

## 知的ファイリングシステムの ビジュアルインタフェース

木内 伊都子 島山 敦 藤澤 浩道

(株)日立製作所 中央研究所

文書ファイリングシステムでは、ユーザのおぼろげな記憶からでも検索できるということが重要である。そこで、記憶がおぼろげになっても、どのようなことなら人間は覚えているのかを調べる簡単な心理実験を行った。この実験の結果得られた記憶特性を分析し、人間的要因からくる要求に応えるためのシステム機能を抽出した。そして、記憶を想起するプロセスに沿った検索文の編集機能、および記憶を想起する再刺激を与えるために、知識ベースの中身を視覚化する機能が必要であることを明らかにした。さらに、これらの機能を実現するビジュアルエディタ (Concept Browser) を新しく、試作した。

### Visual Interface for an Intelligent Filing System

Itsuko Kiuchi, Atsushi Hatakeyama, Hiromichi Fujisawa

Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

Kokubunji, Tokyo 185, Japan

For an advanced document filing system, it is very important to allow users to retrieve documents from dim memory. To find out what we can remember clearly, we have conducted a psychological experiment.

Then we discussed human memory characteristics and system functions to fulfill demands from such a human factors. As a result, two functions have turned out to be necessary for the advanced filing system. One is query editing that allows users to create queries along their recall process. The other is the function to visualize the contents of the knowledge base, by which users get stimuli as reminders. A prototype of a "visual editor" has been developed to test the effectiveness.

## 1. はじめに

ファイリングシステムをユーザにとって使いやすくするためには、対話インタフェースの研究が重要である。人間は、非常に物事を忘れやすく、いざ欲しいものを探したそうと思ってもなかなか思い出すことができないということが良くある。そこで、おぼろげな記憶からでも検索ができるインタフェースを開発するために、まず人間の記憶特性を調べるための簡単な心理実験を行い、実験結果から人間の記憶特性を分析した。さらに、分析結果を検討し、検索システムはどのような対話機能を持つべきかを明らかにして、視覚的インタフェース（ビジュアルインタフェース）を設計し、プロトタイプを試作した。

## 2. 検索システムにおける対話方法

検索とは、欲しいもの（情報）を探し出すことであり、そのためには、欲しいものをシステムに伝える必要がある。その方法としては、以下の2通りの方法がある。

### (1) 欲しいものがどこにあるかを伝える方法

・・・「場所」による検索

### (2) 何が欲しいかを伝える方法

・・・「内容」による検索

また、「内容」で検索する方法としては、以下の

(a), (b)に示す2通りの方法が提供されている。

#### (a) 欲しいものを言語的に記述する方法：

- ・ キーワード（いわば片言）
- ・ 形式言語（例：SQL）
- ・ 自然言語（技術的にまだ難しい）

利点：欲しいものに当たれば一度で到達  
問題点：おぼろげ、あいまいな記憶からの検索が難しい

#### (b) 視覚的に示されたものから選択する方法：

- ・ 階層的なメニュー選択
- 利点：良く覚えていなくても、見ることにより思い出す  
問題点：広い範囲からの検索に適さない。  
欲しいものを探し出すのに時間がかかる。

これらの利点・問題点を考慮すると、双方(a),

(b)の利点を生かした方法(c)が考えられる。

#### (c) 記述と選択のハイブリッド

- ・ 言語的方法—大局的な検索
- ・ 視覚的方法—局所的な検索

上記の(a), (b), (c)は、対話方法として次のように見ることが出来る。

#### (a) ユーザからシステムへの一方向的対話

・・・対話主導権はユーザ側

#### (b) システムからユーザへの一方向的対話

・・・対話主導権はシステム側

#### (c) 双方向的な対話

・・・対話主導権を双方が持つ

したがって、本研究では、(c)の双方向的な対話を実現することを目標とする。このように、イニシアティブを共有する対話方法は、人間と人間との対話で実現されているものであり、技術的にも研究する価値がある。

一方、マンマシンインタフェース方式としては、以下のような方法が最近常識的になっているが、本研究においてもこれらの方法を駆使している。

#### ① アイコンを用いた視覚的な方法

(Visual interaction)

#### ② 直接操作方式 (direct manipulation)

#### ③ マルチウインドウ機能

## 3. 対話機能の検討

人間は、非常に物事を忘れやすい。従って、欲しいものを陽に言い表すということは、人間にとって難しいことが多い。日常会話の中に「あれ」とか「それ」とかという代名詞が頻繁に使われていることを考えてもわかるであろう。特に、おぼろげな記憶からでは、欲しいものを具体的に言い表すことができない。そこで、人間のこれらの特性を考慮して検索システムの対話機能を設計することが重要である。

### 3.1 人間の記憶特性の検討

おぼろげな記憶からでも検索できる検索システムを開発する為には、検索を行う人間の記憶特性、すなわち、どのようなことだったら覚えていたのか、またどのようなことがきっかけとなって思い出すことができるのかを理解する必要がある。そこで、人間の記憶特性を調べる為、以下のような心理学的実験を行った。

(A)被験者：4名（部内の研究者 年齢27才～29才）

(B)実験方法：

①被験者に各々30件の新聞記事を読んでもらう。  
各記事の中で重要だと思う語句（概念）に印をつけてもらう。

②読み終わった所で第1回実験を以下の様に行う。

1)覚えていたことを紙に書かせる。

2)各記事に対して、下記のa)-d)の順でその記事の存在を思い出さきっかけ(ヒント)を与える。そして、被験者が記事の存在を思い出した時点で、その記事に対して覚えていること

をインタビュー形式で質問しその回答の過程を録音する。

- a)記事の文字列とイメージを黒く塗り潰したのを見せる。
- b)記事にイメージ(写真)が付いているものは、そのイメージだけを見せる。
- c)記事の主タイトルを見せる。
- d)記事のサブタイトルまで見せる。

③ 2週間後、第2回実験を行う。

実験方法は第1回実験と同じである。

④ 録音した結果を分析する。

この実験では、印を付けた語句は被験者が覚えたいと思った情報であると見なした。すなわち、印をつけた情報は知識ベースに登録し、思い出した情報は検索文として検索システムに投入することを想定している。(C)実験結果：実験結果の一例を以下に示す。

第1図は、この実験の分析結果の一例であり、記憶が徐々に鮮明になっていくプロセスを示している。同図において、思い出すことのできた「概念」と、同じく思い出すことのできた「関係」を、それぞれ円と矩形で示す。被験者は、時間が経過すると共に、矢印で示すように概念を言い直したり、外的な刺激(ヒント)により新たな概念を想起する。第1図に示すように、外的刺激、つまり、実験者からのヒントや部分的なイメージ情報により、被験者は、最初に思い起こした「計算機」が「ワークステーション」であったと言い直した。あるいは、被験者自身が思いだした「ワークステーション」ということをきっかけとして、「ワー

クステーション」を開発しているところであるから、「有名会社」とは、「A社」のことかもしれないと発言した。しかし、その後で、やはり「A社」というのは間違っているかもしれない。でも、少なくとも、「電気メーカ」であったと言い直したりした。このように、最初に思い起こされた3つの概念から成る文(1)から順次記憶は鮮明になって行き、最終的には、文(7)まで具体化したことになる。しかし、被験者が記事を読んだ時に覚えようとした内容までは思い出すことができなかった。

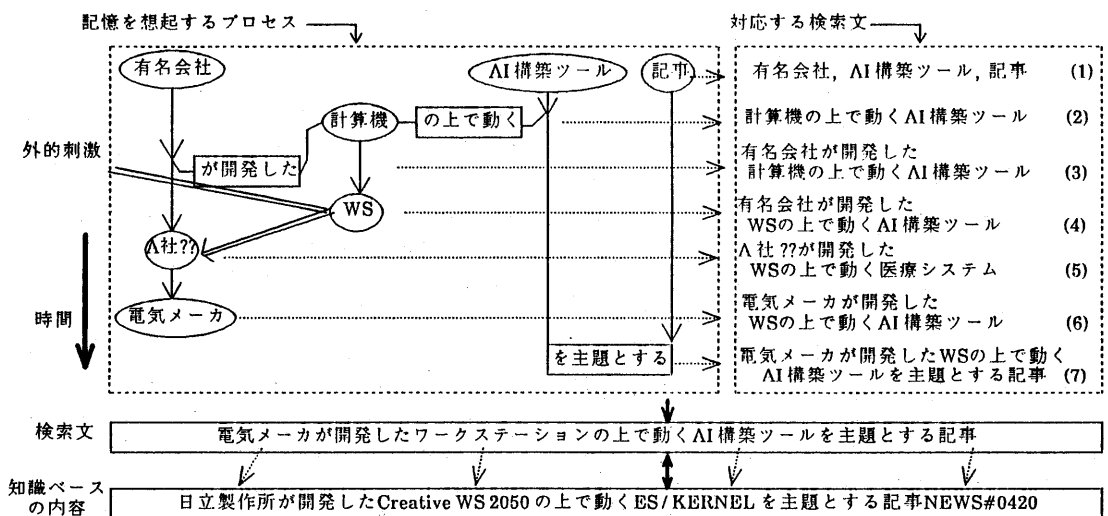
(D)結論：本実験により、以下のことが観察された。

(a) 想起された記憶

- (a1)概念の具体的な名称は、一般的な上位概念で思い出される。
- (a2)概念を表す部分的な名称を思い出す。
- (a3)記述的あるいは説明的に思い出す。

(b) 想起のプロセス

- (b1)記憶が明瞭な概念から説明を始める。  
例えば、自分が知っている情報を思い出した後で検索の対象をつけ加えることがある。
- (b2)思い出した概念から連想して、さらにより具体的な概念を思い出すことがある。
- (b3)外部からの刺激(ヒント)が思い出すきっかけとなる。言葉で明確に言うことはできなくても見れば「これ!」というように、選択できる。
- (b4)記憶を思い出すプロセスにおいて、中断されると思い出しかけた記憶を忘れてしまうことがある。



第1図 記憶を想起するプロセス

### 3.2 検索対話方式

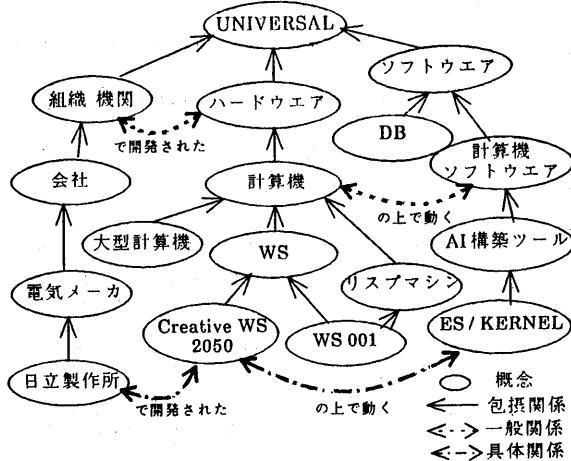
上記のような実験結果によって得られた人間側の要求に応えるためには、システムは以下のような方式にすべきであることが分かった。

- (1) 記憶を想起するプロセスに沿って検索文を作成することができる。
- (2) ユーザに記憶を想起させる再刺激（きっかけ）を与える。
- (3) 断片的あるいは説明的な検索文からでも、該当文書の検索を可能とする。

(1) については、検索文の編集方式を検討した。さらに、記憶想起プロセスを中断させないためには、対話手段としてマウスを用いた直接操作方式が必要であると結論づけた。(2) については、知識ベースの中身を可視化し、歩き回る感覚で拾い読みするブラウジング方式を検討した。(3) については、既にその方向で研究を進めているが、本実験によりその有効性を確かめることができた[1]。具体的には、抽象的な検索文から具体的な知識ベースの内容を検索することにより、記憶特性(a1),(a3)に込んでいる。この他、記憶特性(a2)に対しては、部分文字列からの意味的な検索機能と、同義語や同形異義語に対する処理機能を提供している。

### 4. ビジュアルインタフェースの検討

3章で述べた検索システムが持つべき検索対話方式を実現させるためには、どのような対話インタフェースとすべきかを次に検討した。ユーザが見たい情報をわかりやすく可視化することと、見えているもの（語句や関係）はすべて直接マウスで指定して操作することが出来るインタフェースを考えた。



第2図 概念と関係を表す図

### 4.1 概念ネットワークによる知識表現

まず、本研究が前提としている概念ネットワークの概要について説明する。

概念ネットワークを用いた知的ファイリングシステムは、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して利用している。知識ベースの格納方法としては、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」と呼ぶ新しい知識表現方式を採用した[1]。この知識表現方式で表される知識体系は「概念ネットワーク」と呼ぶ図式で表すことができる(第2図)。同図式において、楕円は「概念」を、矢印は「関係」を表す。UNIVERSALを頂点(根)とする階層的分類木によって分類されている。この分類木をここでは概念階層木と呼ぶ。第2図で、上方に向う矢印は、この概念階層木を構成する包摂関係を表す。人工知能の分野では、Is-Aリンクと呼ばれる。各概念は、抽象的なものを含む任意の事物あるいはその集合を代表する。概念階層木を構成する包摂関係の他に、任意の二つの概念間に定義される「関係」があり、各々の概念の属性を定義することが出来る。これらの「関係」は、一般的な概念の枠組みを定義する一般関係(Generic Relationship)と、その具体例としての具体関係(Instance Relation)とを区別して扱う。

第2図に示す概念ネットワークは、ネットワークの一部分であるが、

「AI構築ツールES/KERNELは、ワークステーションCreative WS 2050の上で動く。Creative WS 2050は、日立製作所で開発された。」という事実を表している。

従って、「電気メーカーで開発されたWSの上で動くAI構築ツール」という構造化概念の日本語による記述により検索を行うことができる。このように、検索文とは、「概念」と「関係」からなる自然言語で(日本語または英語)で記述される文である。

検索文が「会社で開発されたWSの上で動くAI構築ツール」を主題とする記事であるとき、検索は、概念「記事」の世界に含まれる具体概念を対象に、各々の具体概念が検索条件としての抽象的概念に意味的に包含されるか否かを判断することにより行われる。例えば、主題はAI構築ツールであるか、それは、WSの上で動くか、それは電気メーカーで開発されたか、といった条件が満たされるか否かを、包摂関係を介した属性継承による後向き推論により検定する。この過程

を概念マッチングと呼ぶ。

概念ネットワークを構築するためには、「概念ネットワークエディタ」と呼ぶソフトウェアが用意されている。この概念ネットワークエディタは、格納されている知識の中身をいろいろな形式で表示し、かつ歩き回る感覚で中を覗く機能(ブラウジング: browsing)を有している。

以下に同エディタの機能を示す。

(A) ブラウジング機能:

- ①概念木表示、②テーブル表示、
- ③概念フレーム表示、④日本語表示

(B) ネットワーク編集機能:

- ①概念・登録、②関係登録・削除、
- ③概念定義・修正、④同義語登録・削除
- ⑤概念階層変更、⑥概念名称修正
- ⑦関係名称変更、⑧上位概念追加・削除

(C) 検索機能:

- ①文字列探索、②検索文編集、③概念マッチング

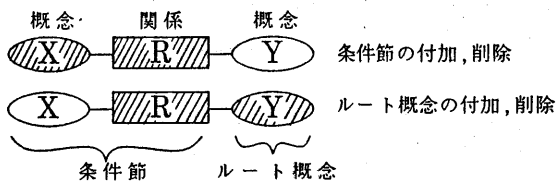
#### 4.2 ビジュアルエディタの新機能

概念ネットワークエディタを使いやすくするためには、そのインタフェースとして、第3章で述べた方式(1)、(2)を実現するための新機能が必要である。以下に、今回追加した新機能について説明する。

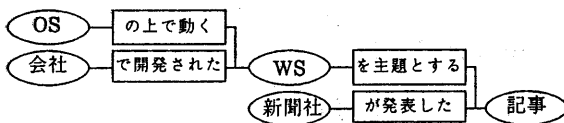
##### 4.2.1 検索文編集機能

ユーザが記憶を思い起こしながら検索文を編集する機能を実現させるためには、次の機能(A)-(D)が必要である。

(基本形)



(具体例)



第3図 検索文の編集機能

##### (A) 条件節・ルート概念の付加と削除

検索文は、ここでは、「概念」と「関係」から成る自然言語(日本語または英語)で記述される文であり、最も単純な検索文は、第3図に示すように、概念X、概念Y及び関係Rからなる「XがRであるY」の形を取る。(例えば、「電気メーカーが開発した計算機」)ここで、Yを「ルート概念」、「XがRである」を条件節と呼ぶことにする。

本システムの検索文編集機能の第1の特徴は、検索文の作り方として、ルート概念Yを条件節によって修飾する方法と、概念Xに関係Rを介してルート概念Yを付加する方法の2通りを提供していることである。このように、条件節の付加・削除、及びルート概念の付加・削除の機能により、試行錯誤しながら複雑な検索文を容易に編集することが可能となる。

##### (B) 概念の書き換え

知識ベースに蓄えられている概念の名称を画面に表示し、その中で該当する概念をマウスで指示して検索文中の概念と書き換える方法と、キーボードから文字列を入力して該当する概念を探索し、その概念名称で検索文中の概念名称を書き換える方法の2通りを提供する。これにより、名称を陽に思い出せるときには、直接キーボードから文字列を入力し、名称を思い出せないが見れば認識できるような時には、視覚的に探索するという2通りの方法が可能である。

##### (C) 関係の書き換え

概念間を定義することができる関係は複数ある。例えば、概念「会社」と概念「計算機」との間に定義できる関係は、「で販売されている」、「で開発された」、「で生産されている」などである。しかし、実際には、「会社が開発した計算機」とすべきなのか、「会社で販売されている計算機」とすべきなのかわからないときがある。そこで、本システムでは、検索文中の「関係」を自由に書き換える機能を備えている。例えば、検索文が「電気メーカーが開発された計算機」であるとき、システムは、「電気メーカー」と「計算機」の上位概念間で結ばれている関係を一覧表示する。したがって、ユーザは、その一覧表示された関係の中から、該当する「関係」を選択して「関係」を書き換えることが可能となる。

(D) 再試行性

おぼろげな記憶からの検索では、検索したいものを文章ですぐに書くことはできない。そこで、システムと対話しながら、記憶を徐々に明瞭にすることが必要である。従って、そのように検索文を作成するためには、編集のいかなる状態においても、条件節付加、ルート概念付加、及び概念・関係の書き換えができなければならない。本システムでは、ユーザは知識ベース全体を代表する概念UNIVERSALから始めて、順次思い出した「概念」を追加したり、修飾したり、あるいは、書き換えたりして、欲しい情報を検索文として記述していくことができる。この機能により、ユーザは、記憶が明瞭になる過程に沿って検索文を詳細化することができる。

4.2.2 知識体系のビジュアル表示機能

具体的な概念名称を思い出すことは困難であり、記憶を思い出すきっかけとなる情報が必要である。そのための再刺激を与えるには、知識ベースの中を視覚化して、表示する必要がある。

(A) 再刺激を与えるための表示機能

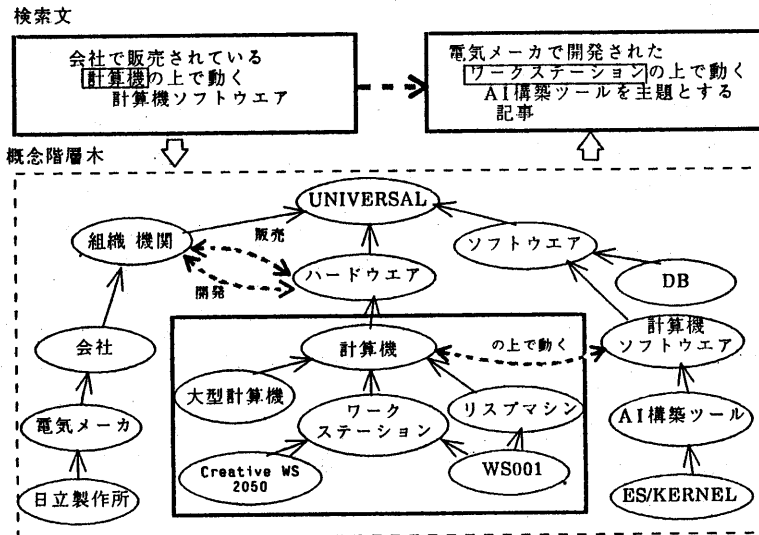
第4図に示すように、本システムは、検索文と関連する概念階層木を、対応付けながら画面に表示する。検索文中の四角で囲まれている概念「計算機」が、ユーザの注目している概念である。システムは、この注目概念と置き換えることが出来る概念の世界、すなわち太線で囲まれている世界を自動的にウィンドウに表示する。

示す。従って、検索文中における注目概念の移動と連動して概念階層木の表示は書き換えられる。

概念階層木で表示する概念の世界(ブラウジング範囲)は、検索文中において、注目概念と他の概念との間に定義されている関係情報により決定される。例えば、第4図において、検索文は「会社で販売されているコンピュータ上で動くコンピュータソフトウェア」である。この検索文中の注目概念「計算機」は、概念「会社」と関係「で販売されている」を介して結び付いている。また、同時に概念「コンピュータソフトウェア」と関係「の上で動く」を介して結び付いている。すなわち、この注目概念「計算機」は、条件節とルート概念により制約を受けている。具体的には、それは「組織・機関で販売されているもの」すなわち「ハードウェア」でなければならぬし、「コンピュータソフトウェアを動かすもの」すなわち「計算機」でなくてはならない。従って、この注目概念に埋め込むことが出来るものは、「計算機」より下位の概念であることが必要である。システムは、このようにして、ブラウジング範囲を「計算機」の世界と定めることが出来る。

(B) 直接操作による検索文編集機能

このように検索文中でユーザが注目している概念と置き換えることができる概念の世界が表示されているので、どの概念を指示して置き換えても必ず意味のある検索文とすることができる。従って、ユーザは、安心して概念の文字列をマウスで指示して、自由に検索文中の概念を書き換えることができる。



第4図 検索文と概念階層木の表示

## 5. ビジュアルエディタの試作

以上説明したビジュアルインタフェースの基本アイデアの有効性を確かめるために、プロトタイプを試作した。

### 5.1 システム構成

プロトタイプシステムの構成を、第5図に示す。本システムは、ワークステーション、大型計算機、および電子ファイリングシステムからなる。以下に、本システムで使用している機器をまとめる。

#### (A) ワークステーション

【機種】AIW1121

【プログラム言語】

Interlisp-DJ

【機能】・検索文の編集

- ・知識ベースの中身の視覚化
- ・大型計算機および電子ファイリングシステムとの間の通信制御

#### (B) 大型計算機

【機種】M680

【プログラム言語】UTILISP

【機能】・知識ベース管理  
・知識ベース検索

#### (C) 電子ファイリングシステム

【機種】Hitfile60

【機能】・原文書イメージの表示  
・高速ページめくり

## 5.2 ビジュアルエディタの

### 画面イメージ

ワークステーション上で試作をしたビジュアルエディタの画面イメージを第6図に示す。ビジュアルエディタは以下に示す5つのウィンドウを常に表示する。

#### (1) 上位概念表示ウィンドウ

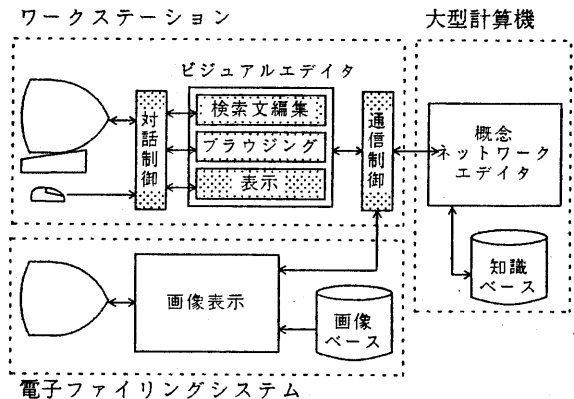
注目概念の上位の概念を最上位まで表示する。

#### (2) 検索文編集ウィンドウ

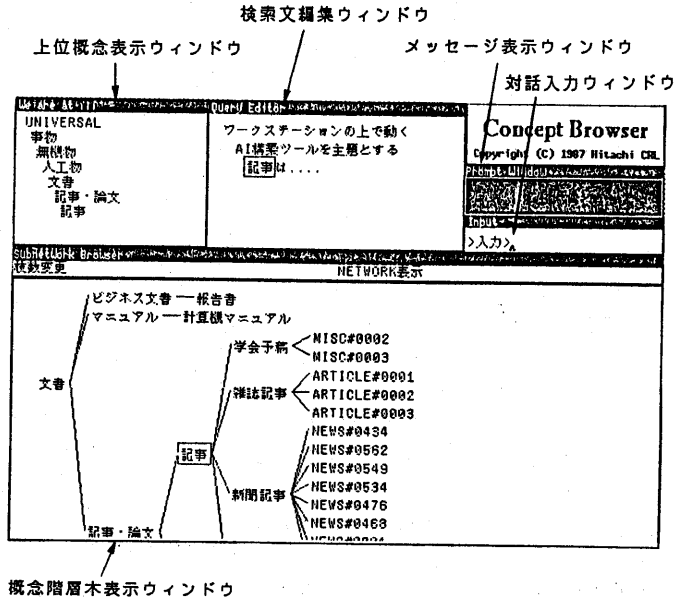
検索文の構造的な表示とその編集を行う。

#### (3) 概念階層木表示ウィンドウ

検索文中の注目概念と書き換えることができる概念の世界を、概念階層木で表示する。本ウィンドウに表示している概念を直接マウスで指示して、検



第5図 ソフト的な機能ブロック図



第6図 ビジュアルエディタの画面イメージ

素文中の概念を書き換える機能を提供する。

(4)対話入力カウインドウ

文字列を投入して概念を探索する。

(5)メッセージ表示ウィンドウ

システムからのメッセージを表示する。

これらの5つのウィンドウの他に、必要に応じてポップアップ的に以下の情報を重ねて表示することができる。

(1) 概念フレーム表示ウィンドウ

ある概念に具体関係が結び付いている概念を、フレームとして一覧表示する。

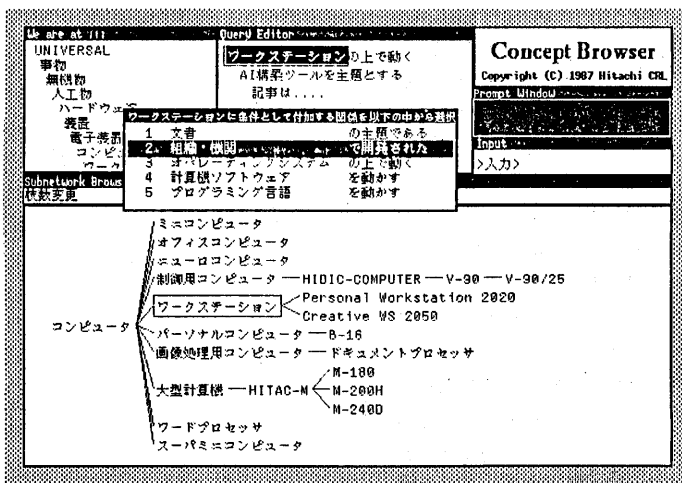
(2) 検索結果表示ウィンドウ

検索結果を、検索文と対応した文章で表示する。

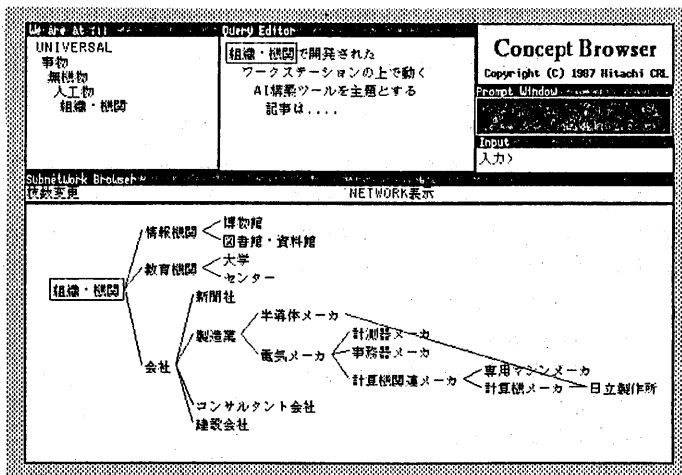
5.3 操作例

実際に、どのように操作して検索文を編集するのかを説明する。以下に、一例として、検索文「ワークステーションの上で動くAI構築ツールを主題とする記事」に対して、「そのワークステーションは電気メーカで開発された」という条件節を付加する操作方法を示す。

いま、第7図に示すように、検索文編集ウィンドウには、検索文「ワークステーションの上で動くAI構築ツールを主題とする記事」が表示されている。検索文表示ウィンドウにおいて四角で囲まれている概念が、注目している概念である。従って、概念階層木表示ウィンドウには、概念「ワークステーション」の周りの世界が表示されている。ここで、検索文中の文字列「ワークステーション」をマウスで指定した上で、「条件節付加」というコマンドを選択すると、概念「ワークステーション」に条件として付加することができる条件節の集合がフレーム形式で一覧表示される。この状態が第7図に示されている。この条件節は、「ワークステーション」以上の上位概念に定義されている一般関係から作られる。例えば、「ワークステーション」の上位概念「計算機」と「オペレーティングシステム」は、一般関係「の上で動く」により結



第 7 図 条件節付加の例 (1)



第 8 図 条件節付加の例 (2)



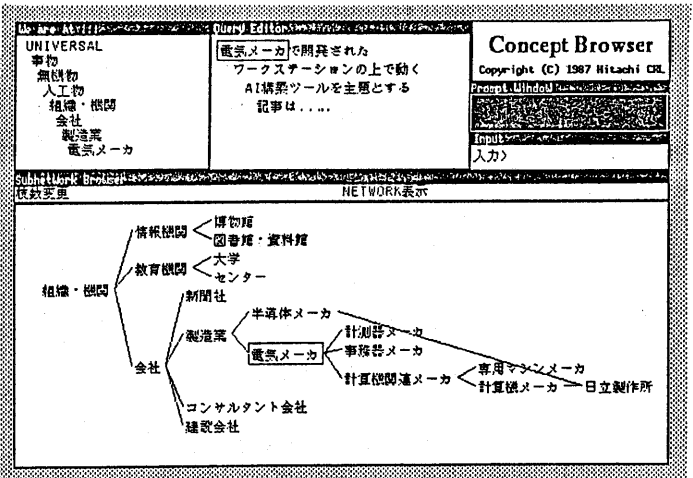
ばれている。従って、同フレームの第3項には「オペレーティングシステムの上で動く」が現れている。この例では、そのフレームの第2項「組織・機関で開発された」という項目をマウスで指示している。

この結果、第8図で示すように、検索文には、「組織・機関で開発された」という条件節が追加される。この時、ユーザが注目している概念は、「ワークステーション」から「組織・機関」に移動するので、概念階層木表示ウィンドウに表示される概念木は、「ワークステーション」の周りの世界から「組織・機関」の周りの世界に書き換えられる。

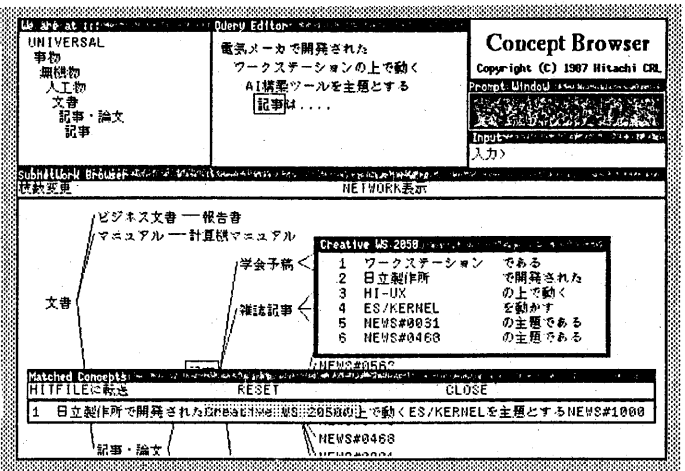
次に、この概念木に表示されている文字列「電気メーカ」を指示すると、第9図に示すように、検索文中の文字列「組織・機関」を「電気メーカ」に書き換えることができる。

ルート概念の付加は、以上と全く同じ手順で行なうことができる。

また、編集中の検索文をもとに、どの時点でも検索処理を行うことができる。例えば、検索文が「電気メーカで開発されたワークステーションの上で動くAI構築ツールを主題とする記事」であり、検索文中の「記事」が注目概念であるときに検索処理を実行すると、第10図に示すように、検索した結果を検索文に対応した文章で表示する。同検索文に対して、「日立製作所で開発されたCreative WS 2050の上で動くES/KERNELを主題とするNEWS#1000」のように具体的に表示される。ここで、文章中にある概念について、詳しい情報を見ることが可能である。例えば、同図は「Creative WS 2050」の概念フレームを表示した例である。この機能は、画面内に表示されているすべての概念について適用可能であり、具体的な情報を次々と表示していくことができる。また、原文書イメージなど、イメージが光ディスクに登録されている場合には、その内容を電子ファイリングシステム(Hitfile 60)で見ることができる。



第 9 図 条件節付加の例 (3)



第 10 図 検索結果の表示

#### 5.4 ビジュアルエディタの評価

今回試作したビジュアルエディタを実際に操作して得られた主観的な評価について述べる。

##### <良い点>

- (1) 知識ベースの中身がビジュアルに表示されているので、検索文を作成する時に、どのような単語(概念)を使えば検索できるのか、と迷うことがなくなった。
- (2) 検索文の訂正、追加が簡単に行えるようになった。
- (3) 検索文編集と検索を繰り返して、目的の情報に容易に到達できるようになった。

##### <悪い点>

- (1) 検索文の編集に慣れると、マウスを用いた直接操作よりも、キーボードからの直接入力の方が好ましくなることがある。
- (2) 概念間に定義されている「関係」に対しても、あいまい性を許して欲しいことがある。

#### 6. 結言

ユーザのおぼろげな記憶からでも検索を可能とするために、我々は、人間の記憶特性を考慮し、知識ベースの視覚化と、視覚化情報の直接操作による検索文編集のアプローチを提案した。これを実際に「ビジュアルエディタ」として試作し、主観的ではあるが、視覚化された情報をきっかけとして記憶を思い起こしながら検索文の作成が可能となったという結論を得た。本アプローチは、一般の情報検索の対話方式としても重要な示唆を含んでいると考えられる。今後、更に自然言語理解機能を入れるなど本プロトタイプを改善していくとともに、客観的な評価についても検討していきたい。

#### 7. 参考文献

- [1] 藤澤、他3名；高度ファイリングの基本理念—知的ファイリング—  
情報処理学会第31回全国大会 2N1-5, 1985
- [2] 藤澤、他4；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—  
情報処理学会, 日本語文書処理研究会 7-4  
(1986年7月)
- [3] 藤澤、他3名；概念ネットワークを用いた知的ファイリングシステム, 電子情報通信学会, オフィスシステム研究会, OS86-46, 1987.3.13

- [4] デビット・コン、他2名；概念に対する親しみの度合いを用いた意味理解,  
情報処理学会, 知識工学と人工知能研究会 56-4  
(1988.1.13)
- [5] 加藤；記憶検索と対話、特集/認知的インタフェース 数理化学, No.297, MARCH, 1988
- [6] 佐伯；インタフェースの認知科学  
特集/認知的インタフェース, No.297, (1988.3)
- [7] H.Fujisawa, et al.; "A Personal Universal Filing System Based on the Concept-Relation Model," Proc. First Int. Conf. Expert Database Systems, Charleston, SC, April 1986, pp.31-44.
- [8] H.Fujisawa; "ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS APPLIED TO OPTICAL IMAGE FILING," Proc. Int. Symp. on Optical Memory, 1987; Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 26 (1987), Supplement 26-4
- [9] Peter.F.Pater-Schneider, Ronald J.Brachman and Hector J.Levesque,  
"ARGON: Knowledge Representation meets Information Retrieval,"  
The First Conference on Artificial Intelligence Applications, p280-286 (1984)
- [10] Stephen A. Weyerand and Alan H. Borning;  
"A Prototype Electronic Encyclopedia,"  
ACM Transactions on Office Information Systems, Vol.3, No.1, (January 1985)
- [11] Peter R. Cook; "Electronic Encyclopedias,"  
BYTE (July 1987)
- [12] Douglas M. Campbell and David W. Embley;  
"Graphical query formulation for an entity-relationship model,"  
Data & Knowledge Engineering 2 (1987)