

高度ファイリングの理念と要素技術 - 文書理解と知的ファイリング -

藤澤浩道 畠山 敦 中野康明 藤縄雅章 東野純一
(株)日立製作所 中央研究所

情報の価値と得られる情報量が増大しており、その情報を分析・分類・選択・利用するための支援技術の要求が大きく、広い意味での文書の高度なファイリング技術が求められている。本論文では、ファイリングの本質的な意味を考察し、将来的なファイリング方式のイメージとその技術課題を明らかにする。そして自動ファイリングと知的ファイリングという概念を明らかにするとともに、それらのための文書理解技術と知識表現技術について述べる。特に、ファイリング対象である分野の知識を利用することにより文書の登録・検索を容易化する知的ファイリング方式と、そのために開発した概念関係モデルと呼ぶ知識表現方式、更に同モデルの知識ベース編集プログラム「概念ネットワークエディタ」について述べる。最後に、この方式を大型コンピュータ上で実現した知的ファイリングシステムプロトタイプ、Unifileとそれによる実験についても触れる。実験では技術関係の記事を逐次的に登録し、1000以上の概念と2000以上の関係とからなる概念ネットワークを構築した。本システムは文書のみならず広い範囲の情報の知的データベースとしても応用できる。

Concept and Technology of Advanced Filing
- Document Understanding and Knowledge-Based Filing -

Hiromichi FUJISAWA, Atsushi HATAKEYAMA, Yasuaki NAKANO,
Masaaki FUJINAWA and Jun'ichi HIGASHINO

Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.
Kokubunji, Tokyo 185, Japan

The increasing amount and value of information today gives rise to the need for more advanced filing technology which supports the analysis, classification, selection and utilization of such information. This paper presents a futuristic system image of advanced filing and its technical issues, including concepts of "Automated Filing using Document Understanding" and "Knowledge-Based Filing." Especially discussed are the knowledge-based filing approach which will ease the registration and retrieval of documents by utilizing knowledge about the world, a concept-relation model for the knowledge representation and the "Concept-Network Editor" as a knowledge representation system. The prototype system called Unifile and its experiments are also described, where a concept network having more than 1000 concepts and 2000 relations has been created. The experiment has shown that the approach is promising and it will have very wide potential applications not only in document filing but also in heterogenous database management.

1. はじめに

情報の価値と得られる情報量が增大しており、その情報を分析・分類・選択・利用するための支援技術の要求が極めて大きい。広い意味での文書は最も重要な情報媒体の一つであり、文書ファイリング技術の高度化が求められている。本論文では、真のニーズに応えるために目的に遡ってファイリングの意味を考察し、高度なファイリング方式の理念とその技術課題について議論する。そして自動ファイリングと知的ファイリングという概念を明らかにするとともに、それらのための文書理解技術と知識表現技術について紹介する。

その中で特に、ファイリング対象である分野の知識を利用することにより文書の登録・検索を容易化する知的ファイリング方式を提案する。また、知識を「概念」とそれらの間に定義する「関係」によって表現する概念関係モデルと、同モデルの知識ベース編集プログラム「概念ネットワークエディタ」について述べる。更に、これらの方式を大型コンピュータ上で実現した知的ファイリングシステムプロトタイプ、Unifileについて述べる。

2. 高度ファイリングの理念

2.1 ファイリングの意味の考察

辞書で単語“file”の意味を調べると、

file: to put or keep, paper or cards for example, in useful order;

a receptacle that keeps loose objects or small objects in useful order.

とある。「いつでも直ぐに利用できる状態」にすることであり、仕舞う行為に主眼がある。また、「そのままにしておくバラバラになってしまう様なもの」を対象とするとあり、一般に情報は断片的に、あるいはランダムに到来することに通ずる。この解釈を進めれば、ファイリングの目的は本の執筆、事典の編纂、ドキュメンテーションなどの目的と意味的に一致する。これらの処理は、情報の収集、クラスタリング、クラスタ間の意味的關係の抽出という過程の繰り返しであり、これら全てを支援することが重要である。すなわち、ファイリングは単なる情報検索以上の深い意味を持ち、究極の目標は収集された断片情報から知識体系を構築することと捉えられる。更に知識体系を有することにより知的な検索が期待できる。

2.2 情報の種類と技術課題

ここでは従来1次情報と2次情報の二つに分類されていたファイリングに関与する情報を6種類に分類し、それぞれ固有の技術課題について述べる。

- 第1種（原文情報）：加工されていないメディア情報であり、イメージで記録することにより情報欠落を最小にできる。内容は著者の主観的情報であるが、メディアとしては客観的な情報である。
- 第2種（出典情報）：表題、著者名、掲載誌名などの書誌的事項と他の文書との引用関係であり、客観的情報である。
- 第3種（抄録情報）：内容に関する記述であり、人間および機械による検索に用いる。インデクサの主観が入っているが、本来は著者の主観的情報である。
- 第4種（評価情報）：受け手の主観的情報。受け手が理解した内容、原文情報の価値（重要性）、位置付け（他の情報との関係）などに関する情報である。
- 第5種（分野知識）：専門知識を含む対象世界に関する情報である。第1種情報から抽出される知識でもあり、第4種情報を得るための判断規準や分類定義などのメタ知識を含む。
- 第6種（一般知識）：ファイル対象に限定されない一般的な知識であり、登録・検索のときに有効に働くべき知識である。

従来の紙の世界でのファイリングは第1種情報のみを物理的に扱っている一方、文献データベースは第2種と第3種のみを扱っている。また、最近の光ディスク記録技術を用いたファイリング装置やオンライン図書館構想[1]は第1種から第3種までを扱うものである。

技術的には、第1種についてはマルチメディア文書を効率的に格納する方法が、第2種と第3種についてはそれら情報を原文書から自動的に抽出して検索情報とする方法が課題である。第3種については、更に意味的な内容まで理解する文書理解技術が将来的な課題である。第4種と第5種の情報は従来の情報検索システムで扱われていなかった情報である。例えば、文献検索を行って情報分析した結果を後日利用できるように格納するシステムが存在しない。すなわち第4種と第5種の情報をも記憶・管理できることがファイリング技術とし

て求められている。これらの技術課題を表1に纏める。

2.3 システムイメージと技術課題

ファイリングシステムのイメージは規模や形態から次の3つに分類できる。

(1)情報サービス形：オンライン図書館や特許情報検索サービスに代表される不特定多数向けの大規模文書データベースである。検索に関しては従来の情報検索を用いることが当面できるが、文書画像（第1種情報）の入力と第2，第3種情報の登録を自動化することが要求されている。

(2)業務指向形：業務の流れに沿った検索が主であり，特許庁内，企業内特許情報システムに代表される。リレーショナルデータベースとイメージファイルの結合と，ネットワークを介した分散形システムとしての課題が大きい。

(3)知識指向形：個人またはグループを対象とした専門家用システムであり，限られた分野について深く細かい知識体系（第4，第5種情報）を組込んだマンマシン性に優れたファイリングシステムである。将来的には記号レベルの知識ベースとは異なり，マルチメディアを扱う知識型ファイリングシステムである。

本論文では，文書理解技術による文書の自動ファイリングと概念ネットワークを用いた知識表現技術による知的ファイリングを提案する。図1にそのシステムイメージを示す。

3. 自動ファイリングのための文書理解

文書理解技術の第1ステップは文書画像から構造理解と文字認識によって第2種および第3種情報を自動的に抽出することによる文書の自動ファイリングである。更に本文をも認識することにより本文検索が可能となる。将来的には第5種情報の抽出，すなわち文書からの知識獲得へ展開できる。

今回，文書の書式や印刷上の約束事項を文書知識として記述しておき，それを参照しながら文書画像から表題や著者名などの書誌の事項を自動的に抽出する技術と，文書の種類や属性を認識する文書識別技術を開発した。これにより，定形文書の種類や表紙，本文，図面などの各ページを識別して検索に必要な情報を抽出することができ，文書をスキャナに供給するのみで登録できるようになる。図2に抽出結果の一部を示す。

文書知識を表現する言語としてはFDL(Form Definition Language)を新たに開発した。FDLはフレーム型言語であり，2次元の一般化された文書構造を記述する。これは言語の構文解析と対比することができ，FDLは文書構造を規定する2次元文法である。これらの詳細については文献[2,3,4]を参照されたい。

4. 概念ネットワークを用いた知的ファイリング方式

4.1 従来のファイリングシステムの問題点

文書ファイリングシステムにはまだ下記のような問題点がある。

- 1) 文書ファイルを新たに構築する際にどのような分類体系にしたらよいか分からない。
- 2) 文書を登録する際にどこに分類し，どの欄に何を入力すべきかが分かりにくい。
- 3) キーワードなど文書に付加されている単語が思い出せないと探し出すことが難しい。
- 4) 思い出し易いように分類項目を粗くすると検索精度が落ちてしまう。

4.2 人間の記憶の特性

上記の問題を解決するには，次のような人間の記憶の特性を十分に考慮することが必要である。

- 1) 事物の具体的な名前などは忘れやすいが，それが何であるかは憶えていることが多い。すなわち，概念的あるいは構成的な上位の概念で憶えている。これは一種の抽象化であり，抽象的な概念からの検索が重要であることを意味する。

包摂的上位概念の例：「何という会社かは忘れたが，大学や研究所ではなくとにかく会社であった。」

構成的上位概念の例：「何市かは忘れたが神奈川県であった。」

- 2) 事物の名前は忘れても，それらの間の関係は憶えていることが多い。例えば，「B研究所が開発したオペレーティングシステムUが主題である記事A」に対して，「～が開発した～」，「～が主題である～」は憶えている。単なるキーワードの集合ではなく，意味的な関係が重要である。

- 3) 薄らいだ記憶は部分的な再刺激により想起する。例えば，関連する情報に接することにより思い出すことができる。従って，何がどのように記憶されているかを適切に見せる機能が重要である。

4.3 知的ファイリングのイメージ

文書の登録や検索を容易にするために、従来ユーザの頭脳に頼っていた分類体系や世界モデルなどの知識をコンピュータの中に知識ベースとして格納することにより、前記の問題を解決する方法を提案する。知識表現方式としては、ユーザの理解のし易さと使い易さを重視して、知識を概念と関係とで構成する概念関係モデルと呼ぶオブジェクト指向の新しい知識表現方式を開発した。

この知識表現方式で表わされる知識体系は概念ネットワークと呼ぶ図式で表わせる(図3)。同図式において、楕円は概念を、矢印は関係を表わす。UNIVERSALは世界全体を代表する。ここで概念とは抽象的なものをも含む任意の事物または事物の集合のことであり、関係とは「～にある～」、「～する～」、「～された～」のように2つの概念を結び付けるもので概念の属性を定義する。今、図3に示すように概念ネットワークに「記事#0014の主題はスーパーミニコンHP-9000で、それはオペレーティングシステムUnix上で走る。また、それはPalo Alto市にあるHP社で開発された。」という事実と、コンピュータや地理などの一般的な知識が記憶されているとすると(*UnixはAT&T Bell Lab.の登録商標)、この知識により「Unixの上で走り、カリフォルニアの会社が開発した計算機に関する記事」という要求から自動的に推論処理を行って「記事#0014」を意味的に検索することができる。すなわち、計算機や会社の名称、あるいはそれが存在する市の名称を忘れてしまっても、その記事を探し出すことができる。

上記のように概念ネットワークの中に文書の世界、プロジェクトの世界、製品の世界、顧客の世界といった扱う文書の中で重要な概念の世界モデルを表現し、各文書とそれら概念とを対応付けておくことにより、断片的あるいは抽象的な記憶情報からの検索が可能となる。更に、この知識をユーザに表示することにより、新しい文書の分類や、あるいは新しい概念の登録をユーザにとって分りやすく容易なものとする事ができる。

4.4 概念関係モデルによる知識の表現

知識の最小構成要素は二つの概念とそれらの間の関係である。関係には概念の上下関係を表す包摂関係と、そのほかの一般的な知識を表す一般関係とそれを具体化した具体関係とがある。また、各関係は双方向からアクセスでき、例えば次のように読むことができる。

(UNIX (IS-DEVELOPED-AT BELL.LAB))

(BELL.LAB (HAS-DEVELOPED UNIX))

概念関係モデルで扱う知識は4つのテーブルで記憶する(図4)。第1テーブルは概念の固有番号とその概念名称からなる。概念名称は任意の文字列で人間にとってのみ意味がある。第2テーブルは概念の包摂関係を記憶するもので、2つの概念番号からなる。第3テーブルは概念間の関係を記憶するための関係テーブルで、2つの概念番号とそれらを結ぶ関係の種類を表わす番号とその関係に付した固有番号とからなる。第4テーブルは、関係を言葉で表わすための言語的な知識を記憶する。第1、第4テーブルのみが言語依存である。

4.5 概念ネットワークエディタ

概念ネットワークエディタは概念関係モデルに基づく知識ベースを編集するためのプログラムである。

1) 表示とブラウジング: 格納されている知識の中身を色々な形式で表示し、かつ歩き回る感覚で中を覗くことができる。表示の方法には、概念階層木、テーブル、概念フレームの各形式がある。図5は地理的な概念の世界の例であり、同図に示すように概念的な分類と構成的(空間的)な分類とが可能である。複数の分類法を同時に適用できる機能は文書ファイリングにおいて重要な機能である。図6は電子計算機の世界をテーブルの形式で表示した例、図7はフレーム形式の例である。これら各々の表示形式に応じて、ネットワーク内を歩き回るブラウジング機能がある。概念フレームの場合には、関係で結ばれている別の概念に「連想的」に世界を移すことができる。

より大局的なブラウジング機能としては、概念を(部分)文字列から探したす機能がある。例えば、文字列"COMPUTER"を入力すると、「電子計算機」と「Computer」が出てくる。すなわち、その文字列から同義語である「電子計算機」が出ると同時に、意味的に異なる雑誌であるところの「Computer」が区別されて出てくる。概念をそれを代表する固有番号と言葉で表現するときの文字列とに分けて記憶しているため、このように同義語や異表記、あるいは同音異義語や同形異義語を適切に扱うことができる。

2) 知識の登録: 新しい概念の登録と定義は以下のように行う。今、パソコンB-16を登録する場合を想定する。まず「パソコン」の世界を呼び出し、その概念の下位概念としてB-16を登録する。次に、その概念の定義をコマンドで指示すると、エディタはパソコンが持ち得る属性を一般概念フレームとして表示する。

ユーザはこれを見て定義すべき項目を選択する。例えば、「開発元」を選択すると、自動的に「電気メーカ」の世界が呼び出される。ユーザはそこでブラウジング機能により「日立」を呼び出す。これにより「B-16は日立が開発した」という事実(B-16の属性)が登録される。もし「日立」が存在しない場合には、その場で「電気メーカ」の下にそれを新規に登録できる。ここで重要なことは、概念ネットワークエディタ自体が再帰的に呼び出されるため、概念の定義の最中にも別な概念の登録ができることである。

3) 概念マッチングによる推論検索: 頭の中に「Unixが走る計算機で、カリフォルニアにある会社が開発したものである記事」というイメージがあったとき、ユーザは一般関係から生成される一般概念フレームのガイダンスにより対話的に次のような質問フレームをコンピュータ内部に生成できる。

(ARTICLE (SUBJECT-IS (COMPUTER (RUNS-UNDER UNIX)

(IS-DEVELOPED-AT (COMPANY (IS-LOCATED-IN CALIFORNIA)

検索は、概念ARTICLEをルートとするサブツリーのリーフである個別概念がそれぞれ上記の質問フレームに意味的に包含されているか否かを、推論を用いながらテストすることにより行う。例えば主題は計算機であるか、その計算機ではUnixが走るか、などを順次テストする。この過程は包摂関係と部分関係を介した属性継承を用いた後向き推論であり、これを概念マッチングと呼ぶ。検索の例を図8に示す。

5. 知的ファイリングシステムプロトタイプUnifile

今回開発した知的ファイリングシステムは知識ベースを用いて文書の登録と検索を実行する大型コンピュータ上の知的ファイル管理プログラムKBFSと、文書画像の蓄積・表示を行う画像ファイル、更にこれらを連結するためのパソコンとから成る。現状システムはMシリーズホストコンピュータ、パソコンB-16/MX、及び画像ファイルHitfile60を用いている。

ユーザは大型コンピュータの端末として動くパソコンから文書の登録や検索を指令し、パソコンは検索結果である文書番号を大型コンピュータから受け取って画像ファイルのディスプレイに文書を表示させる。

今回開発したソフトウェアKBFSは約1万行のLISP言語で書かれており、KBFSの核は概念関係モデルに基づいて知識ベースを作成したり編集したりする概念ネットワークエディタである。

本システムを用いて技術関係の記事約70件を実験的に登録した。その結果、67種類の一般関係が必要となり、概念と関係の数がそれぞれ約1150と2300である概念ネットワークが構築された。これら概念の内、200個が一般的な概念であり、具体的には80名の人間、60の会社、20の大学、15の研究所、70種の出版物、45の都市、42種の計算機、などが登録された。1件の記事の登録には10~30分がかかった。多くの時間は一般概念と一般関係の登録にかかっており、一般的な知識体系が構築されてからはほぼ10分で登録できた。

6. まとめ

ファイリングの本質的な意味を考察し、究極の目標は断片情報から知識体系を逐次的に構築することであることを論じ、自動ファイリングと知的ファイリングなるアプローチを提案した。特に世界モデルを概念ネットワークでコンピュータに記憶させ、文書の登録と検索を容易にする方式について述べた。

以下、今回開発したプロトタイプシステムUnifileの機能的な特徴を纏める。

- 1) 概念ネットワークにより、情報を整理し、着実に積み上げて知識として体系化することができる。
- 2) 知識ベースの中身を色々な形式で見える機能と表示形式に応じたブラウジング機能を提供する。
- 3) 同音異義語や同形異義語を意味的に区別して扱うことができる。
- 4) ガイダンスに従うことによって新しい知識の入力と検索における欲しいものの記述とが容易にできる。
- 5) コンピュータ内の具体的な記録と人間の抽象的な記憶とのギャップを推論処理により埋めることにより、抽象的あるいは意味的な検索ができる。

以上の様に本方式によれば、オフィスにおける業務内容や関連分野の知識を知識ベースとして登録しておき、多種多様な広い範囲の文書を簡単に分かり易く検索できるように管理することが可能である。更に、文書ファイリングとしてだけでなく知的データベースとしても使用でき、広い用途への応用が期待できる。

7. 謝辞

東京大学で開発したUtilispを利用したことを記し感謝の意を表す。

8. 参考文献

- [1] 猪瀬博：原文書データベースの開発について，大学図書館研究，No. 20, pp. 1-7, 1982
- [2] 藤澤他：高度ファイリングの基本理念-知的ファイリング，第3 1情処全大2N1~5, 1985
- [3] 東野他：書式定義言語による文書画像理解，信学会総合全国大会，S10-2, 1985
- [4] 中野，藤澤：自動ファイリングのための文書理解の一方式，信学会パターン認識・理解研究会，1986, 7月発表予定
- [5] 東野他：矩形領域の集合表現に基づく知識表現言語FDLと文書画像理解への応用，信学会パターン認識・理解研究会，1986, 7月発表予定
- [6] H. Fujisawa, et al., A Personal Universal Filing System Based on the Concept-Relation Model, Proceedings of First Int. Conf. Expert Database Systems, Charleston, SC, 1986, pp. 31-44
- [7] F. N. Tou, et al., RABBIT: An Intelligent Database Assistant, Proceedings AAAI-82, Pittsburgh, Pa, 1982, pp. 314-318
- [8] P. F. Patel-Schneider, et al., ARGON: Knowledge Representation Meets Information Retrieval, Proceedings of First Conf. Artificial Intelligence Applications, 1984, pp. 25-30
- [9] R. J. Brachman, et al., An Overview of the KL-ONE Knowledge Representation System, Cognitive Science, 9, 1985, pp. 171-216

表1 知的ファイリングの技術課題

ファイリング情報		技術課題	
		文書理解	知的検索
第1種	原文書(テキスト, 図形, 写真)	カラー・写真混在文書入力 構造化入力	高速ページめくり 構造化表示
第2種	書誌事項(表題, 著者etc)	書誌事項認識入力 書誌・原文書対応付	自由語検索
第3種	抄録情報(記述子, 抄録)	本文認識 自動抄録	フルテキストサーチ
第4種	意味情報(関係, 分類etc)	知識表現 意味理解	推論検索
第5種	分野知識(世界モデル, 事実)	知識獲得 知識ベース管理	意味的検索
第6種	一般知識(常識など)	知識表現	知識利用

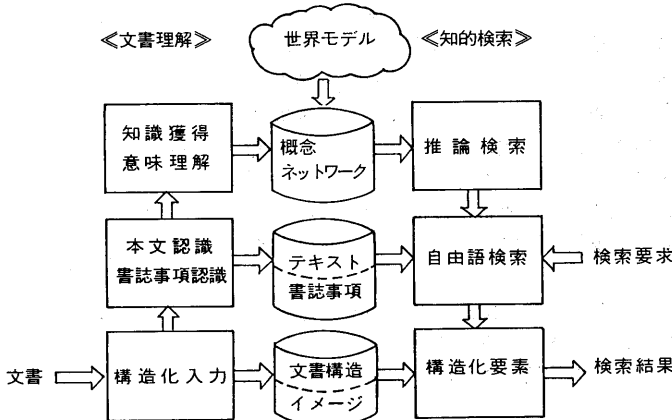


図1 知的ファイリングの概念

公開特許公報

入力文書

公開特許公報 (A) 昭56-47876

特許名称 文字認識方式

出願年月日 昭54(1979)9月28日

公開番号 昭56-47876

特許名称 文字認識方式

出願年月日 昭54(1979)9月28日

図2 文書画像からの書誌的事項抽出

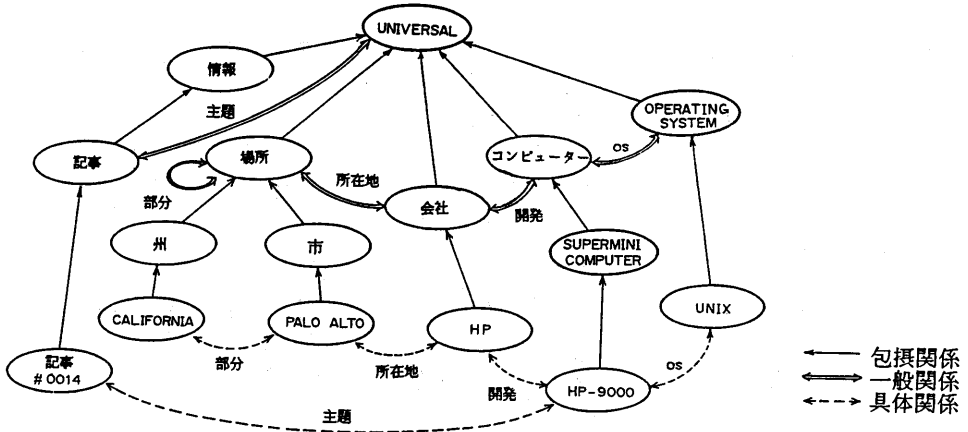


図3 概念ネットワークの例

ENT#	CONCEPT
CH1150	HITFILE60
CH1149	NEWSH0301
CH1148	大阪市 オオサカシ
CH1147	NEWSH0288
CH1146	T-550-27
CH1145	N-6370G
CH1144	NEWSH0268
CH1143	NEWSH0267
CH1142	音声理解 オンセリカイ
CH1141	パターン理解 パタンリカイ
CH1140	文書入力OCR ファンクションウリョクOCR
CH1139	NEWSH0254
CH1138	INSシステム INS

(a) 第1テーブル

CHILD	PARENT
CH1150	CH1092
CH1149	CH1119
CH1148	CH0217
CH1147	CH1119
CH1146	CH0465
CH1145	CH0571
CH1144	CH1119
CH1143	CH1119
CH1142	CH1141

(b) 第2テーブル

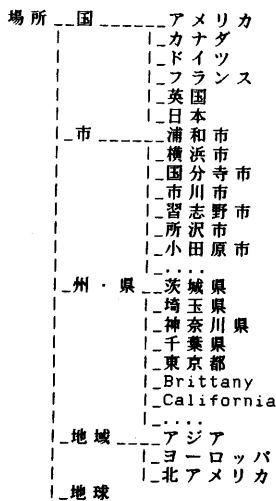
REL#	RELSHIP#	CONCEPT-L	CONCEPT-R	CLASS
R#1085	RS#0067	CH0362	CH1076	INST
R#1084	RS#0025	CH0075	CH1074	INST
R#1083	RS#0025	CH0073	CH1073	INST
R#1082	RS#0024	CH0073	CH0359	INST
R#1081	RS#0067	CH0212	CH1071	INST
R#1080	RS#0024	CH0076	CH1071	INST
R#1079	RS#0025	CH0076	CH1070	INST
R#1078	RS#0025	CH0977	CH1070	INST
R#1077	RS#0025	CH0072	CH1070	INST

(c) 第3テーブル

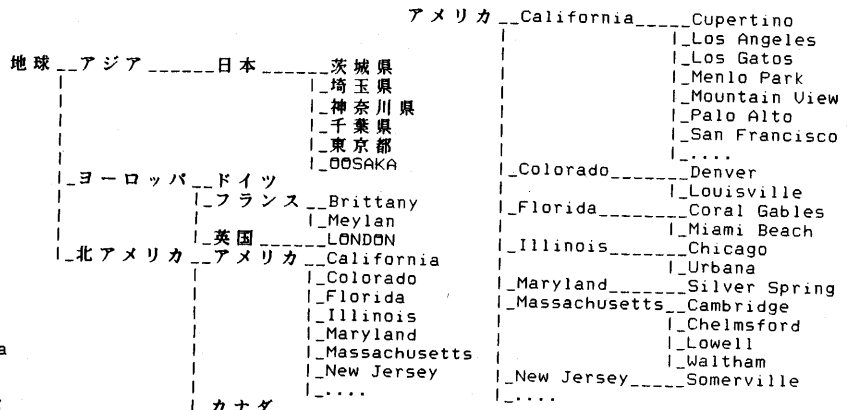
RELSHIP#	RELATIONSHIP	LR	RL	REL#
RS#0010	ACADEMIC-TITLE	を持っている	に与えられてい る	R#0031
RS#0011	AFFILIATION	で働いている	を従業員とする	R#0036
RS#0029	ANNOUNCEMENT	によって発表さ れた	を発表した	R#0171
RS#0049	ATTACH	を接続している	に接続されてい る	R#0555

(d) 第4テーブル

図4 概念関係モデルによる知識の表現



(a) 概念的分類



(b) 構成的分類

図5 地理的な概念の世界一概念木表示

電子計算機	IS-A	で開発された
APPLE-LISA	パーソナルコンピュータ	.
APPLE-MACINTOSH	パーソナルコンピュータ	.
R-16	パーソナルコンピュータ	.
MUS-9000	ワークステーション	Cadmus Computer Systems Inc.
CHU Work Station	ワークステーション	Information Technology Center
COMPASS-CENTRAL-MINICOMPUTER	ミニコンピュータ	.
Dolphin	リスアマシン	PARC, Xerox Palo Alto Research Center
Domain II	ワークステーション	Apollo Computer Inc.
Dorado	リスアマシン	PARC, Xerox Palo Alto Research Center
FACOM-ALPHA	リスアマシン	富士通
FACOM-S3000	スーパーミニコンピュータ	富士通
H-10	ミニコンピュータ	.

図6 テーブル表示の例

No. 中央研究所		No. 文書入力OCR	
1 研究所	である	1 OCR-BY-HITACHI	である
2 国分寺市	にある	2 小田原工場	で開発された
3 日立製作所	の中にある	3 中央研究所	で開発された
4 文書入力OCR	を開発した	4 小田原工場	によって生産された
5 東京都国分寺市東恋ヶ窪1-280	を住所とする	5 NEWSHO267	の主題である

図7 フレーム表示の例

BROWSE>S

42 個の["電子計算機"]に対応する項目があります
下記の概念の["電子計算機"]を捜します

1. Californiaにあるメーカーで開発された電子計算機は...

70回の概念マッチングを行いました
6個の["電子計算機"]が質問フレームと対応がとれました

1. Los AngelesにあるLisp Machine Inc.で開発されたLAMBDA-4X4

1. Los AngelesにあるLisp Machine Inc.で開発されたLAMBDA/PLUS

1. Palo AltoにあるHewlett Packard Co.で開発されたHP-9000

1. Palo AltoにあるHewlett Packard Co.で開発されたHP-3000

1. CupertinoにあるApple Computer Inc.で開発された
APPLE-MACINTOSH

1. CupertinoにあるApple Computer Inc.で開発されたAPPLE-LISA

詳細表示をしますか(Y/N)N
(LAMBDA-4X4 LAMBDA/PLUS HP-9000 HP-3000 APPLE-MACINTOSH APPLE-LISA)

BROWSE>TAB **

電子計算機	IS-A	で開発された
APPLE-LISA	パーソナルコンピュータ	Apple Computer Inc.
APPLE-MACINTOSH	パーソナルコンピュータ	Apple Computer Inc.
HP-3000	ミニコンピュータ	Hewlett Packard Co.
HP-9000	スーパーミニコンピュータ	Hewlett Packard Co.
LAMBDA-4X4	リスアマシン	Lisp Machine Inc.
LAMBDA/PLUS	リスアマシン	Lisp Machine Inc.

図8 知的検索の例