単語間ネットワークを基本とする個人情報基盤システムとそのインタフェース

A User Interface for Personal Knowledge Management based on Associative Memory

五十嵐 健夫　　田中 英彦*

Summary. We are developing an information system that aims at efficient storage and retrieval of personal knowledge. These systems not only work as electrical notepads to augment the user's memory, but also work as personal knowledge bases for intelligent user interfaces such as software agents. This paper describes the basic information structure of the system based on an associative memory, and it's dynamic query interface for recording and retrieval of personal knowledge.

1　はじめに

情報化社会の発展とともに我々が取り扱わなくてはならない情報の量は飛躍的に増大しつつあり, 何らかの形で記憶の外在化を行う必要性はますます増してきているといえよう. 一方, 取り扱われる情報の内容は, WWW の URL やメイルのアドレス見られるようにより '電子的' すなわち計算機に代表される情報機器との親和性の高いものになってきている. このような状況下で, 日常的に得られる膨大な情報を電子的に貯えていこうとするのは自然な経過といえる.

しかし, 現在存在している個人的知識の電子的記録の環境はまだまだ未成熟であり, 多くの課題が残されている.

- 基本的な情報の記録体系は階層的分類法に基づいており, 情報へアクセスするには階層構造を上からたどるかあるいは全文検索を利用することになる. しかし, 雑多で広範な知識は必ずしも階層的な分類に適しているとは限らず, 複数の分類項目に関連していることが通常であり, 階層的分類システムには限界がある. また, 全文検索では目的とする情報が大量の無関係な情報に埋もれてしまうことがおおく, 補助的手段として利用するためには有効であるが, 情報アクセスのための主要手段には適さない.
- 様々な市販の '個人情報管理ソフトウェア' が存在しているが, それぞれ独自の内部構造を使用しており, 可搬性が少なく扱いにくい.

* Takeo Igarashi, 東京大学大学院 工学系研究科 情報工学専攻, Hidehiko Tanaka, 東京大学大学院 工学系研究科 情報工学専攻

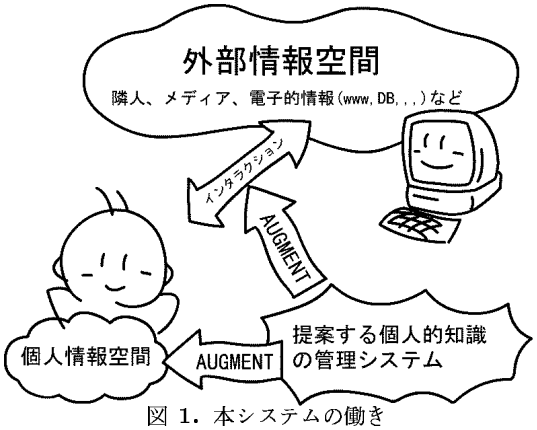

図 1. 本システムの働き

- 既存のシステムは, ひとまとまりの文書のような比較的粒度の荒い情報を扱うことを前提としているか (ファイルシステム), あるいは住所録などのように一定の構造をもった情報の扱い (電子手帳など) に特化しており, より広範で粒度が細かく雑多な知識 (A さんの故郷は B 町, 製品 D の価格は C, E 店の閉店時間は F... など) を扱うことを対象としていない.

我々の目的はこのような問題を解決し, 広範で粒度の細かい情報をより柔軟な形で扱えることを可能にし, 計算機の上でより広範に利用することのできる統一的な '個人的記憶管理システム' を実現することである.

さらに, 効率のよい個人的知識の処理システムを提供することでユーザの知識の広範な蓄積を実現し, それを知識ベースとしてエージェント [4] や自然言語処理といったさまざまな知的処理を実現するために利用することも重要な目的のひとつである. これは, 人工知能の実現を目的として構築の試られてきた大規模知識ベースや常識データベース [2] では捉え切れない, 常に時間的に変化する, 構造が非常にあいまいで, 個人により異っている知識を貯えることを目指すものである.

2 単語間ネットワークに基づく情報表現

本システムの基本的な目的は, 汎用性のある基本構造と使いやすいインタフェースを提供することによって, 図 1 に示すように計算機とユーザとの間にたって, 1) ユーザの雑多な知識, とくに電子的情報と結びついた知識を効率的に管理することを可能にし, 2) それらの知識を計算機の側からも利用することによってより自然で高度なインタラクションを可能にすること, である.

情報表現の基本的な構造は比較的単純であり, 知識片を表現する単語ととの間をむすぶ相互リンクからなるネットワークから構成される. 単語間のネットワークにより知識構造を表現する手法はふるくから存在する (意味ネットワーク [5] やフレーム [3]) が, ここでは意味ネットワークのようにリンクにラベル付けすることなく, 単に 2 つの単語をむすぶ双方向リンクとして表現する. このように単純な構造とすることで, ユーザにとってより透明度の高いものとすることができると同時に, このネットワーク構造を利用することにより様々な高次の処理が可能になる.

単語間をむすんだネットワーク自体は新しいものではないが, 本手法は, 自動翻訳シ

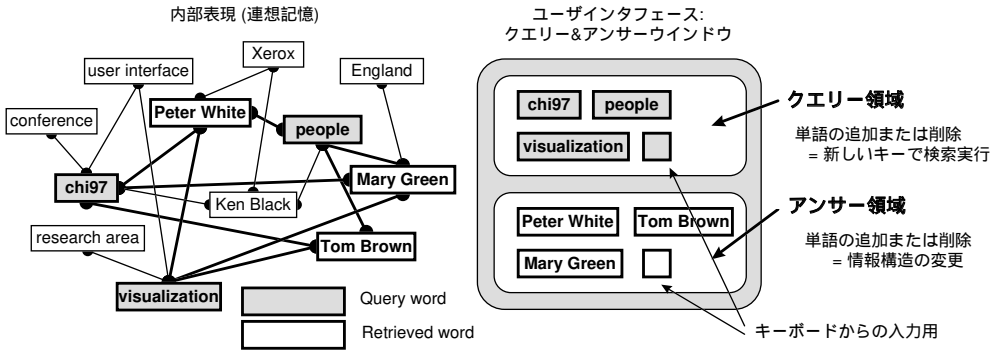

図 2. クエリー & アンサーウィンドウ

ステムやエキスパートシステムなどに見られるように他の処理のためのバックボーンとしてユーザから直接見えない場所に固定的に存在するのでなく, 次章に示すように常にユーザとインタラクションし変化し続けることを前提にしている点が大きくことなる.

本提案に非常に類似したものとして, 前田らの連想構造に基づくシステム [9][10] があるが, 前田らが主にユーザの外部にある情報を自動的に再利用可能なものへと構造化する機構に注目しているのに対し, 我々のシステムは効率的なインタフェースを提供することによりユーザ自身による個人的な知識の構造化を支援する機構に重点を置いている点が異なっている.

クエリは次章に示すように単語の組み合わせとして与えられ, システムは検索結果として与えられた単語すべてと直接つながっている単語を返す (AND 条件). 将来は, クエリの中の一部の単語とだけつながっている単語も必要に応じて表示したり (OR 条件), リンクへの重みづけなどを利用して検索結果を絞ったり, 間接的につながっている単語も検索してくるなど, より柔軟な処理の導入が考えられる.

3 ダイナミッククエリに基づくインタフェース

インタフェースの概要を図 2 に示す. 本インタフェースは複数のクエリ + アンサーウインドウからなっており, アンサー領域にはクエリ領域に表示されている単語オブジェクト群をもとにネットワークをサーチして得られた単語オブジェクト群が表示される. 表示されているすべての単語は drag and drop によって移動可能である他, キーボードからの入力によって直接入力が可能である. クエリー領域に単語が追加あるいは削除された場合には検索が再実行され新たな単語群がアンサー部に表示される [7]. アンサー部に単語が追加あるいは削除された場合には, 対応するクエリーによって得られべき結果に変更が加えられたものとして, 単語間のネットワークの再構成, すなわち知識構造の改変を行う.

複数のウインドウを同時に利用することにより, 様々なクエリを同時に行って結果を比較したり, あるクエリの結果を別のクエリの入力に使用したりすることが容易に行うことが可能になる. また, 良く使う単語群や一般的な単語群をランチャーとして常に表示しておき, すぐにクエリとして利用できるようにしておくことでさまざまな知識への効率的なアクセスが可能になる. さらに, クエリとアンサーで共通のインタフェースを利用することで知識の検索と再構成という従来独立していたプロセスがよりシームレ

スに統合され, 知識の老朽化を防ぐ知識構造の恒常的な再構成が実現される. これは人間の記憶の構造自身が, ある事項を思い出すという作用によって影響を受ける現象に似ている.

ネットワーク構造をもつ情報を提示する方法として, 2 次元平面に落として視覚化する研究は数多い [8] が, 無数の線で結ばれたオブジェクト間の関係を効率的に理解することは本質的に困難であると考えられる. 本システムのアプローチは計算機をユーザとの間の単語のやり取りというインタラクションを主体としてネットワーク構造を提示するという点で革新的といえる. はじめのクエリの結果が多すぎた場合には, さらにクエリに単語を加えればよいだけであり, また複数ウインドウを利用することによりさまざまな戦略で同時に検索結果を絞りこんでいくことが可能となる. また, 情報入力の点から考えても, 2 次元のネットワークによる表示において結ぶべき単語を見つけ出してそれぞれ結び付ける手間にくらべて, あるクエリに対して検索されるべき単語をアンサーウィンドウの中に加えるという操作はより負担の少ないものと考えられる.

現在はまだ実装されていないが, このようにして得られたキーワード群は同様な操作 (drag and drop) によってエディタやブラウザ, 外部データベースといった他のアプリケーションへの入力とすることができる. さらに前述のように, 蓄えた個人的知識を, エージェントや自然言語インタフェースのような知的処理のための知識ベースとして使用することも考えられる. 例えば, メイル管理エージェントに対して「グループ A のメンバーからのメイルはすべて保存しろ」といった指示をする際, このユーザにとって グループ A とは具体的に誰を指すのかを知るために, 本知識ベースを利用することができる.

4 実行例

以下に示すシナリオに基づく実行例をしめす. ここでキーワードの移動 (複製) は単純な drag and drop で実現され, クエリ & アンサーウインドウの移動や生成も自由に行うことができる.

シナリオ : 国際会議 CHI97 で知り合ったある visualization の研究者の職場の電話番号を調べたい.

まず, 名前が思い出せないので「CHI97」「visualization」「people」をクエリにかける. 「CHI97」 はランチャーの「conference」から引き (1), 「people」はランチャーから直接 (2), 「graphics」はキーボードから入力したものとする. ところが入力時には「visualization」という単語を使用していたため失敗したので (3), 少し考えて正しいクエリを行ったとものする (4). ここで「graphics」と「visualization」がむすびついていれば自動的に変換がおこなわれるはずなので, 今後のためにと 2 つをむすびつける (5) (検索と情報再構造化の同時進行).

なお, クエリの結果として人名が複数表示されているが, この知識ベースはユーザ自身の知識を表現しているものであり, 記憶の再起はできなくても再認は可能であることを前提としているので表示された中から正しい人名を選ぶことは可能であると考えられる. 再認が困難であるほど記憶が薄ければそもそもこのようなクエリを開始しないであろうし, 確信できない場合にははっきりするまでクエリを重ねれば良いだけである.

次に得られた名前とランチャーからの「電話番号」をクエリにかけて結果をえるが (6), 2 つのうちどちらが職場の電話番号かわからないので一方の電話番号を再びクエリ

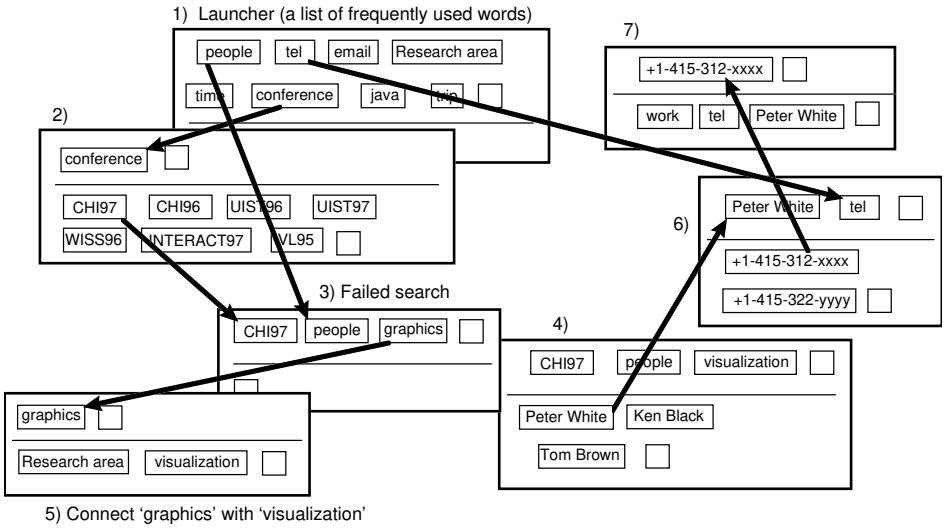

図 **3.** 実行例

にかけた結果, これが職場の電話番号であることがわかった (7). あとはこの電話番号を電話ダイヤルアプリケーションに drag and drop すれば電話がかかる (未実装).

このような柔軟な操作は従来の電子手帳のアドレス帳などでは困難であり, 一定の構造を前提としたデータベースにもなじまない. べたのテキストとして記録して全文検索を行うことも考えられるが, 効率・信頼性の点で実用的とはいえず, また構造を持たないために様々な方向から接近していくといった柔軟な検索を行なうことができない.

5 議論

本提案に対する反論として, 「知識をすべてユーザに入力させるのはあまりに負荷が高く, 一般のユーザはそのような面倒なことはしないだろう」というものがある. 確かにゼロからの完全な知識体系の構築をユーザに強要することは現実的でない. しかし, 我々の目的は, 「新しく記録すべき情報が入ってきた時に, もっとも記録しやすくかつ後の利用が容易となるインタフェースを提供する」ことであり, 本システムの導入による作業負担の増加は小さいと考える. 例えば, 「A さんの B 学会の会員番号は XXXX」と聞いた時にユーザは何らかの形でこの情報を記録しなくてはならないわけで, それが手帳であるか,file system 上の テキストファイル であるか PDA のメモ帳であるかに関わらず何らかの作業は必要なわけである. その際問題となるのが, 得られた情報を「どこにどのように」記録するかの決定であり, そのもっとも自然な答えは「A さん」と「B 学会」と「XXXX」を結び付けることであろう, というのが我々の主張である. Plain text として記録して全文検索をすることも考えられるが, そのような記録形式を利用した場合には A さんという単語や B 学会という単語の既存の知識の中での位置付け (A さんは C 研究会で会った研究者であるなど) が失われ, 情報の管理や再利用が困難となる.

また, 本論文ではユーザからの直接の情報入力および管理のためのインタフェース

に重点を置いて説明したが, [9] にあるような知識の (半) 自動的な収集を否定するものではなく, 保存されている email や file システム中の個人文書からの連想ネットワークの自動生成は次の課題として積極的に取り込んでいく予定である. このような自動生成機構により, 荒い構造をつくり出した後, 実際の利用を通じて不完全な部分を前述のような「検索と再構造化の同時進行」によって直していけば良いわけである.

個人的な記憶を計算機によって拡張する (augment) することを目指した研究として [1][6] などがある. これらの研究と比較した場合, 本提案の特徴はユーザによる「意識的な」記憶の管理をサポートしようとしている点にあるといえる.

6 まとめ

我々が日々の生活の中で自己の責任のもとに記録し管理していかなくてはならない情報の量はますます増大しており, その効率的な記録と管理のための枠組が求められている. このような個人的知識は構造が曖昧で時間的変化の激しいものであり, それを扱うシステムは何よりも情報の入力の手間を最小限に抑え, かつコンスタントな再構造化を促進することが重要になる. 本稿では, そのため提案として単語間の双方向リンクからなる単純な情報構造, および複数のクエリー & アンサーウインドウによるダイナミッククエリ・インタフェースを提案した. 今後は, システムのデザインを洗練し機能を拡張するとともに, 実際の使用を通じて提案したネットワーク構造とインタフェースの有効性と限界を明らかにしていく予定である. 特に, 提案したような単純な構造でどこまで大量の情報の管理が可能であるかは自明でなく, 今後の研究を通じて実験的・経験的な解を探っていきたい.

参考文献

[1] Lamming,M., Flynn,M., "Forget-me-not: Intimate Computing in Support of Human Memory", Proceedings of FRIEND 21, Meguro Gajoen, Japan, 1994.

[2] Lenat, D. B., "CYC: A Large-Scale Investment in Knowledge Infrastructure.", Communications of the ACM, Vol.38, no. 11, 1995.

[3] Minsky,M., "A Framework for Representing Knowldge", in The Psychology of Computer Vision, Winston,P.H.(Ed.), McGraw-Hill Book Company, 1975.

[4] Maes,P., "Agents that reduce work and information overload", Communications of the ACM, Vol.37, no. 7, 1994.

[5] Quillian,M.R., "Sementic Memory", in Semantic Information Processing, Minsky,M.(Ed.), MIT Press, 1968.

[6] Rhode,B.J., Starner,T., "Remembrance Agent: A continuously running automated information retrieval system", Proceedings of PAAM '96, pp. 487-495, 1996.

[7] Shneiderman, B., "Dynamic Queries for Visual Information Seeking", IEEE Software, Vol.11, No.6, pp.70-77, 1994.

[8] 舘村 純一, "DocSpace: 文献空間のインタラクティブ視覚化", インタラクティブシステムとソフトウェア VI, pp.11-20, 1996.

[9] 前田 晴美, 糀谷 和人, 西田 豊明, "連想構造を用いた情報整理システム", 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.3, pp.616-625, 1997.

[10] 前田 晴美, 西田 豊明, "知識メディアシステム CM-2 とそのユーザインタフェース", 第 11 回ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, pp.49-54, 1995