

## 追記形記憶媒体を用いた主記憶データベース

## - 文書ファイルシステムへの応用 -

小 塚 雅 之 兼 子 輝 久  
松 下 電 器 産 業 株 式 会 社 技 術 本 部

近年の半導体技術の発展により、データベース全体を主記憶内に格納する主記憶データベースの構築が、技術的にも、コスト的にも可能となってきた。このような主記憶データベースでは、処理効率が高い、データ構造の制約が少ない等の利点と、主記憶が揮発性のため生ずる、データの初期ローディング、更新、RAS方式等の従来のデータベースと異なった問題点とがあり、現在これらの性質に適したデータ構造や検索方式の研究が活発に行われつつある。

本論文ではこれら主記憶データベースの上記の問題点について考察を行い、その解決策として更新履歴による記憶管理方式を提案する。次に本方式が追記型の記憶媒体にも適応可能で、且つ追記という特性を生かしていることを示し、さらに本方式を当社の文書ファイルシステム等に応用した例を紹介する。

study for Main memory Database management systems  
using write once read many media  
- Applied to the documents filing system -

Masayuki KOZUKA Teruhisa KANEKO  
Matsusita electric industrial co., ltd  
3-15 Yagumonakamachi, Moriguchi, Osaka, 570, JAPAN

Owing to the recent development of semiconductor technology, we are able to develop main memory database management system (MMDBMS) which can store all database into main memory. This MMDBMS has some advantages such as high performance DBMS and free data structures. However, it has also some problems, which differs from ordinary DBMS: initial data loading because of its temporary memory characteristic, updating, and RAS.

In this paper, first, we discuss above-mentioned problems of MMDBMS and propose the memory management algorithm by history of updating as the solution of these problems. Next, we explain that this system would be suitable for write once read many (WORM) media and also practically use the character of WORM media. Finally, we introduce some cases which practically apply this algorithm to our documents filing systems.

## 1. はじめに

近年、半導体技術の発展により、メモリの集積度は飛躍的に向上し大容量の主記憶を持ったシステムの構築が可能となった。例えば現在一般的なメインフレームコンピュータでは数10MB以上の大容量の主記憶を持ち、パーソナルコンピュータやワークステーション等のパーソナルユースのシステムでも数MBオーダーの主記憶を持つものが一般的になってきた。このことは、計算機システムのアーキテクチャが処理速度重視の主記憶ベースのシステムに変わりつつあることを示している。

データベースシステムにおいても、増加する処理能力に対する要求や利用範囲の拡大に伴う高度化、高機能化に 대응するために、主記憶を大量に使用しデータベース全体を主記憶上に常駐させる主記憶データベースを構築する方式も提案されるようになってきた。

現状では、このような主記憶データベースを構築する手法は、OA等の分野で使用される小規模なパーソナルユースのシステムで実現されようとしている。一方、大規模なデータベースシステムの場合には必要とされる主記憶の容量等の問題から現時点での実現は困難である。しかしながら、メモリの高密度化と低下する価格を考慮すると、近い将来は一般的なデータベース技術の手法として十分現実的なものになると推定される。

また近年、レーザ技術を応用した新たな記憶媒体である光ディスク等が利用可能となり、これらの記憶媒体はその追記性（改ざんできない）や記憶の大容量性から、イメージ情報の管理を行なう文書ファイルシステム等に利用されている。このような新しい追記型記憶媒体（以下光ディスクで代表して記述する）をデータベースシステムの内部で利用可能にすることがデータベース技術の新たな課題の一つになってきた。現在話題となっているマルチメディアデータベースを実現するためには、記憶媒体とデータ自身の2つのマルチメディア化が必要であり、前者の記憶媒体のマルチメディア化のためには光ディスクの取込みは必須であり、そのデータ自体のマルチメディア化（イメージ情報等の長大データの記憶管理）のためにも大容量な記憶媒体である光ディスクの利用が必要となる〔1, 2〕。

このようなデータベースシステムの実現は、追記型の光ディスク単独で、構成することは難しい。このため通常のシステムでは情報の書き換えが可能な磁気ディスクとの併用により実現している。つまり光ディスク内の情報の管理を、磁気ディスク内に格納した索引情報で行なう。別の方式としては、光ディスクのみによる情報の一元管理により、光ディスク内に格納された索引情報を主記憶内にロードした後に処理を開始する主記憶データベース的な使用形態も考えられる。このような情報の一元

管理が可能な方式を効率よく実現することにより、光ディスク単独での利用も可能となり、記憶媒体のメディア独立性の実現も可能になる。

本論文の目的は主記憶データベースシステム、特に光ディスク等の追記型記憶媒体を使用した主記憶データベースシステムに利用可能な更新及びデータの初期ロード方式を提案し、その有効性を示すことである。まず主記憶データベースシステムの特徴と問題点を明らかにし、次に追記型の記憶媒体を使用したシステムの問題点とその記憶管理方式を概観する。さらに本方式が追記型の記憶媒体を用いた主記憶データベースシステムに適応した場合のアルゴリズムの説明を行ない、本方式が追記型の記憶媒体を用いたデータベースシステムを構築する上で有利な方法であることを示す。最後に本方式を応用した当社の文書ファイルシステムの紹介を行なう。

## 2. 主記憶データベースシステムの特徴

主記憶上にデータベースを展開するシステムでは以下のような特徴がある。

- (1) 主記憶のアクセスコストは均一で高速処理が可能である。
- (2) ポインターを使用することにより物理的配置と無関係に、論理的な構造を作成することが容易である。
- (3) 主記憶は揮発性であるため、データの更新時には主記憶内の処理のみでなく、2次記憶への更新処理が必要となる。
- (4) データの主記憶への初期ローディング処理が必要となる。

このような特徴のため、従来データベース技術（物理データベース技術）で検討されてきた、2次記憶のアクセス効率を向上させる、物理データベースのデータ構造、検索アルゴリズム等の研究に代わって、これら主記憶データベースの特徴を生かすための上記(1), (2)に相当するデータ構造や検索アルゴリズムの研究が必要となり、このような研究が活発に行われるようになってきた〔3, 4, 5〕。

本論文では残る課題である上記(3), (4)に相当する、主記憶内に格納されているデータの揮発性から生じる更新処理及びデータの主記憶への初期ロードについて考察を行う。

## 3. 主記憶データベースの更新処理と初期ロード処理

主記憶データベースにおけるデータの更新処理を考える。主記憶データベースでは、ポインタ等を利用することにより物理的な配置を意識する必要がなく、システムに適した自由なデータ構造を採用することが出来る。

このため主記憶の更新処理は、通常のデータベースの場合とは異なり更新処理に依り変更される部分が局所的でなく、広範囲に分布すると考えられる。更に主記憶側の更新処理を行なった結果を一時的なものではなく、恒久的なものにするために、不揮発性の記憶装置である2次記憶装置に更新結果を記憶する必要がある。この方法としては次の2つの方法が考えられる。一つは通常のデータベースシステムと同様に主記憶内の内容を常に2次記憶装置内に反映する方法であり、二つ目は主記憶システムという性質を生かして更新処理の履歴情報のみを記憶する方法である。

この2つの方法をRAS機能の点から比較してみる。

1の方式は主記憶内の変更箇所が広範囲に分布するため、2次記憶内の更新箇所が多くなり、2次記憶に対する更新処理時間が長い。このため、通常のデータベースシステムと同様に、書き込み中の障害対策を考慮する必要がある。この障害対策処理として更新処理のジャーナルを2次記憶に記憶した後に更新部分の書き込み処理を行なう2フェイズコミット処理が必要となる〔6〕。このジャーナル情報は1つの更新処理の終了時に削除される場合と定期的なバックアップ時まで保存する場合とがある。どちらの場合も更新処理時に処理の履歴（ジャーナルに記憶するもの）と処理結果を2次記憶に反映する必要がある。一般的にはデータベースに何らかの障害が起こり、2次記憶内の主記憶のイメージが破壊された場合の回復方法まで考慮する必要があり、この為には後者の方式が必要となる。その主記憶のイメージの回復方法としては、まず主記憶の初期化を行った後、定期的に行っているバックアップの情報を主記憶にロードし、バックアップ後に行われた更新処理の履歴であるジャーナル情報を用いて更新処理を再度一件づつ復旧する方法が採用されている。

2の方式は主記憶の更新の結果を全て2次記憶に反映する必要がなく、更新処理の履歴情報のみを記憶すれば良いため、2次記憶の書き込み処理は少なく更新処理時間は短縮できる。その上常にジャーナル情報を記憶しているため、障害発生時には1の方式と同じ復旧方式を探ることによりデータベースの回復処理が可能となる。

表1 主記憶データベースの更新処理方式の比較

処理方式	更新処理	RAS方式	初期ロード処理	リカバリー
通常処理+ジャーナル記憶方式	処理方法：複雑 処理時間：長い	定期的バックアップ+2フェイズコミット処理	高速（データの転送時間のみのみ）	非常に遅い
更新履歴管理方式	処理方法：単純 処理時間：短い	履歴の記憶管理のみ	非常に遅い	非常に遅い
更新履歴+補助情報管理方式	処理方法：単純 処理時間：短い	定期的バックアップ+履歴管理	速い（履歴情報が少ない上処理が高速）	速い

次に初期ロード処理について比較する。1の方式は2次記憶内のデータベースと主記憶内のそれとは常に一致している。従って、初期ロード処理は2次記憶内のデータベースのイメージを主記憶にロードするだけの処理で良いため、高速ローディング処理が可能である。2の方式は毎回初期ロード時には、更新処理の履歴であるジャーナル情報を用いて更新処理を一件づつ行なうことにより復旧する方法を取る必要があり、この処理は時間が掛かる。

以上をまとめると、更新処理の容易さやRAS機能のことを考えると更新履歴のみの管理で行なえる2の方式が優れているが、初期ロード処理に時間が掛かりすぎるといった課題があり、現在は1の方式が取られている。そこで初期ロード時間を1の方式なみに近づける事が可能ならば、2の方式の利点が生かせると考え、次のような更新履歴管理方式を検討した。〔第1表参照〕

※ 本論文で提案する主記憶用更新処理アルゴリズム

- (1) 通常の更新処理時には主記憶内の更新処理を再現する際に有用な情報を補助履歴情報として取り出す。
- (2) 通常の更新処理時の2次記憶への書き込みは2の方式と同様に履歴情報のみを記憶する（この際(1)で作成した補助履歴情報も同時に記憶する）。
- (3) まとまった件数の更新処理の後には、すべての主記憶内の情報を2次記憶に格納する。（この際更新履歴情報の初期化を行なう）
- (4) 初期ロード処理（リカバリー時）はまず、(3)の処理で記憶した情報を主記憶内に再生し、その後更新履歴情報（補助履歴情報も含む）を用いてリカバリー処理を行なうことにより初期ロード処理を行なう。

上記のアルゴリズムは、主記憶データベースの物理構成に適應した高速な再更新処理のために有効で、データ量の少ない補助履歴情報を検討し、これを用いて初期ロード処理（リカバリー処理）を高速に処理することがキーとなっている。（詳細は6章で記述する）

#### 4. 追記形記憶媒体を利用したデータベースの問題点

追記形記憶媒体を利用したデータベースや検索システム

を作成する場合は、通常の媒体と異なり書き換えができない。特に光ディスクを使用した場合（以下追記形記憶媒体として光ディスクを考えていく）は媒体の取り外しが可能なためシステムが管理しなくてはならない光ディスクの容量に制限がないという特徴がある。

そこで従来行われてきた方法としては、1次情報の管理情報（物理ディレクトリ：格納順を物理キーとした1次情報の記憶領域管理情報）のみを光ディスクに記憶し、その1次情報を検索するための2次情報（論理ディレクトリ：検索情報、ファイル名等から物理キーに変換するための索引情報）をシステム内の磁気ディスクに格納する方式がある〔7〕。また別な方式として追記形媒体をバックアップ媒体（Read/Only）として扱う方式〔8, 9〕がある。

前者の方式には、光ディスク内の情報の索引情報が媒体側にないため、以下のような問題点が生じる。

- (1) 磁気ディスクの容量で管理できる光ディスクの数が制限される。
- (2) 複数のシステムで光ディスクを共用することが困難である。
- (3) 1つの情報に対して別個の媒体内に管理情報が格納されるため障害対策が弱くなる（光ディスクと磁気ディスクの情報の不整合が生じ易い）。

これらの欠点はすべて、情報が分離して格納されているため起こる。

また後者の方式では更新処理が不可であり一般的なデータベースの構築ができないためここでは議論しない。

そこで、前者の欠点を解消するためには、すべての管理情報（索引等を含む）を光ディスク内に一元的に記憶管理すれば良い。その方式として、光ディスク内の索引の格納方式を工夫して、光ディスク内で処理する方式と、光ディスク内の索引情報をシステム内の主記憶にロードした後、主記憶内で処理する方式とが考えられる。

### 5. 追記形記憶媒体の記憶管理方式

光ディスクの記憶領域管理は基本的には、ボリューム情報部、ディレクトリ部（物理/論理に分かれる）、データ部に分けられる。ボリューム情報部は光ディスク全体の領域の割付情報、ボリュームID等の記憶を行ない、ディレクトリ部では情報の識別子（ファイル名、検索情報等）とデータの格納位置との変換を行なう情報を記憶し、データ部では実際の情報を格納する。

光ディスクの場合、情報は追記されるため、記憶順という一意に識別できる物理キーが存在する。この物理キーを利用するため、1図に示すように、ファイル名や検索情報等の人間が識別できるキーを物理キーに変換する論理ディレクトリと、その物理キーから光ディスク内の実際の記憶位置を取り出すための物理ディレクトリとに分けられている。

光ディスクを使ったデータベースに近いシステムとして文書ファイルシステム〔10, 11, 12〕がある。このシステムでは文書情報と共に文書に付与されたキーワードを管理し、キーワードで光ディスク内に記憶された文書情報を検索するものである。

このシステムの光ディスクの記憶管理方式は物理/論理の2つのディレクトリの格納位置、構成方法等から大きく3つの記憶管理方式に分けられる。これらについて表2を用いて説明していく。

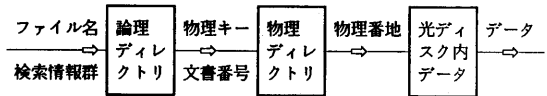


図1 光ディスク内の記憶管理

表2 追記形記憶媒体の記憶管理方式の比較

方式	磁気ディスクとの併用方式			光ディスク 単独方式	主記憶方式 (履歴管理方式)
	単純方式	RAS考慮	検索情報分離		
補助記憶 装置	論理ディレクトリ 検索情報(ファイル名) ⇔ 物理キー(文書番号)			未 使 用	
光 ディ スク 領 域 管 理	ボリューム管理				
	物理ディレクトリ 物理キー ⇔ 物理番地	物理ディレクトリ (検索情報を含む) 物理キー ⇔ 物理番地 検索情報	物理ディレクトリ 物理キー⇔物理番地 検索情報記憶領域 物理キー⇔検索情報	物理ディレクトリ 物理キー⇔物理番地 索引情報領域 検索情報⇔物理キー	物理ディレクトリ 物理キー⇔物理番地 検索情報/更新履歴記憶領域 物理キー⇔検索(更新)情報
	データ部				
利 点	通常のデータベース技術が応用可能			情報の一元管理が可能、光ディスク数に制限がない 光ディスク内で検索処理が可能である	論理構造の制約がない 高速な検索処理が可能
	RAS機能を持つ 文書のみが入力が可能				
欠 点	更新処理が複雑、利用できる光ディスク数に制限がある 複数システムでの光ディスクの共用化が難しい RAS機能が弱い 光ディスクからのリカバリーが非常に遅い			特殊な検索方式/物理構成が必要となる。	索引の初期ロード処理が必要 データベースのサイズが主記憶に制約される

### 1. 磁気ディスクとの併用方式

この方式は、論理ディレトリ部を光ディスク内ではなく、磁気ディスク側に持つ方式で4章で述べた欠点を持っているが、通常のデータベース技術が利用可能で、構成が容易である。

#### (1) 単純方式 [7, 11]

障害処理も含めてすべて磁気ディスク側で検索処理を行なう方式。光ディスク内に論理ディレトリの情報がないため、リカバリーが不能となる危険性がある。

#### (2) RAS考慮方式 [10, 13]

光ディスク内の物理ディレトリに検索情報を記憶することにより、磁気ディスクの障害時に光ディスクからの復旧処理を可能にした方式。

#### (3) 検索情報分離方式

物理ディレトリと別個の領域に検索情報を記憶することにより、一次情報の先行入力を可能にした方式。この検索情報領域は物理キーから検索情報へのアクセスするように構成されているため、光ディスク内での検索処理は困難である。

### 2. 光ディスク単独方式 [可搬形媒体管理方式] [12]

フロッピーディスク等の可搬性の記憶媒体と同じ位置づけで、索引情報の格納方法に工夫して光ディスク内で検索処理を行なう方式。光ディスク内に特殊な形式で論理ディレトリを構成することにより、光ディスク内で情報の一元管理を行う。このため1の方式の欠点を解消した上、障害も起こり難い優れた方式である。しかしながら追記型の媒体に論理ディレトリを構成するため、特殊な物理構成が必要となり、検索処理の効率が悪化する恐れがある。

### 3. 主記憶方式 [履歴管理方式] [14]

光ディスクを使用して主記憶データベースを構成するための構成であり、各文書情報に付与されたキーワード情報を光ディスク内に格納し、その索引情報を主記憶にロードして主記憶内で処理する方式。この方式の障害対

文書番号	検索情報1	検索情報2	...
1	AOKI	ラジカセ	
2	AIDA	ステレオ	
3	MATUMOTO	テレビ	
4	AOKI	VTR	
...	...	...	

図 2(a) 一次正規形の検索情報

策は光ディスク内の検索情報を再ロードすることにより容易である。検索情報がすべて主記憶にあるため処理も高速である。この方式は如何に検索情報を高速に主記憶にロードできるかに掛かっており、そのため登録処理による更新履歴情報を検索情報記憶領域に、削除、変更等の更新履歴情報を更新情報記憶領域に別個に記憶する。この方式の検索情報のロード処理についての詳細は次章で説明する。

### 6. 本論文で提案する更新履歴記憶管理方式

ここでは光ディスクを用いた文書ファイルシステムでの例を用い更新履歴記憶管理方式を説明する。文書ファイルでは、文書毎にその格納順序によって付与される物理キーである文書番号と、その文書を検索するための検索情報群を図2(a)に示すような一次正規形で光ディスク

種類	位置情報1	位置情報2
1. 登録処理 (新規キーワードの登録)	位置情報1 : 論理的に直前のキーワード位置	位置情報2 : 直前のキーワードの最終文書番号領域
2. 登録処理 (文書番号の追加登録1)	位置情報1 : キーワードの修正位置	位置情報2 : 文書番号の挿入位置
3. 登録処理 (文書番号の追加登録2)	位置情報1 : キーワードの修正位置	位置情報2 : 最終文書番号領域の先頭位置
4. 削除処理 (文書番号の削除)	位置情報1 : キーワードの修正位置	位置情報2 : 削除する文書番号の位置
5. 変更処理 (文書番号の変更)	位置情報1 : 新しい文書番号	位置情報2 : 交換する文書番号の位置

図 3 補助情報のフォーマットの例

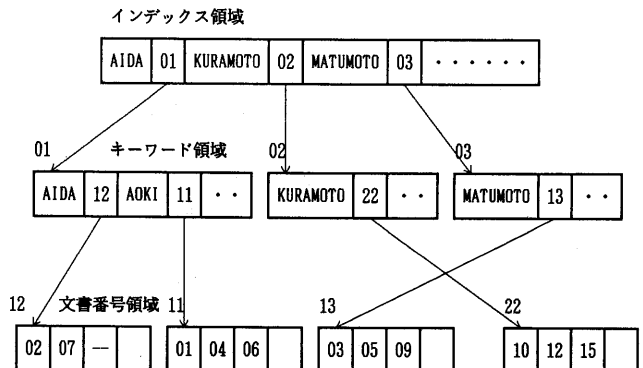


図 2(b) 転置ファイル構造

に記憶する。(5章で説明した3の方式では検索情報記憶領域にこの情報が、また同様な情報が登録以外の更新処理を行なう毎に更新情報記憶領域に格納される。)この更新履歴情報を主記憶内に各属性毎に図2(b)のような転置ファイル構造に変換し格納する。この時の物理的格納方法は履歴情報を取り出した順に主記憶にキーワード、文書番号を別々の領域に前詰めし、論理的な転置ファイルの構造はポインタによって実現している。

図3は補助情報のフォーマットの一例であり、5種類の更新処理を表現している。ここでは補助情報として処理の種類、物理的位置情報(領域の先頭からの相対位置)2組を用いている。

各更新処理について図4、図5を用いて通常の処理とその処理で作成した補助情報を使用した処理とを比較して説明する。ここでの目的は通常の更新処理はかなりの処理量があり、これを初期ロード処理時に各文書番号毎に行っているのは非常に時間が掛かってしまい実用にならないことを示す(1~2万文書程度の文書が光ディスクに記憶できるためこの程度の回数の更新処理が行われることを想定する必要がある)。次に補助情報を使った更新処理を行なうことにより高速な初期ロード処理が可能であることを示す。

図4、5には2段のポインタ列があり、上の列は図2のキーワード領域の論理構造をポインタを用いて示したものであり、下の列は同図の文書番号領域の論理構造をポインタを用いて示したものである。

### 1. 登録処理(新規キーワードの登録処理の例)

検索情報を登録する場合の処理は、新規のキーワードを追加する場合と既に存在するキーワードに文書番号を追加する場合(この場合も文書番号セルに空きがある場合とない場合がある)とに分かれる。ここでは新規キーワードの登録処理のみを説明する。

#### (1) 通常登録処理[新規キーワードの登録]

(処理順序を表す丸付数字は図4に対応している。)

前処理: キーワード領域を検索して論理的なキーワードの挿入位置を探す(この際に、処理方法の振り分けも行っている)。

- ① 空きキーワード領域の先頭に該当キーワードを格納する。
- ② キーワードを挿入する論理的な位置の直前のキーワードの格納位置を位置情報1として記憶する。
- ③ 直前のキーワードの文書番号へのポインタをたどり、このキーワードの管理する最終文書番号領域の格納位置を位置情報2として記憶する。
- ④ 登録したキーワードの次キーワード指示ポインタ情報に直前のキーワードの次キーワード指示ポインタ情報の内容を代入する。

- ⑤ 直前のキーワードの次キーワード指示ポインタ情報の内容に登録したキーワードの格納位置を代入する。
- ⑥ 空き文書番号領域の先頭のセルに登録する文書番号を格納する。
- ⑦ 登録したキーワードの所有文書番号セル指示ポインタ情報に登録した文書番号セルの格納位置を代入する。
- ⑧ 文書番号を登録した文書番号セルの次文書番号領域指示ポインタ情報に位置情報2を付与した文書番号セルの次文書番号セル指示ポインタの内容を代入する。
- ⑨ 位置情報2を付与した文書番号セルの次文書番号セル指示ポインタ情報に文書番号を登録した文書番号セルの格納位置を代入する。
- ⑩ 補助情報の種類の項目を「新規キーワードの登録処理」にする。

#### (2) 補助情報を用いた登録処理

(処理順序を表すカッコ付数字は図4に対応する。)

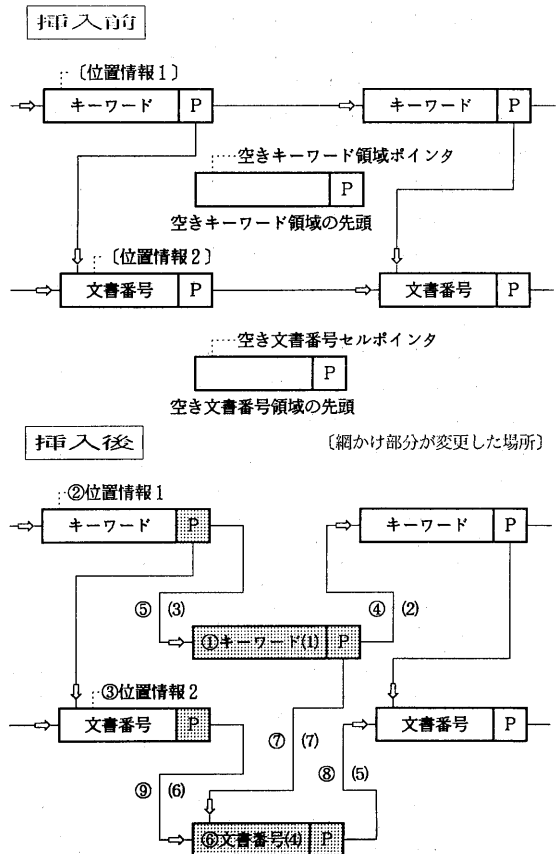


図4 登録処理(新規キーワードの登録)

- (1) 空きキーワード領域の先頭に該当キーワードを格納する。
- (2) 登録したキーワードの次キーワード指示ポイント情報に補助情報1の示すキーワードの次キーワード指示ポイント情報の内容を代入する。
- (3) 補助情報1の示すキーワードの次キーワード指示ポイント情報に登録したキーワードの格納位置を代入する。
- (4) 空き文書番号領域の先頭のセルに登録する文書番号を格納する。
- (5) 文書番号を登録した文書番号セルの次文書番号セル指示ポイント情報に位置情報2を付与した文書番号セルの次文書番号セル指示ポイントの内容を代入する。
- (6) 位置情報2を付与した文書番号セルの次文書番号セル指示ポイント情報に文書番号を登録した文書番号セルの格納位置を代入する。
- (7) 登録したキーワードの所有文書番号セル指示ポイント情報に登録した文書番号セルの格納位置を代入する。

以上の様に時間の掛かるキーワード領域の検索の前処理及び③の文書番号を登録する位置を走査する処理を行う必要が無く、登録する情報の格納と補助情報が示す領域および新規に登録した領域のポイント情報を変えるだけで容易に登録処理が完了することが分かる。

## 2. 削除処理

次に、図5を用いて文書番号の削除処理の場合の処理を説明していく。ここで用いる削除処理は文書番号を削除マークに置き換えることにより削除を行っている。

### (1) 通常の削除処理

(処理順序を表す丸付数字は図5に対応している。)

- ① 削除する文書番号とその文書番号に付与されていたキーワードを取り出す。
- ② 取出したキーワードがキーワード領域のどの位置に格納されているか走査する。発見できない場合はエラー処理を行う。
- ③ 発見した位置を位置情報1として記憶する。
- ④ 該当キーワード領域の所有文書番号セル指示ポイントを用いて文書番号セルの先頭を割り出し、文書番号セル内の削除対象文書番号が格納されている位置を走査する。発見できない場合はエラー処理を行う。
- ⑤ ④の処理の結果、発見した文書番号領域内の削除対象文書番号を削除マークに変更する。
- ⑥ ⑤で削除マークを格納した位置を位置情報2として記憶する。
- ⑦ 削除された文書番号の数を更新する。

### ⑧ 補助情報の種類の項目を「削除処理」にする。

この処理でも②で行うキーワード領域内の削除キーワード位置の検索処理と④で行う文書番号領域内の削除対象の文書番号を発見するための処理に時間を要する。

### (2) 補助情報を用いた削除処理

(処理順序を表すカッコ付数字は図4に対応する。)

- (1) 位置情報2の示す位置に削除マークを格納する。
- (2) 位置情報1の示すキーワード領域内にある登録された文書番号の数を更新する。

以上の処理で処理を終了することができ、処理速度が非常に高速であることがわかる。

以上2つの更新処理について通常の処理と補助情報を用いた処理の比較を行った。これにより本論文で提案した補助情報を用いた更新履歴記憶管理方式により、主記憶内に検索に適したフォーマットの検索情報を高速にロードすることができることを示した。ここでは光ディスクに格納された検索情報を転置ファイル構造に変換して主記憶にロードする例を述べたが、そのデータベースの論理構造に適した補助情報の内容を選択することにより、索引順次編成等の別の論理構造に変換することも可能であり、同様な高速なロード処理が可能である。

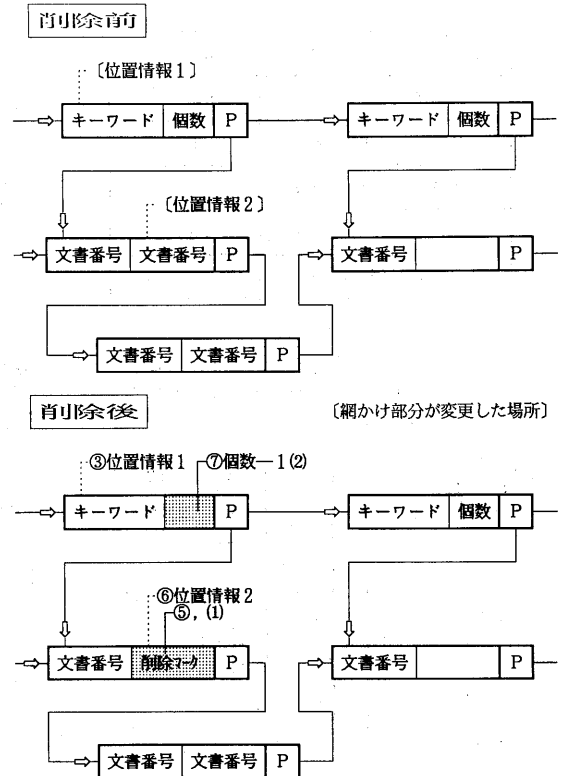


図5 削除処理

7. 当社の文書ファイルシステムに応用した例 [14]

6章の方式の説明に使用した例は当社の個人用文書ファイルシステムに利用したものである。このシステムの構成を図6に、代表的な仕様を表3に示す。

このシステムの設計方針を下記に示す。

- (1) 光ディスクでの情報の一元管理を行い、他の補助記憶装置を必要としない。
- (2) 将来の光ディスクの容量の拡張、メディアの変更にも対応できること。
- (3) 従来に比べ、より高度な検索機能を提供する。

結果として、6章の方式の説明した光ディスク内に格納されている更新履歴情報を高速に主記憶内に再生する本処理方式と、更新処理が一定件数に達する毎(千件程度)に主記憶内の整理を行い、その主記憶内の検索情報のイメージを一括して光ディスクに格納する方式とを採用した。検索情報の初期ロード処理時にはまず後者の方式で一括記憶された情報をロードする。一括格納処理以降に登録された更新履歴情報については前者の補助情報を用いたロード処理により行なう。以上の操作により光ディスクと主記憶のみで検索処理を行うことが可能にす

表3 文書ファイルの検索部分の仕様

項目	容量
1ファイル当りの属性数	16種類
1文書当りのキーワード数	16個
1文書当りのキーワード領域長	256バイト
1文書当りの補助情報長	128バイト
1キーワードの最大長	128バイト
最大文書数(拡張可能)	32000組

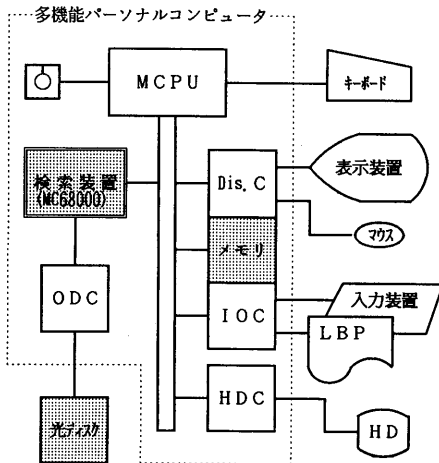


図6 文書ファイルシステムの構成図

ることができた。この時のロード処理時間は補助情報を用いた高速更新処理により、光ディスクからの更新履歴情報の読み出しと主記憶内の更新処理とがほぼ均衡し、光ディスクからの情報の読み出しと主記憶へのフォーマット変換を伴ったロード処理とのパイプライン処理が可能となった。この結果、2万文書を格納した光ディスクの場合において約20秒であった。

本方式を文書ファイルシステムに応用した場合の利点をまとめると、以下のようなになる。

- 1. ユーザーは光ディスクのみを管理すれば良い。
- 2. 光ディスクの可搬性を生かすことができ、複数のシステムで光ディスクを共用できる。
- 3. 一般のデータベースに匹敵する高度な検索機能で文書の管理が可能となった。
- 4. 光ディスクの媒体の変更にも応えられる。
- 5. 障害処理が容易で、強力である。

具体的な検索処理の例を図7に示す。この例は新聞記事検索(新製品発表)の例である。上のウィンドウが記事に付与した検索情報の一覧であり、この中から検索したい属性を選択する(同一属性を複数選択可能)。下が検索のためのウィンドウである。キーワードに付けられた"&"と"\*"マークは正規表現での"\*"と同じ意味であり任意一致を示す。この例は「工業」または「経済」が社名に含まれる新聞が「電波新聞」に掲載された、「電子」または「電気」分野の84年11月以降の記事の中から、製造者名に「松下」が付き、販売者が「松下電器」

キーワード入力				大文字
検索項目				検索式
1 記事タイトル	2 入力者名	3 新聞社名	4 記事内容	
5 分野名	6 掲載日	7 製品分野	8 製品名	
9 製造者	10 販売者	11 地域名	12 関連記事	
13 発売日	14 その他	15 日付	16	

項目	検索式	メモ	キーワード	一括
1 新聞社名	[&工業&]			
2 新聞社名	[&経済&]			
3 新聞社名	[電波新聞]			
4 分野名	[電気&]			
5 分野名	[電子&]			
6 掲載日	[84/11~]			
7 地域名	[&]			
8 製造者	[&松下&]			
9 販売者	[松下電器]			
10 製品分野	[VTR]			
11 製品分野	[カラーテレビ]			
12 製品分野	[オーディオ]			
13 製品名	[&ロード]			
14 発売日	[ ]			
検索式	[(1+2+3)*(4+5)+6+7+8+9*(10+12+11)+13]			

図7 新聞記事検索(新製品発表)の例



であり、商品分野が「VTR」と「オーディオ」にまたがるものか「カラーテレビ」に関するもので、商品名の終わりに「ロード」が付くものを検索する例である。

#### 8. まとめ

以上述べたように本方式は、データベースへの更新処理が行われた際、その処理方法とその処理内容を再現するのに有利になるような相対位置情報等の補助情報とを処理履歴として記憶させる。この処理履歴（特に補助情報）を用いることにより、主記憶内にデータベースを初期ロードまたはリカバリー処理を高速に行なうことを目的にしている。

この方式は、データベースの論理的な構造に依存しないためOSのファイルシステム等にも応用可能であり、かつ光ディスクのような追記形の記憶媒体にも応用可能である。主記憶内にすべての検索のための情報が格納できる場合は、物理メディアの統一的な管理が可能な方式である。

今後は文書、画像のファイルシステムの検索システムから、光ディスク等の追記形媒体のOSへの組み込み方式、一般的なデータベースやマルチメディアデータベースを意識した物理構成法としての具体的検討を進めていきたい。

#### 謝辞

本研究を行なう機会を与えて頂いた、映像情報システム開発推進センタ立松所長ならびに松下電送田中常務、また有益な御助言、御検討を頂いた社内外の関係各位に感謝します。

#### 参考文献

- [1] 小島 功他「意味論データモデルによるマルチメディアデータベース管理について」情報処理学会DB研究会報告50-3〔1985/11〕
- [2] 川越恭二「マルチメディアデータベース実現における技術課題」情報処理学会DB研究会報告50-2〔1985/11〕
- [3] 小島 功他「半導体記憶の大容量化を考慮したデータベースの物理レベルの構成について」情報処理学会第27回全国大会予稿集
- [4] 小島 功「主記憶データベースにおけるファイル構成の性能評価」情報処理学会第31回全国大会
- [5] T. J. Lehman et al. 「A study of index structures for main memory database management systems」1986 VLDB (4B-2)
- [6] J. D. Ullman 「データベースシステムの原理（第2版）」日本コンピュータ協会

- [7] 鈴木秀美他「光ディスクの領域管理方式に関する考察」情報処理学会第33回全国大会予稿集
- [8] 鈴木達郎他「UNIXにおける追記形光ディスクシステムの扱い」情報処理学会第33回全国大会
- [9] 安藤 誠他「追記形光ディスクのパーソナルコンピュータ用補助記憶としての利用」情報処理学会第32回全国大会予稿集
- [10] 杉原泰宏他「光ディスク文書ファイルシステム」National technical report Vol.29 No.5 (1983)
- [11] 山口良治他「画像情報ファイル装置TOSFILE」東芝レビュー-Vol.38 No.6 (1983)
- [12] 森 秀司「イメージ処理向きワークステーション光ディスクファイルシステム”HITFILE-60”」日立評論 Vol.67 No.3 (1985)
- [13] 尾崎 豊 「光ディスク文書ファイルシステム高速大容量データベース」National technical report Vol.30 No.4 (Aug.1984)
- [14] 小塚雅之他「光電子ファイル用検索システム」情報処理学会第32回全国大会予稿集