えば、キーワード検索を行うためのキーワード表は次のように設計できる。

キーワード表 = [ノード番号, キーワード]

キーワード表をノード表、リンク表と組み合わせることにより、キーワード検索を行いノード集合を見つけて表示したのち、表示ノードに設定されたリンクを一覧表示しその中からノード選択するなどの処理が行える。

3.3 ノードの航行

ノードの航行については二つの場合を考える。一つは本を拾い読みしていくように文書間を移動する場合で、もう一つは特定のノードに関連した情報を参照する場合である。ここでは、これらを区別して、前者をノード移動、後者をノード参照と呼ぶ。ノード移動による航行では、注目している文書(以後、注目文書と呼ぶ)を次々に切り替える。ノード参照による航行では、注目文書はそのまま、参照される文書(以後、資料文書と呼ぶ)を幾つか表示する。

注目文書が選択されたときに自動的に連動して資料文書を表示できれば便利である。この様なときのために、特別の連動リンクによりノードを結ぶことができる。連動リンクは複数のノードを結合させ、まとまりのある複合情報を作るために用意した。連動リンクが多くなると、一度にそれら全てを表示することはできなくなる。その場合にはメニューを作成し、その中か

ら選択できるようにした。

4. マルチメディア文書処理システム

この節ではUNIXワークステーション上に作成中のハイパメディアに基づいたマルチメディア文書処理システムについて述べる。X-Windowを用いてマルチウィンドウのもとで、主にマウス操作により各種の処理が行えるように設計した。注目文書と複数の資料文書を表示するためのウィンドウとしてそれぞれ注目ウィンドウ、資料ウィンドウを設けた。ウィンドウとしては、このほかシステム全体の制御をつかさどるコンソールウィンドウ、ブラウザウィンドウ等がある。全体のウィンドウ構成を図3に示す。

コンソールウィンドウは常時表示し、その中には幾つかのボタンを配置した。ボタンをクリックすることにより目的とする機能が起動・停止される。システム全体の終了は《終了》ボタンをクリックする。

《ブラウザ》はブラウザウィンドウを作り出す。ブラウザは文書構造を視覚的に表示するものである。こ

れによりリンクを一つ一つ辿ることなく、直接に目的のノードを得ることができる。ブラウザは図のように階層構造で示すようにし、ウィンドウサイズを超える場合に備えて縦横のスクロールバーを設けた。また、リンク種別に応じた文書構造を表示できるようにした。これにより、複雑な構造をもった文書を利用しやすい形で扱うことができる。また、文書構造がループ構造である場合には、一度現れたノードが再び現れないようにした。ただし、ループが構成されることだけは分かるようにした。ブラウザは大局ブラウザと局所ブラウザの二つを用意した。大局ブラウザは文書構造全体を表示し、局所ブラウザは、現在の注目文書を中心に上下数段の構造だけを表示する。

《リンク操作》は文書から文書へのリンクを設定したり削除するための環境である。リンク操作環境では、2つの文書を表示し確認しながらリンクを設定する。2つの文書としてハイパメディアからの文書を読み込むこともできるし、また新しい文書を一般のファイルから読み込み、リンク付けしてハイパメディアに取り

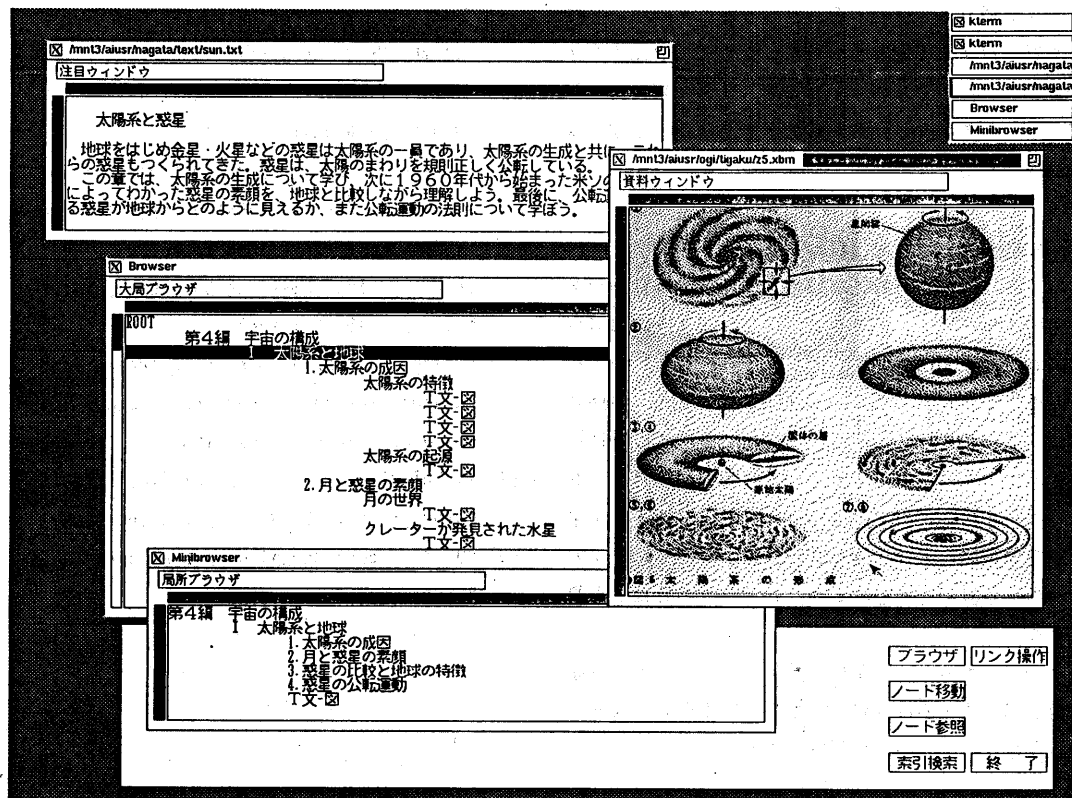


図3. マルチメディア文書処理システムのウィンドウ構成

込むこともできる。

《索引検索》はキーワード検索を行うための環境である。キーワードの論理演算による検索を実行し、検索結果をメニューで一覧表示し、対象文書を注目ウィンドウや資料ウィンドウに表示できる。キーワードはシソーラスにより語の拡張あるいは制限を行うことを検討している。

これらいずれの機能の実行においても、可能なかぎり利用者の文字直接入力が少ないようにした。

5. データベースの構築

作成したマルチメディア文書処理システムの上にテストデータベースを作成した。データとして、改訂版高等学校 地学（数研出版 発行）の第4編「宇宙の構成」を用いた。全編を節（文章）、あるいは小節（文章）、図、表、挿絵（これらは画像）単位に文書要素に分割し、要素間を通常のリンクで結合した。また、各文書要素にキーワードを数個ずつ割り当てた。キーワードは文書内でゴシック体で記載されたものを基礎にして設定した。ノード数、リンク数、キーワード数はそれぞれ251個（このうち、文章データは122、画像データは129）、184個、488個であった。図3はこのデータベースからのブラウザによる検索表示の例である。

6. 終りに

UNIX環境におけるマルチメディア文書処理システムの構成法について考察した。UNIXは利用者が協同して仕事を進めていくのに適した計算環境であり、それを生かしたシステムの構成が必要である。現時点では、データベースマシンをサーバとする垂直分散形態でのシステムが実現できている。地学教科書データベースもこの形態のもとで構築され利用できる。水平分散形態に関しては、現在管理情報を含めてシステムの実現を検討中である。また、システムの評価も課題である。

このシステムは、地学教科書データベースのような学習支援システム以外に、プログラム協同開発環境、会議支援システム等にも応用できる。

謝辞

日頃より御助言、御討論くださる大分大学組織工学科の宇津宮孝一教授、藤田米春教授に感謝致します。

地学教科書のデータベース化とその利用に関しては数研出版株式会社の御了解をいただきました。ここに感謝致します。

なお、本研究の一部は電気通信普及財団の助成を受けている。

参考文献

- [1] 宇津宮ほか：専門情報処理教育のための分散形計算環境(I)(II)，電気関係学会九州支部連合大会論文集，pp.446-447，1989。
- [2] 二村ほか：UNIXのためのデータベース操作言語の設計，電気関係学会九州支部連合大会論文集，p.537，1988。
- [3] 松尾，二村，高木：推論関係型データベース管理システム Adbis，情報処理学会論文誌，Vol.24，No.2，pp.249-255，1983。
- [4] Conklin, E.J.: Hypertext, IEEE Computer, Vol.20, No.9, pp.17-41, 1987。
- [5] Parsaye, K. et al: Intelligent Databases, John Wiley & Sons Inc., 1989。
- [6] Perrizo, W., Lin, Y.Y. and Hoffman, W.: Algorithms for Distributed Query Processing in Broadcast Local Area Networks, IEEE Trans. on Knowledge and Data Eng., Vol.1, No.2, pp.215-225, 1989。
- [7] Ullman, J.D.: Principles of Database and Knowledge-based Systems, Vol.1 and 2, Computer Science Press, 1988。
- [8] Yankelovich, N et al: Intermedia, IEEE Computer, Vol.21, No.1, pp.81-96, 1988。
- [9] SQL Reference Manual & IDMLIB Users' Guide, Britton Lee, Inc., 1988。