

NAIST-IS-MT9851058

修士論文

状況的文脈に注目した WWW からの個人的知識の獲得と利用に関する研究

鷹城 徹

2000年2月14日

奈良先端科学技術大学院大学
情報科学研究科 情報処理学専攻

本論文は奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科に
修士(工学) 授与の要件として提出した修士論文である。

鷹城 徹

審査委員： 木戸出 正継 教授
植村 俊亮 教授
武田 英明 助教授

状況的文脈に注目した WWW からの個人的知識の獲得と利用に関する研究*

鷹城 徹

内容梗概

従来の人工知能分野における知識処理の研究は、一般化・抽象化された概念としての知識を対象としていたが、一方では、一般化され得ない個々人の個別的な文脈に基づく知識とその処理のプロセスに対する関心もまた高まっている。

本論文では、WWW をはじめとする文書のブラウジング行為を対象として、こうした個別的な知識の獲得・蓄積・利用のプロセスを計算機を用いて支援するための手法について考察し、そのためのシステムの提案と実装について述べる。

提案するシステムでは、個別的な文脈を計算機上に獲得するための手法として、それぞれのユーザが知識を獲得する際の状況的文脈に注目し、文書のブラウザをそのまま知識入力インターフェースとして用いることで、知識の背景となる暗黙的な文脈を獲得する手法を試みる。また、本手法を用いて、入力された知識をその文脈と共に組織化して蓄積することにより、ユーザが明示的には示さなかった知識のつながりを得ることが可能にする効果が期待できる。

上述の手法に基づいて蓄積・構造化された知識を用いて、ユーザの入力に対して関連する文書へのリンクを提示するシステムを試作し、本手法の有効性についての検証と考察を行う。

キーワード

個人的知識、状況的文脈、知識獲得、テキストブラウジング

*奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 情報処理学専攻 修士論文, NAIST-IS-MT9851058, 2000年2月14日.

Acquisition and Utilization of Personal Knowledge from WWW based on Situational Context*

Toru Takashiro

Abstract

Our personal knowledge plays a vital role in our daily intellectual works. This thesis proposes a method for acquiring and utilizing our personal knowledge on computer systems. We developed a system called MindHeap that helps us to acquire personal knowledge by browsing WWW(World Wide Web) hypertexts.

Our approach for acquiring a user's personal knowledge is situational context. Situational context means information about the situation in which the user acquire or user her/his personal knowledge. It has important effects for acquiring and reminding knowledge, but it usually remains as tacit level. MindHeap can help the user to organize knowledge on WWW pages by finding and recording related words as situational context for topics specified by the user. The system analyzes the document that the user is browsing WWW pages, and extracts a list of related words as situational-context, and records it with topics specified by the user. Thus, topics and their situational contexts are accumulated, then they can work as knowledge for the user, e.g., she/he can retrieve pages of which situation is similar to the current page.

Keywords:

personal knowledge, situational context, knowledge acquiring, text browsing

*Master's Thesis, Department of Information Processing, Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology, NAIST-IS-MT9851058, February 14, 2000.

目次

1	はじめに	1
1.1	本研究の目的と意義	1
1.2	アプローチ	2
1.2.1	インタラクションを通じた知識の獲得	2
1.2.2	状況的文脈 - 個人的知識を結びつけるもの -	3
1.3	本稿の構成	4
2	個人的知識とその文脈	6
2.1	個人的知識とは	6
2.1.1	知識の2つの類型	6
2.1.2	計算機が扱う知識と人間の知識との比較	8
2.1.3	個人的知識の本稿における定義	9
2.2	状況的文脈	11
2.2.1	文脈の類型と状況的文脈の定義	12
2.2.2	暗黙知と状況的文脈	13
2.2.3	状況的文脈と連想的想起	14
3	個人的知識と文脈のモデル化	16
3.1	テキストを「読む」という行為	16
3.1.1	「読む」という行為の2つの側面	16
3.1.2	テキストに対する読み手の書き込みの効果	18
3.1.3	読み手のマーキングと状況的文脈	19
3.1.4	文脈に基づく連想と個人的知識	21
3.2	個人的知識と文脈のモデル化	22
3.2.1	実装システムにおける諸概念のモデル	23
3.2.2	実装システムが備えているべき要件	24
4	試作システム MindHeap の動作	26
4.1	ユーザから見た処理の流れ	26

4.2 ユーザとのインターフェース	29
5 試作システムの内部実装	31
5.1 知識入出力のためのブラウザ	31
5.1.1 ブラウザ画面	31
5.1.2 文脈抽出のための前処理	32
5.2 状況的文脈抽出モジュール	33
5.2.1 抽出手法の検討	33
5.2.2 共起関係の定義	35
5.2.3 複数の語からなる入力への対応	35
5.3 個人的知識の構造の格納	37
5.4 関連知識の提示	39
5.4.1 提示する関連知識に対する重みづけ	40
5.5 検索クエリーの生成による新しい知識獲得の試み	42
6 考察	43
6.1 状況的文脈の妥当性について	43
6.2 インターフェース	44
7 関連研究	46
7.1 情報のパーソナライゼーションの研究として	46
7.2 「文脈」に注目したシステム	48
8 まとめと展望	51
8.1 まとめ	51
8.2 展望	51
謝辞	53
参考文献	54

図目次

1.1	知識のサイクル	2
3.1	読み手のマーキングに対する状況的文脈のイメージ	20
3.2	文脈を介した知識の連想的想起の例	22
4.1	知識入力インターフェース	27
4.2	マーキングした語句へのコメント付け	28
4.3	連想される知識の表示	28
5.1	システム内部の処理の流れ	31
5.2	テキストを形態素解析にかけた結果	32
5.3	文脈語の抽出	36
5.4	データベース内の知識構造	37
5.5	関連の重みづけ	41

表目次

2.1	ブルーナーによる知識の分類	7
2.2	文脈の種類	12
5.1	グラフのノードがもつ属性の例	38

第 1 章

はじめに

1.1 本研究の目的と意義

我々はだれしも、それぞれの経験に基づいて形成された固有の知識を持っている。本研究はこうした知識を個人的知識と呼び、それを計算機上へ獲得するための一手法を提案するものである。

ユーザの個人的知識を計算機上に獲得することによって、計算機システムは人間の知的生産活動をよりユーザに即したかたちで支援することが可能になる。個人的な知識とその構造を用いることにより、システムは、ユーザの現在の関心に応じて過去に獲得した関連する知識を提示したり、獲得された個人的知識を内部で構造化することによってユーザが気付かなかった暗黙的な関係を見つけ出し、それをユーザに指摘したりすることができるようになると思われる。このようにすることで、システムはユーザの思考・発想を活性化し、ユーザの知的作業の進展を促す。したがって、個人的知識を計算機上に獲得することには大きな意義があるといえる。

にもかかわらず、従来的人工知能分野における知識処理の研究は、合理的で一貫した論理に基づいて定式化しうる抽象的・普遍的な知識のみを研究の対象として、こうした個人的知識に対してはあまり注意を払ってこなかった。これは、従来知識処理研究が、計算機上に記述された知識を万人が共有しうるようなシステムの構築を指向して、合理的で一貫的論理性をもった形式の知識を計算機上へ記述することを推し進めたことによるものである。個人的知識は普遍的知識から派生した個別事例にすぎないと見なされ、それを計算機上に獲得しても複数の人間がそれを共有することができないために、研究者たちの注目を集めることはな

かった。

しかし、人間の認知作用を研究の対象とする認知科学分野の研究者たちは、ともすれば曖昧で論理的一貫性を欠きがちな我々の日常生活において、人間の知的活動を支える知識の形式であるとして、個人的知識の重要性を強く指摘してきた。また、人工知能分野の研究者のなかにも、たとえば Schank[6] のように、こうした個人的知識を人工知能研究の対象とするべきであると主張する声がある。

本研究はこうした流れを受けて、人間の個人的知識に注目するものである。そして図 1.1 に示すような知識の獲得・拡大のサイクルのモデルを考え、それを支援するためのシステムを提案する。

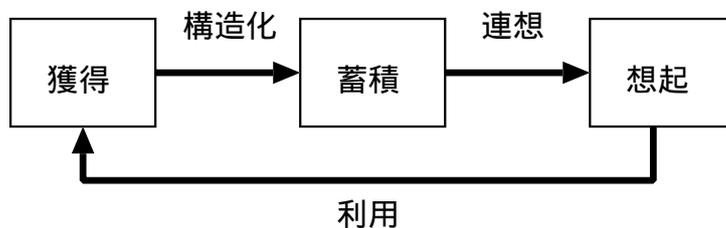


図 1.1 知識のサイクル

1.2 アプローチ

1.2.1 インタラクションを通じた知識の獲得

WWW(World Wide Web) は、ネットワークに接続された大量の計算機によって提供される巨大な情報のリソースであると見なすことができる。本研究もまた、WWW を情報源とみなして、そこからのユーザの個人的知識の獲得を考える。

個人的知識はユーザごとに異なっているため、計算機によって自動的に獲得することはできない。逆に、自分の個人的知識をユーザ自らがすべて記述する方法もまた現実的ではない。その理由の第一はユーザの手間がかかりすぎることに、そしてより重要なのは、ユーザが自分の個人的知識のすべてを必ずしも明示的に語るができないという事実である。ポラニーは、その著書『暗黙知の次元』[4]の中で、

「我々は語る事ができるより多くのことを知ることができる」

という表現を用いて、こうした明示的に表現することのできない領域にある暗黙的な知識の存在を指摘している。また、はじめにユーザに自分の興味や関心を記述したプロフィールを作成してもらって、それを個人的知識を獲得するための手がかりとして用いて情報源から知識を抽出する手法も考えられる。しかし、ユーザの興味や関心は動的に移り変わるという性質をもっており、はじめに作成したプロフィールをそのまま静的に利用する手法には限界があるといえる。

そこで、本稿において提案するシステムでは、ユーザとシステムとのあいだの絶え間ないインタラクションによって、ユーザの注目や思考の流れに関する情報を計算機上に獲得するというアプローチを採ることとした。

このようなユーザの入力を求めるシステムは、操作が繁雑であればユーザの自然な思考の流れを阻害し、ユーザに忌避されることにつながる。システムとのインタラクションは、ユーザに負荷をかけないやり方でなされなくてはならない。すなわち、少ない入力ですできるだけ多くの情報が得られることが重要である。こうした問題に対して、本稿において提案されるシステムでは、読み手がテキストの上に書き込みをおこないながら読み解くという行為をモデル化し、そのためのインターフェースを用意した。具体的には、ユーザはブラウザ画面上のテキストに対して、その上にマウスで直接書き込みができるというものである。このインターフェースを通じて、ユーザはシステムとの自然なインタラクションをおこなうことができ、システムはユーザの書き込みを個人的知識を獲得するための手がかりとして用いることができるようになる。

1.2.2 状況的文脈 - 個人的知識を結びつけるもの -

認知科学分野における記憶研究の成果から、我々の個人的知識が文脈を伴って記憶されていることが明らかになっている [8]。この「文脈」は、人間が何らかの知識の記憶をおこなうときに、記憶しようと明示的に意識している対象のみならず、その周辺環境に散在する雑多な情報をも巻き込んで記憶に取り込むことによって形成される。こうして成された文脈は、逆に記憶の想起のときにも、連想的想起のカギとなっていることが知られている。

本研究ではこの文脈を状況的文脈と呼び、個人的知識はこれによってインデクシングされ構造化されているものとする。

本研究においてテキストからの個人的知識の獲得を考える場合は、ユーザが注目し知識として獲得しようとしている情報に対して、そのときユーザが目しているブラウザ画面上に表示されたテキストが周囲の状況・環境をなしているともみなすことができると考えた。したがって、ユーザがテキスト中の注目する語をシステムに対して示すと、システムは表示されているテキスト中から文脈を構成すると思われる語の集合を抽出する。そうした文脈語の集合はユーザの入力に関連づけて計算機上のデータベースに蓄積される。そしてユーザの入力によって獲得された知識は、データベース内で共通の文脈語をもつ知識どうしが文脈語を介して互いに結びつけられることによって、グラフ状に構造化される。その結果、データベースの内部では、ユーザがその繋がりを意識していなかった知識どうしが文脈語を介して結びつけられることになる。このような、ユーザが気付かなかった知識どうしの関連が見出されることは、本システムを用いることでユーザが得ることができる大きなメリットであり、本システムの特長である。

形成されたグラフ構造はまた、ユーザの入力に対するフィードバックとして、連想される個人的知識を提示するときにも用いられる。システムはユーザからの入力に対して、文脈語を介して結びつけられた知識を連想して提示するのである。

1.3 本稿の構成

本稿の構成は以下のとおりである。

第2章では、本研究における主要な着眼点である「個人的知識」と「状況的文脈」について、その性質について考察を加えながら本稿における意味を定義する。

第3章では、本稿が題材としたWWWからの知識の獲得と関連して、ユーザが書き込みをしながらテキストを読む、という行為について考察し、本稿が提案するシステムが実装すべき機能について検討をおこなう。

第4章、第5章は、それまでの考察に基づいて実際に計算機上に構築したシステムについて、そのユーザに対する動作と内部の実装について詳説する。

第6章において、このシステムの評価についてをおこなう。

第7章では、関連する研究と本研究との比較をおこなう。
そして第8章は、本稿で論じた内容についての総括である。

第 2 章

個人的知識とその文脈

この章の目的は、本研究の主題である個人的知識とはなにかを考察し、その性質を明らかにすることである。そのためにまず、我々人間の日常的な知識の形式とその性質について考察する。続いて計算機が扱う知識と人間が扱う知識の違いについて概観し、本稿が計算機上にモデル化を試みようとする個々人ごとに異なる個人的な知識の重要性について考察をおこなう (2.1節)。

つづいて個人的知識を考える上で重要な意味を持つ「文脈」という術語について、認知科学・認知心理学分野におけるこれまでの研究を参考にその一般的な定義について述べたうえで、本稿における着眼点をもとにその意味を定義する (2.2節)。

2.1 個人的知識とは

2.1.1 知識の 2 つの類型

我々人間が日常的に用いている知識には、性質の異なる 2 種類の様式があることが、認知科学分野の研究から明らかになっている。[1][2][8]

たとえば、心理学者ブルーナー [1] は、我々人間が経験を整序し現実を構成するための知識の様式と認知作用について、表 2.1 に示すような分類をおこなった。

人間の知識にこうした 2 種類の類型が存在していることはブルーナーのみが主張していることではなく、ノーマンもその著書 [2] において同様の分類をおこない、ブルーナーの言うところの Paradigmatic な様式を「内省的モード」、そして Narrative な様式を「体験的モード」と呼んでその違いについて考察している。こうした類型はすでに心理学・認知科学の分野では広く受け入れられた学説として浸透している。

また、こうした知識の類型はそれが蓄えられている記憶の形式とも対応してい

Paradigmatic な様式	Narrative な様式
<ul style="list-style-type: none"> ・ 普遍的真理性を追求する ・ 論理的一貫性を求める ・ 説明 (explain) する様式 ・ 善し悪しの基準は論理の妥当性と正確さ ・ 検証可能である必要 ・ 高度の抽象によって、個別例を乗り越えようとする 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 真実味をもたらす ・ 論理的一貫性を破ることがストーリーの基礎として用いられうる ・ 理解 (understand) する様式 ・ 善し悪しの基準はストーリーの迫真性・信憑性 ・ 検証可能である必要はない ・ 個々の経験や事実をストーリーの内に位置付ける

表 2.1 ブルーナーによる知識の分類

る。ルーメルハート [8] は、前者の知識の様式のように、一般的・論理的であって階層的にカテゴリー化されている概念的知識の総体を意味記憶と呼び、そして後者のような、個人が経験した特定の事象を意味記憶を用いて解釈した痕跡の記憶をエピソード記憶として紹介している。

表 2.1に示す Paradigmatic な知識の様式は、一般には科学的・合理的な思考の基盤となるものであると考えられている。また、表中に示したように、個別の事例を捨象して抽象化されており、論理的・普遍的な性質をもっていることから、複数の人間のあいだで共有することが容易であり、一貫した体系をかたちづくることが可能である。

一方、Narrative な知識の様式では、個々の経験や事実に基づくストーリーとして知識が形成されている。したがって、同じ対象に対する知識であっても個々の人間によってその記憶のされかたはさまざまであり、複数の人間のあいだで共有することが難しい。

しかし、我々の日常の知的活動においては、Paradigmatic な知識よりもこうした Narrative な知識が大きな役割を果たしていると考えられている。我々が日常的に活用しているさまざまな知識は、曖昧であったり、必ずしも完全・正確ではなかったり、互いに矛盾する知識が混在していたりするが、我々はそうした事態

に対しても混乱に陥ること無く対応することができる。これは我々の日常の知的活動が、論理的な整合性を求める Paradigmatic な様式よりも、Narrative な様式に基づいていることを示している。

2.1.2 計算機が扱う知識と人間の知識との比較

計算機を用いて人間の知的生産活動を支援するための試みは、人工知能分野の中心課題のひとつである。この目的を果たすためには知識が計算機上に実装されていないなければならない。しかしながら従来の研究では、計算機上に知識を表現するための手法として、あらかじめ規定された概念構造や論理表現、記号処理の体系が用いられてきた。計算機上において知識を表現するための形式として、以下のような表現の形式が研究されてきた [7]。

- 意味ネットワーク

意味ネットワークはノードと呼ばれるオブジェクトがリンクによって互いに結合されたものである。リンクは接続するノード同士の関係をあらわすラベルを持っており、最もよく使われるラベルに is-a 関係、has-a 関係などがある。

- フレーム表現

知識をスロットと呼ばれる属性-属性値からなる枠組としてとらえる表現方法である。宣言的知識・手続き的知識を同時に表現できる特長があるが、複雑になりやすい。

- 述語論理

ある概念に対する記述術語と呼び、術語間の関係を論理式として表現する。人間から見ると非常にわかりにくく、知識をこの表現形式に定式化するのに困難がともなう。しかし、一度定式化できれば、計算機による推論には適した表現形式である。

このような、従来的人工知能分野で扱ってきた知識は抽象的で一般化されたものであり、その表現の形式は、計算機が扱うのには適しているが、一方で人間に

としては直観的に理解しやすいものではない。

従来の人工知能分野の研究が対象としてきた計算機による知識処理の性質として挙げられるのは、以下のような点である。

- 各概念は万人が共有しうるように一般化・抽象化されている。
- 綿密な分析に基づいて、各概念の意味を厳密に定義しようとする。
- 概念間の関係を明確にし、頑健で網羅的な体系を構築しようとする。

これらの性質からわかるように、計算機における知識表現は、表 2.1 に示される人間の Paradigmatic な様式と共通点が多い。これは、これらの知識表現の研究と実装が、そもそも人間の知識の合理的・抽象的な側面 (= Paradigmatic な様式)こそが人間の知識の本質的な部分であるという考えのもとに進められたからである。長尾 [3] は、計算機上の知識の表現は、万人が共有することのできる事実的知識を対象とするものであり、知識とは基本的には確実なもの、真なるものであるべきだと述べている。

このような方針にしたがって、従来の計算機上における知識表現はいずれも知識の構造があらかじめ規定されており、一定の規則で知識の関係を表現することができる。こうした形式性や法則性は、知識を利用するうえで計算機の側からは有効である。しかし、人間の側がを用いて何らかの知識を表現しようとするとき、ユーザは知識を計算機向けに変換しなくてはならない。これは大変手間のかかる作業である。さらに、すでに 2.1.1 節で述べたように、我々の普段の生活において活用されている知識は、曖昧であったり、必ずしも完全・正確ではなかったりする場合が多いが、上に述べた計算機上の知識表現を用いて、そうした不明確さを表現することはきわめて難しい。

2.1.3 個人的知識の本稿における定義

2.1.2 節に挙げたような計算機が扱う知識と人間の扱う知識のギャップは、計算機と人間とのあいだの知識のやりとりに大きな支障をもたらす。

卑近な例として、インターネットの検索エンジンにおいて少し複雑な条件で検索をおこないたいときに生じる問題を考えよう。検索対象に対する十分な知識の

ないユーザが漠然とした曖昧な興味に基づいて検索しようとしても、システムはそれを検索式として明確に定式化することを要求する。すなわちユーザが知りたいまさにその知識をシステムは入力として要求するのである。ユーザにとってこれは大きな負担である。

また、専門家の知識を計算機上に記述し、専門家がおこなっているような推論・判断を計算機におこなわせようとするエキスパートシステムの研究においても、2.1.2節において述べたような知識観に基づいて知識の表現がおこなわれた [7]。しかし、ノーマンが明確に指摘したように、専門家のスキルは体験的なものであり [2]、計算機上に論理的に形式化して表現することは難しいことなのである。

どのような専門家も、自分が専門の対象としている領域について明確に言語化できない知識というものをもっている。それは自分がそれまでに経験したさまざまな事実から形成された体験的知識である。こうした体験的知識は、2.1.1節の表 2.1に Narrative な様式として示された人間の知識や認知作用のあり方であり、2.1.2節において述べたように従来の知識処理システムの研究からは捨象されていたものである。

このような体験的知識は個々人によって異なる構造をもっている。本稿では、こうした個々人それぞれに異なった構造をもっている知識を、これ以降「個人的知識」と呼ぶことにする。

ルーメルハート [8] は、人間の記憶の保存と想起には文脈効果とよばれる効果があればらくことを指摘している。それによると、ある知識に対する記憶はそれがなされた際の周囲の状況を伴って記憶されていること、そして後日その記憶が想起されるときには、記憶がなされた状況に関する情報が記憶内を検索する手がかりとなることが、心理学的実験によって確かめられたという。

この確かめられた事実は、個人的知識が個々人ごとに異なっている根拠を与えるものであると考えることができる。

別々の個人がそれぞれの個人的知識を獲得していく過程において、全く同一の状況のもとで全く同一の体験を積み重ねてゆくことは考えられない。その個人がそれまでに経てきたさまざまな体験の状況が異なれば、その体験の記憶のされ方、さらに記憶内容が必要となったときの想起のされ方が、文脈効果によって異なる

ことになる。したがって、個人的知識の個人ごとの相違は、その知識の記憶への格納、およびそこから想起がおこなわれる際の、文脈効果に基づくものであるということが出来る。

このようにして構築された個人的知識は、同じ入力に対しても別々の知識を想起することとなる。たとえば「桜」ということばが与えられたとすると、一般の人々ならば、自分の過去の経験に照らしあわせて、自分の入学式の光景を想起したり、花見の宴会の様子を思い浮かべたりするだろうし、大工の経験が長い人ならば、建材としての桜の木を真っ先に想起するかもしれない。こうした個人的知識に対して、「個人的でない」知識(すなわち従来の計算機上における知識)の実世界における代表例として挙げられるのは国語辞典である。国語辞典に対して「桜」ということばを与えても、得られるのは抽象的・一般的な定義の羅列であって、入学式や宴会や桜材の建築に関する情報ではない。

したがって、こうした個人的知識は複数の人間で完全に共有・合意することができない。しかし、それは、我々の日常の知的活動を支える重要な知識の形式でもある。

本研究はこのような個人的知識とその個人差に注目し、そうした個人ごとの個人的知識の相違に応じた知識の構造を計算機上にモデル化しようとするものである。個人的知識を計算機上にモデル化することは、計算機によって我々の日常の知的活動をより高度に支援するための重要なアプローチである。

2.2 状況的文脈

2.1.3節で述べたように、個人的知識は、それぞれに異なる文脈に基づいて人間の脳裏に記憶されており、文脈は記憶の想起や知識の組織化に重要な意味を持っている。

しかし、「文脈」という用語は研究者それぞれによってさまざまな意味合いを持たされて使用されており、その意味は一意ではない。したがって、まず文脈という術語の本稿における意味・使われ方を明確に示さなくてはならない。この節では、まず文脈という語の意味の類型を挙げ、特に状況的文脈として分類されるものが、本稿における文脈という用語の意味であることを述べる。また、状況的文

脈が個人的知識のインデックスとして機能していることを論ずる。

2.2.1 文脈の種類と状況的文脈の定義

山梨 [5] は、一般的にかなりひろい意味で使われている文脈という術語について、表 2.2 に挙げるような 4 つの種類にまとめて紹介している。

言語的文脈	言語的な脈絡としての前後関係
状況的文脈	具体的な場面や状況に関わる外部世界の物理的・即物的要因
社会的文脈	話し手、聞き手、第三者の対人関係や役割関係を特徴づける要因
心理的文脈	その人が一時的・恒常的に担う信念の体系を規定する要因

表 2.2 文脈の種類

言語的文脈は、文脈という語の定義をもっとも狭い意味でとらえたものである。こうした言語的文脈の理解は、自然言語処理分野が研究の対象としている。たとえば文章や会話に出現する指示代名詞や比喻表現について、それが何を指しているかを文法的解析に基づくアプローチで文章の理解を試みることによって明らかにしようとする。したがって、この意味での文脈は言葉それ自身の意味と文法的な修飾・被修飾の関係から導き出すことができ、テキストの読み手や会話の聞き手の心のなかにある理解の文脈とは無関係なものであるといえる。

状況的文脈は、言語的文脈のように言語表現に基づくものではなく、もっと物理的な環境や言語外的要因に視点を移したものである。ある人が何らかの行為を行ったときの周囲の状況に関する要因であり、2.1.3 節で述べたルーメルハートの記憶の文脈効果は、記憶という行為の際の周辺の状況に関する情報を用いることから、このカテゴリーに属するものであると考えることができる。

社会的文脈は、相互に果たしている役割関係や対人関係に基づくものである。行動に対して複数の人間が我々が関わってくるような場合、そこには相互に何らかの役割関係が生じることになり、その関係を特徴づける要因 (= 社会的文脈) にしたがって、我々の行動にはそれに沿った制約が課されることになるのである。

心理的文脈は、メンタル・モデルと密接に関連した概念であり、人間の心理内

における信念を規定する要因である。

このように、文脈という術語はさまざまな意味で用いられうるが、本研究は特に表 2.2において示した状況的文脈に注目することとする。言語的文脈は、テキストとその読み手とのあいだの相互作用としての個人的知識の獲得を考えるうえで、あまりにもテキストの解析という側面に対して偏りすぎていること、社会的文脈・心理的文脈については、それに対する理解がまだ進んでいないことが理由として挙げられるが、最大の理由は、記憶の保存と想起の際に状況的文脈とみなしうる情報が大きな役割を果たしていることがわかっているからである。[8]

2.1.3節で述べたように、人間が記憶の中に知識を格納するときには、意識的に記憶しようとした事柄だけが周囲の情報から切り取られて格納されるのではなく、必ずその周囲の情報が巻き込まれて記憶の中に取り込まれる。また、知識を想起する際には、そうした周辺の情報も記憶内部からの知識の検索・取り出しの手がかりとして用いられる。認知心理学ではこうした効果を文脈効果と呼ぶ。

表 2.2に示された状況的文脈の概念と、こうした個人の記憶における知識の保存と想起の際の文脈効果とのあいだには、きわめて強い類似性が認められる。したがって、個人的知識のモデル化を考えるうえで、状況的文脈に注目する必要性は大いにあるといえる。

以後本稿では、「文脈」という術語は表 2.2における状況的文脈としての意味と、2.1.3節で述べた個人の記憶の保存と想起における文脈効果としての意味を共に含意するものとして扱う。

2.2.2 暗黙知と状況的文脈

状況的文脈に注目することの重要性を裏付ける有力な学説として、ポラニーが提唱する暗黙知という概念を導入する。ポラニーはその著書 [4] のなかで、我々が何かに明示的に注目するとき、それはそれ自体に対しては明示的には注目されない、暗黙的にしか知覚されない諸細目を通してなされているのだと主張した。

この主張は、明示的注目の背後には暗黙的にしか感知されない諸細目があるということの意味する。これは、我々の個人的知識において、明示的に知識を格

納しようとする時に付随して記憶されてしまう周囲の状況、すなわち状況的文脈が存在する、という認知心理学における文脈効果の考え方に対応していると考えることができる。

2.2.3 状況的文脈と連想的想起

状況的文脈が知識の保存と想起の際の手がかりになっているということは、いい替えれば人間の記憶メカニズムは文脈情報を知識のインデクシングに用いているということもできる。こうした状況的文脈に基づいたインデクシングによって、我々人間の個人的知識においては、2.1.3節に例を挙げたようなそれぞれに異なる連想的想起が可能になっていると考えられる。このような、知識のインデクシングとそれに基づく連想的想起は、状況的文脈が個人的知識に対して及ぼす注目すべき効果である。

この節ではこの連想的想起について、関連する研究を紹介しながら、そのなかで状況的文脈が知識の格納の際に状況的文脈が果たす機能と、知識の想起の際に状況的文脈が果たす機能について、どのように扱われているかについて述べる。

人間の知識間の連想を計算機上にモデル化したシステムとして、Hirataら [10]の研究がある。Hirataらは弱い連想構造と呼ばれる構造を用いている。これは、「～といえば～」といった形式で、ユーザが自分の頭の中にある連想をHTML形式のテキストファイルとして書き留めておき、それをグラフ構造化したものである。Hirataらはこれをコミュニティの知識共有のために用いており、コミュニティの成員は、連想知識構造を互いに参照できるようになっている。

このシステムでは、連想構造をユーザが自ら書いているために、システム側は個人によって異なる個人的知識に基づく連想をシステム内に取り込むことができる。しかし、ユーザがどのような文脈によってその連想をおこなったのか、という情報については、システム側は全くその手がかりを得られない。したがって、連想の文脈が判然としないために、コミュニティ構成員の連想構造を互いに参照することができても、それがユーザにとって何の参考にもならないというケースが考えられる。人間の知識間の連想は個々人特有のものであって、ある人にとっ

ては知識 A から知識 B を連想することが全く当然であるのに、別のある人にとっては知識 A と知識 B とはなにひとつ関連のないものである、という場合もある。この場合、後者の人が前者の人の連想構造を参照しても全くその意を汲み取ることとはできないであろう。

また、「観点」を連想的想起に導入し、その場の状況に応じた知識の連想を提供しようとする試みもある。賀沢ら [11] は、国語辞典を知識ベースとして、各単語を観点に基づいた特徴ベクトルで表現し、観点に基づいた単語同士の類似度を算出する方法を提案した。たとえば、「豚」「馬」「自動車」という 3 つの単語があるとすると、「乗り物」という観点のもとでは、「馬」「自動車」の類似度が高く、「豚」との類似度は低くなる。また「動物」という観点のもとでは、「豚」と「馬」が近くなり、「自動車」は遠くなる。類似度の高い単語は互いに優先的に連想されることとなる。

このシステムでは、「観点」を知識を想起する際の状況的文脈とみなすことができ、知識ベースから状況的文脈に応じて知識を取り出すことを実現しているといえる。しかし、上述のようにこの知識ベースは国語辞典の記述をもとに機械的に抽出されたものであって個人的知識と呼びうるものではなく、状況的文脈が知識の格納の際にインデクシングをおこなう効果は反映されていない。

第 3 章

個人的知識と文脈のモデル化

これまで述べてきたように、我々人間の知的活動においては、それぞれの人間の個別の文脈に基づく個人的な知識が非常に重要な役割を果たしている。本研究は、このような個人的知識を計算機上にモデル化することを試みるものである。

本研究では、このような個人的な知識の獲得と利用を計算機を用いて支援するためのアプローチとして、2.2節で述べたような、その知識がどのような状況のもとで獲得されたかという情報、すなわち状況的文脈に注目する。そして WWW(World Wide Web)をはじめとするテキストを「読む」という行為、特にユーザが書き込みを加えながらテキストを読み解く行為に焦点をあて、ユーザ = 読み手が WWW をブラウジングする際に、その状況的文脈に考慮しながら知識を獲得・蓄積および提示することを図るシステムの提案と実装をおこなう。

この章では実装の前段階として、まず我々人間が、文書に書き込みをしながらブラウジングする、ということがどのような性質を持つのかという点について考察を行う(3.1節)。つづいて第 2 章で本稿における意味を定義した個人的知識や状況的文脈についてモデル化を行い(3.2節)、それに基づいて、実装システムが備えているべき要件について検討する。

3.1 テキストを「読む」という行為

3.1.1 「読む」という行為の 2 つの側面

我々は普段多くの文書を読み、知識をそこから得ているが、我々人間の「テキストを読む」という行為について、次に挙げる 2 種類の「読み方」があると考えられる。

- 書き手の主張・論点に注目し、それへの理解を深めるための読み方

- 読み手である自分の視点に立脚し、そのテキストを自分の文脈に沿って読み解く読み方

前者は主に学術論文や論説記事など、テキストの書き手側に読者に伝えたい明確な主張が存在し、かつ、読み手の側にも、そうした書き手の主張に注目する十分な理由・目的がある場合の読み方である。このような場合、読み手側は意識を集中させながらテキストを読んでいることが多い。また、書き手の主張に注目することは、(一定の読解能力をもった読者であれば)どのような読み手であっても、そのテキストから得られる知識はほぼ同一で大きな個人差はあり得ないということになる。

一方後者は、いわゆるネットサーフィンのように自分の興味に応じて雑多なテキストを読み漁る場合などが考えられる。この場合前者とは異なり、読み手がその時どのようなことに興味を惹かれていたのか、あるいはそれぞれの読み手に内在するそれまでの経験などによって、同じテキストを読んでもそこから得られる知識が個々の読み手によって異なる、ということがあり得る [9]。

これらの読み方は互いに相反するものではない。論文誌を何気なく興味の向くままパラパラとめくっているうちに(後者の読み方)、自分にとって有益な論文が見つかってその論旨をつかもうと前者の読み方に切り替える、というケースはよくある。我々は日常において、両者を巧みに使い分けながらテキストのブラウジングをおこなっているということができ、人間がテキストを読み解く過程を理解するためには、双方に対する注目が必要である。

従来のテキストからの情報検索・抽出研究は両者のうちの前者を研究の対象として指向することが多く、こうした研究はこれまでもなされている。たとえば大澤らの研究 [12] は、テキストから筆者の主張に基づいた重要語を抽出することを目的としている。

しかし、後者のような、読み手の文脈に基づいてテキストから知識を抽出する研究はまだ少なく、今後の研究の進展が待たれる分野であるといえる。したがって本稿では、こうした読み手の文脈に基づく手法について議論をおこなうこととする。

3.1.2 テキストに対する読み手の書き込みの効果

我々が日常生活において何らかのテキストを読んでいるとき、そのテキストの一部にアンダーラインを引いたり、欄外の余白に自分の考えを書き付けたりすることがよくある。このアンダーラインや書き込みは、もちろんテキストの書き手の主張が最も強く現れている部分に対してなされることも多いが、読み手の注目を反映している場合も数多く、読み手の文脈に基づくテキスト読解を考える上で重要である。

例えば、コンピュータのマニュアルに対してそのユーザがさまざまな書き込みをしている場合を想定してみる。ユーザがアンダーラインを引くのは、おそらく自分がコンピュータの操作に迷ったり、自分にとって特に重要な機能について記述している部分であろう。ユーザがテキストのどこに注目してマニュアルを読み解くかは書き手の意図とは無関係である。これは、読み手の文脈に沿ってテキストを読み解いている典型的なケースであろう。

このような、テキストに読み手の側が手を加えるという行為は、読み手がテキストを自分の興味や関心に基づく文脈によって再構築し、もとのテキストに基づいて自分のための新しいテキストを製作しているとみなすこともできる [1]。また、認知科学分野の研究者からは、思考の途中で思考内容を書き留めておくということは、考えを外部に保存して人間の記憶を補助する役割を果たすのみならず、そうすることによって思考への吟味や批判を促す効果があるということが指摘されている [14]。さらに、人間がものを「書く」というプロセスは、単に物理的な意味での書くという作業にとどまるものではなく、書いている内容に対する「考察」という作業も含むという主張もある [13][15]。

以上のように考えると、テキストブラウジングの際に読み手がテキストに対して書き付けた印やメモ書きの類は、読み手がテキストを読み解いたその場の思考の流れをよく反映しているはずである。また、こうした書き込みを行うことをとおして、読み手はテキストからより深く知識を獲得することができる。

このような読み手のテキストに対する書き込みについての情報を、知識獲得の際の状況的文脈や、それに基づく読み手それぞれに個別的な知識の獲得に向けての手がかりとして利用することこそ、まさに本稿のアプローチである。以下に続

く節において、書き込みを手がかりにユーザの文脈を獲得する手法についての考察を行う。

3.1.3 読み手のマーキングと状況的文脈

本研究が状況的文脈に注目することは先述したが、ここでは 3.1.2 節の考察に基づいて、テキストブラウジングの際の書き込みから、ユーザがブラウジングによって知識を得る際の状況的文脈を抽出するための手法について述べる。

読み手によるテキストへの書き込みの代表的な例として、テキストのなかの注目する部分にアンダーラインを引いたり丸で囲ったりしてマーキングすることが挙げられる。この節では特にこのマーキングと状況的文脈の関係について考察する。

マーキングという行為は、印をつけた部分が読み手にとって重要な意味を持っていることをあらわしていると考えられ、その部分の記述はユーザの記憶に深く刻まれていると思われる。また、こうしたマーキング部分の記述には、後日読み手の脳裏でその時の思考の流れを再現するためのカギとしての役割があると考えられる。このとき、ユーザはどのようにこの知識を記憶していると考えられるであろうか。

たとえば図 3.1 のような場合を考える。おそらく読み手は自分の興味・関心に照らした結果「岡山情報ハイウェイ」という部分に注目が向けられ、マーキングをおこなったと考えられる。このとき読み手は、自分がマーキングしたこの部分について、その周辺に散らばる語句(図 3.1 中の楕円で囲まれた語)と結び付けて記憶しているのではないかと本稿では仮定する。この仮定の根拠として、すでに 2.2.2 節において述べた暗黙知という概念を導入する。

ポラニー [4] が提唱しているのは、我々が明示的に何かに注目するとき、その注目は、それ自体に対しては明示的に注目されない諸細目に対する暗黙的な感知を通しておこなわれており、その暗黙的感知こそが暗黙知であるという考え方であった。そう考えると、ユーザが注目し明示的にマーキングがなされた部分に対して、ユーザが明示的には意識しなかったものの、注目の土台または背景となるべき情報がテキスト中には暗黙的に存在していると考えられる。この暗黙的な背

なかでも岡山県は、平成8年度から「岡山情報ハイウェイ構想」を提唱し、高速ネットワークの整備と活用を推進してきた。計画では、CATVと県庁WANを活用し、県内の全ての家庭で数メガbpsの高速なインターネット環境を定額制で利用できる基盤（「県民LAN」）を整備するとともに、この基盤上で、インターネット技術を地域や身近な生活の内部コミュニケーションのために活用する「県民イントラネット」を実現する、ということを目指している。岡山県は現在財政的に極めて困難な状況にあるが、この計画は順調に進められており、官僚的で四角四面になりがちな自治体主体のプロジェクトとしては、一定の成功を収めつつあるといえるだろう。

図 3.1 読み手のマーキングに対する状況的文脈のイメージ

景情報はまた、ユーザの明示的な注目がなされた際の周囲の状況を反映しているとみなすこともでき、本稿の着眼点である状況的文脈をなしているということもできる。

この例でいえば、ユーザの明示的注目に基づいてマーキングされた「岡山情報ハイウェイ構想」に対して、「ネットワーク」「インターネット」「岡山県」など、周囲に散財する語が周囲の状況的文脈をなしていると考えることができる。

もちろん、「状況的文脈」という用語の本来の意味は、上に述べたものよりもはるかに広いものである。例えば今読み手がどこでテキストのブラウジングを行っていて（喫茶店か、通勤途上の駅のホームか、職場か...）周囲の状況はどのようなのか、という情報も状況的文脈であり、むしろこうした情報こそ状況的文脈という用語の本来の意味に近いものであろう。しかし、本稿においては後に計算

機上への実装を図ることもあって、計算機から見て観察の対象とすることができる、ブラウジング中のテキストに散在する情報としての状況的文脈に的を絞って議論を進めて行くことにする。この場合、ブラウジング中のテキストとは、ユーザがマーキングした部分の言語的文脈(図 2.2)としてではなく、読み手の入力が行われたときの背景となる環境・状況としてのみシステムからは見なされる。したがって、単語の切り出しといった部分で自然言語解析のツールを用いることはあっても、文法的な修飾・被修飾の関係などについての解析をおこなって言語的文脈を理解しようとする試みはおこなわれない。

テキストに対してのユーザの書き込みには、マーキングの他にも、マークした部分から余白へ線を引っ張ってメモを書き付けたり、語句同士を結びつけたりすることがある。これらについてはシステム実装時に検討することとし、3.2.1において後述する。

3.1.4 文脈に基づく連想と個人的知識

3.1.3節で述べた暗黙的な・ユーザの明示的な注目を伴わない状況的文脈は、さらに、ユーザの知識の連想的想起を促す文脈としても大きな役割を担っていると考えられる。

上述の例でいえば、ユーザがまた別のテキストを読んでいたとき、「ラムズ」や「スーパーボウル」といった語に目が止まったとする。そのときユーザは、それらの語を連想のカギとして、自分が過去にマーキングを行うことで記憶に刻んだ知識を想起する(図 3.2)。したがって、状況的文脈は、知識と知識を連想的に結び付ける役割を果たしているということもできる。

図中の長方形で囲まれているのがユーザが明示的に注目し記憶した語句、楕円で囲まれているのが 3.1.3節での考察に基づいた状況的文脈であるとする。ユーザが明示的にマーキングすることによって獲得した知識が、暗黙的な状況的文脈によって繋がっていることに注意されたい。つまり、この結び付きは、ユーザ自身が明示的に知識同士を関連づけたのではなく、ユーザがブラウジング-マーキングを重ねるうちに、おのずと繋がりが形成されたものなのである。

このような、マーキングによって獲得された知識とそれが状況的文脈によって

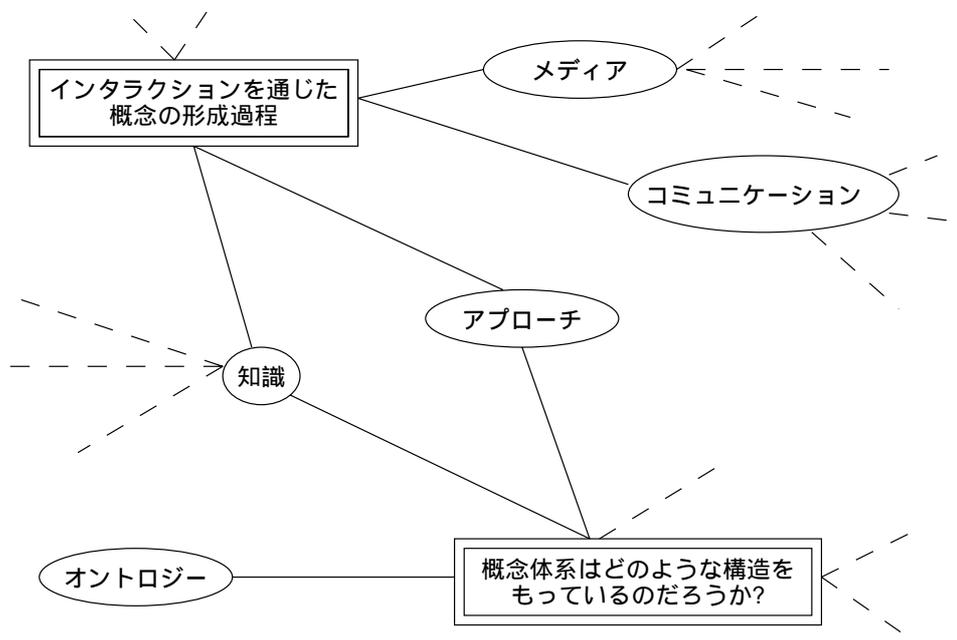


図 3.2 文脈を介した知識の連想的想起の例

連結された連想的想起の構造は、個々のユーザの興味・関心に基づく知識が文脈によって構造化されたものとみなすことができる。これは 2.1 節において考察したような個人的知識の性質を満たすものであり、したがって、テキストブラウジングという行為においては、この構造は個人的な知識のひとつの形態であるといえる。

3.2 個人的知識と文脈のモデル化

3.1 節での考察に基づいて、第 2 章で定義した諸概念、すなわち状況的文脈、および個人の文脈に基づく個人的知識について、テキストブラウジングの際の読み手の書き込みに注目する場合におけるモデルと実装について述べる。

3.2.1 実装システムにおける諸概念のモデル

まず、テキスト文中からユーザが獲得する知識について、3.1.2節での考察に基づいて、

テキストから獲得した知識 = ユーザがテキスト中にマーキングした部分の記述と本稿では定義することとする。

ここで、ユーザが獲得した知識とテキスト中でマーキングした文字列とがそのままイコールであると宣言することには論理の飛躍がある。しかし、テキスト中からユーザがマーキングした部分は、ユーザがそのテキストから得た知識を頭の中で想起するためのカギとなりうると考えられる。したがって上記の定義は、マーキングした文字列がカギとなってユーザの脳裏で知識の想起が促される効果を含意するものとし、以下本稿でテキストから得た知識について言及する場合も同様であるとする。

つづいて、3.1.3節での考察に基づいて、ユーザがテキストに書き込みをすることによって知識を獲得するときの、その知識に対する状況的文脈について、次のようにモデル化する。

テキストから得た知識の文脈 = テキストへの書き込みの周囲に散らばる重要語の集合

重要語とは、ここではテキスト中に出現する、ユーザからの入力に関連が強いと考えられる語と考える。その集合が入力の状況的文脈をなすものとする。ここで、重要語の抽出をどのように実装するかが問題となるが、この問題については実装の段階で検討することとし、5.2.1節で後述する。

また、3.1.4節での考察から、テキストブラウジングの際の個人的知識の構造は、マーキングによって獲得された知識と状況的文脈をなす語の2種類のノードと連想的想起の繋がりを表すエッジを持つグラフ構造を形成していると考えられることができる。したがって実装システムでは、ブラウジング行為を対象とした場合の個人的知識について、このグラフ構造を個人的知識のモデルとして用いることとする。

知識の獲得に関して、テキストに対してのユーザの書き込みには、マーキングの他にも、マークした部分から余白へ線を引っ張ってメモを書き付けたり、語句

同士を結びつけたりすることがある。このような場合には、メモ書きの文をグラフのノードとして、または語句同士の結び付きをエッジとしてグラフの構造に追加する。

3.2.2 実装システムが備えているべき要件

3.2節における文脈・個人的情報のモデルに基づき、本稿で実装をおこなうシステムが備えているべき要件について検討を行う。

ユーザのテキストブラウジング行為において、ユーザの文脈に基づいた個人的知識の獲得と再利用を支援するためのシステムを実装しようとする場合に、ユーザの入力を受け付けるモジュールは少なくとも以下の要件を満たしている必要がある。

- ユーザがブラウジング中のテキストに対して書き込むことができるインターフェースを用いること
- システムは前項のユーザによる書き込みを入力として獲得できること
- システムはユーザの書き込みに対して、ブラウジング中のテキストに散らばる文脈情報を獲得できること

上記の要件は、本稿がユーザの書き込みに着眼点をおいており、3.2節のモデルがユーザの書き込みとその周辺の状況的文脈の獲得が可能であるという前提に立っているために必須である。

さらに、実装システムの目的である知識の獲得と利用の支援を円滑に行うために、

- ユーザの思考を中断しない、繁雑でない直観的なインターフェースを実装していること

という要件を満たす必要があるといえる。人間の認知活動に直接関わるようなツールは、人間の認知仮定そのものに影響を与えることが知られている [2]。システムのインターフェースの使い勝手が悪いと、ユーザの思考は中断を余儀なくさ

れてしまう。テキストに書き込みを加えながら読み進めているとき、ユーザは常に自らの文脈に沿ってさまざまな思考をめぐらせている。したがって、上記の要件の必要性は高い。

また、実装システムは個人的知識を単に獲得すれば良いわけではなく、その知識の想起を助けることで知識の活用を促すことも目的としている。そのために、以下の2つの機能を実装することとする。

- ユーザからの入力を受け付けると、これまでに獲得した個人的知識のグラフ構造を検索し、関連する知識があればそれを提示する機能

これにより、ユーザは新しく得た知識とこれまでの知識とのあいだの暗黙的な連関を知ることができ、知識の連想的想起が可能になる。

- ユーザの入力によって得られた語句に文脈情報を検索語として付加してWWWを検索し、その結果を表示する機能

これにより、ユーザがこれまでに知らなかった情報源にアクセスすることが可能になる。ユーザの入力に対して文脈情報を検索語として付加することで、ユーザの現在の関心に応じた検索結果を得ることができる可能性がある。

第 4 章

試作システム MindHeap の動作

この章では、3.2.2節に基づいて実際に試作したシステム MindHeap を利用して、ユーザが知識を入力したり関連する知識の提示を受ける様子を紹介し、システムのインターフェース設計のねらいについて述べる。

4.1 ユーザから見た処理の流れ

3.2.2節に述べたように、ユーザによるシステムへの知識の入力部分は、思考を中断しないようなインターフェースである必要がある。したがって、本研究における実装システムでは、HTML ブラウザをそのまま知識入力のインターフェースとして用いることとした。ユーザは、ブラウザに表示されているテキストから、自分が興味をひかれたり特に注目する部分をマウスでドラッグしてなぞることで、システムに知識を入力することが出来る (図 4.1)。

なぞられた文字列は四角形で囲まれてマーキングされ、さらに、複数の語句をマーキングしたあとでそれらの語句の間をマウスで線をひいて結び付けると、それらの語句を明示的に関連づけることができる。また、マーキングした語句に対してコメントを書き添えることもできる (図 4.2)。

なぞりによって知識が入力されると、システムはその入力に対する文脈を現在表示しているテキストから抽出し、知識に文脈と現在表示しているテキストの URL を付加してデータベースに記録する。さらにユーザの入力した知識をデータベースに格納する際に、入力された知識に対して 3.1.4に示したような連想的繋がりをもった知識がないかを検索し、該当する知識があればそれを画面上に表示する (図 4.3)。

画面上に表示された連想される知識の表示の下半分は連想される知識を表して

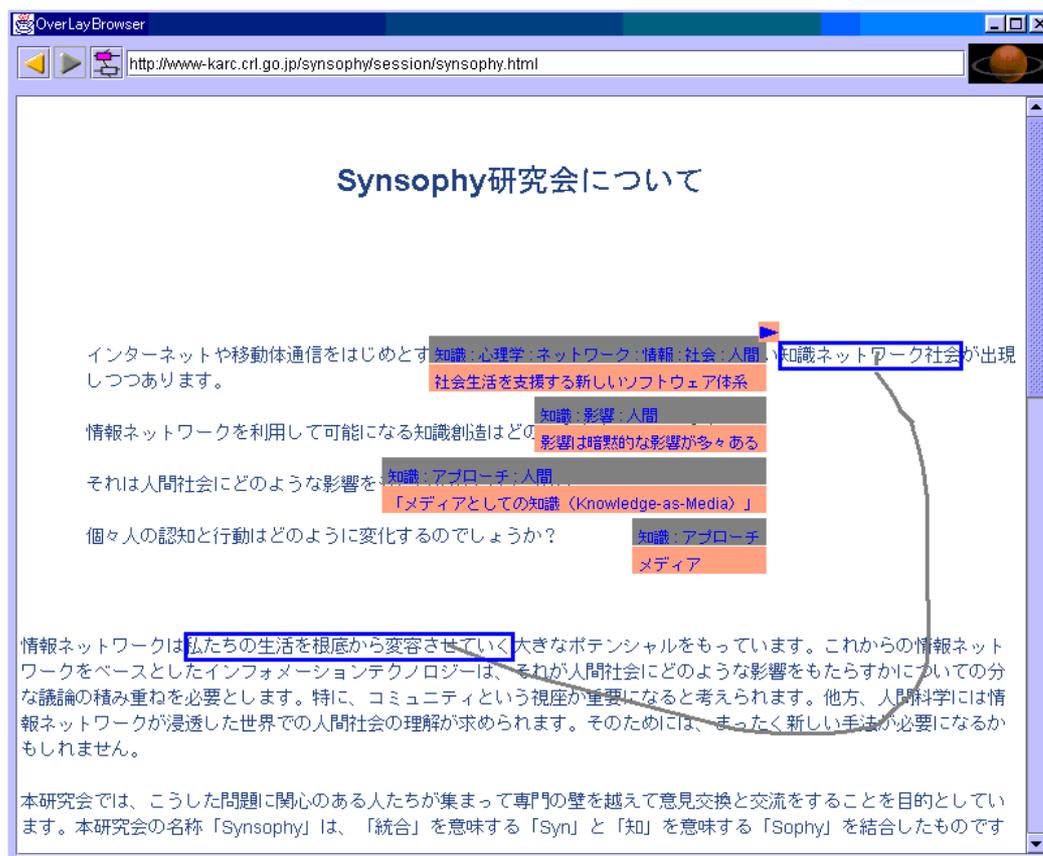


図 4.1 知識入力インターフェース

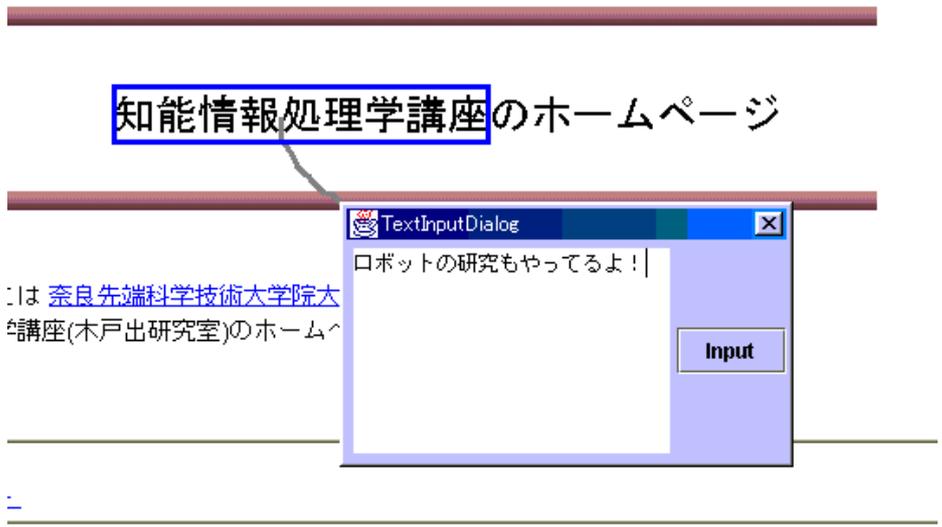


図 4.2 マーキングした語句へのコメント付け

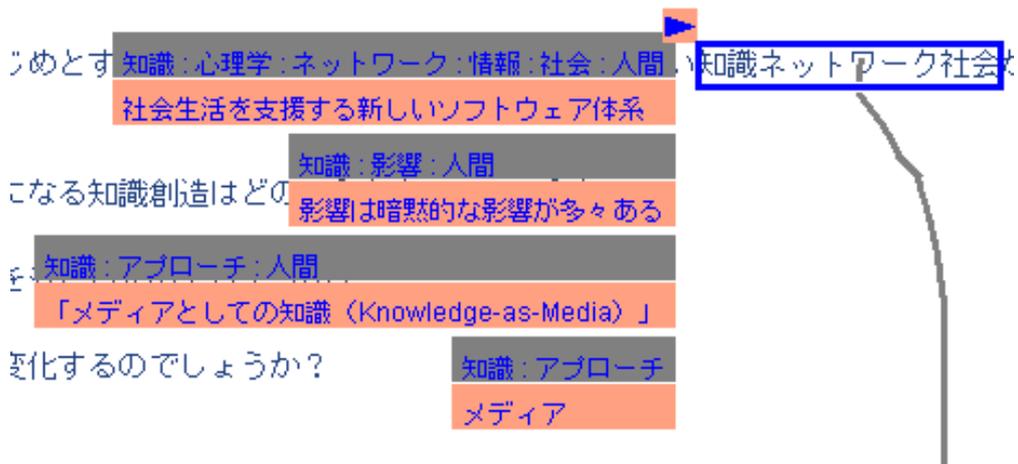


図 4.3 連想される知識の表示

おり、上半分は連想される知識と入力結び付ける文脈を示している。

たとえば図 4.3 の場合、ユーザからの入力である「知識ネットワーク社会」から連想される知識として、「知識」「心理学」「ネットワーク」「情報」「社会」「人間」といった語からなる文脈によって「社会生活を支援する新しいソフトウェア体系」という知識が繋がっていることを示している。

画面上に表示されたこれらの知識は過去にその知識が入力されたウェブページへのリンクとなっており、クリックするとそのページへジャンプすることが可能になっている。これは上述のように、知識が入力されたときの URL を記録しているために可能になっている。リンク先のページをもう一度見直すことで、ユーザは自分が入力した知識とシステムが提示した連想的関連知識とのあいだの繋がりについてより深く知ることができるのである。

これらの提示される知識は、システムによって関連性が強いと判断された順に上から並んでいる。一番上の提示知識は、多くの共通する文脈によって知識同士が繋がっているため関連度が高く、一番下の「メディア」という知識は、ここに表示された中では最も関連度の低いものである。この関連度の強弱をどのようにして算出しているかについては 5.4.1 節において後述する。

また、図中で、ユーザによって入力され四角形で囲まれた語句の左上に表示されている、正方形の内側に三角形が描かれたアイコンがある。このアイコンをクリックすることにより、検索エンジン Goo¹ の検索ページに文脈情報を付加した検索クエリーを送信し、検索結果を表示することが可能である。これにより、ユーザが過去にブラウジングしたことのないページを発見することを図っている。

ユーザがこうした操作を繰り返すことによって、システム内に蓄えられた個人的知識の構造において 3.1.4 に示したような連想の繋がりが次第に形成され、ユーザの文脈に応じた個人的知識の構造化がなされる。

4.2 ユーザとのインターフェース

4.1 節でみたように、このシステムは WWW ブラウザの画面が直接知識の入力インターフェースとして用られているだけでなく、基本的にはすべての出力を

¹<http://www.goo.ne.jp>

同じブラウザ画面上に表示している。このように、WWW ブラウザを入出力のインターフェースとして用いることについて、以下に挙げられるようなメリットが挙げられる。

1. 入力において、紙媒体のテキストに対して書き込みを行うのと似た感覚のインターフェースの実現が可能になる。

思考を中断しないインターフェースの必要性は 3.2.2 節で指摘したが、本システムがモデルとした、読み手が書き込みをしながらテキストを読む、という行為をより自然に計算機上に実装・再現するためには、テキストが表示されている画面に直接書き込みができるインターフェースを実装することが必要である。

2. 同一画面上にシステムからの出力がなされることによって、ウィンドウを切り替える煩わしさからユーザを解放する。

システムからの出力として画面上に提示される関連知識や検索エンジンにクエリーを送信するためのアイコンは、その知識が入力されたページや検索エンジンへのリンクとなっている。これは、表示される出力結果が単にシステムからの出力であるにとどまらず、同時にユーザからの新しい入力を待つためのインターフェースとしても機能していることを意味している。したがって、入力画面と同じ画面上に表示されることが望ましいのである。

また、本研究の大きな目的のひとつとして、ユーザの文脈に基づく個人的な知識の獲得 蓄積と構造化 想起による知識の活用 さらに新しい知識の獲得 ... と続く、我々人間の日常生活における一連の知識獲得・増大のサイクルを、計算機を用いて支援することがある。

入出力が基本的には全て同一の画面上でおこなわれ、また上記の第 2 項で触れたようにシステムからの出力結果がそのまま入力を受け付けるインターフェースとして用いられているのは、システムを用いてユーザが知識を増加・深化させてゆくプロセスを循環化させスムーズにおこなうことをねらったものである。

第 5 章

試作システムの内部実装

この章では、3.2.2章でみたシステムの内部の実装について、図 5.1に沿って各モジュールごとに述べる。

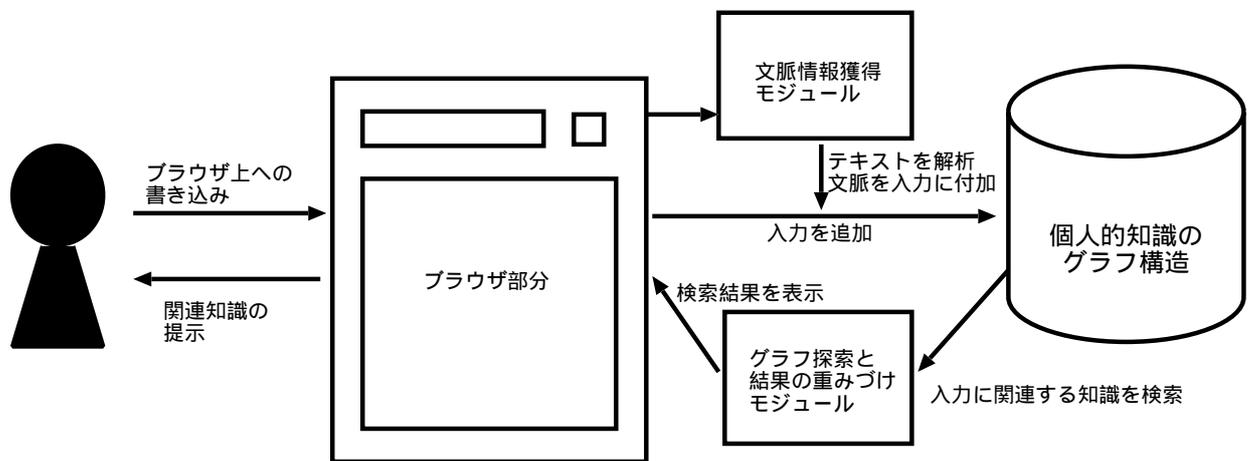


図 5.1 システム内部の処理の流れ

5.1 知識入出力のためのブラウザ

5.1.1 ブラウザ画面

この部分は一般的なブラウザと同じような外見・機能をもっており、実際の動作画面の様子については、すでに掲げた図 4.1のとおりである。上部には前のページへ戻ったり次のページに進んだりするための Back ボタン・Forword ボタンと、URL を表示するテキストボックスがあり、ここに直接 URL を入力して新しいページを閲覧できる点も一般のブラウザと変わらない。

ただし、テキストを表示する部分の上には、それに重ね合わせるかたちで透明な層が貼り付けられている。ユーザがなぞった部分を囲む四角形の枠や知識同士を結び付けるリンク線、また入力から想起される知識を提示するシステムから出力結果は、すべてこの層の上に描画される。

5.1.2 文脈抽出のための前処理

また、新しいページがブラウザ上に読み込まれた際には、形態素解析システム Chasen² を呼び出してテキストを解析し、そのページの表示内容 (HTML の場合ならば、HTML タグを取り払ったテキストの地の文) について、単語ごとに区切ってそれぞれの品詞を解析しておき (図 5.2)、結果をファイルに出力して保存しておく。

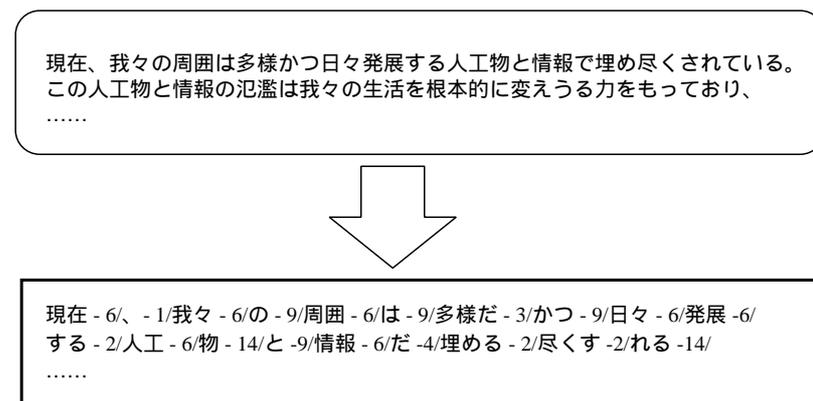


図 5.2 テキストを形態素解析にかけた結果

単語ごとに区切られたそれぞれの要素のうち、左側にあるのが単語の原形であり、右側の数字は Chasen が割り振った単語の品詞を番号であらわしたものである (例えば名詞 = 6)。これは状況的文脈獲得モジュールが必要とする処理をあらかじめ行っておくものである。

²奈良先端科学技術大学院大学 自然言語処理学講座による形態素解析システム。 <http://cl.aist-nara.ac.jp/lab/nlt/chasen/>

5.2 状況的文脈抽出モジュール

知識入力時に画面に表示されていたテキストから入力背景となる状況的文脈を抽出するためのモジュールであり、本システムにおいて最も注意深く実装がなされるべき部分である。ユーザからなぞりによって知識を入力されると呼び出される。

5.2.1 抽出手法の検討

3.2.1ですでに定義したように、本システムでは、入力された知識の文脈を、そのテキスト中の入力部分の周囲に散らばる重要語の集合としてとらえている。

テキストからの重要語の抽出については自然言語処理分野で研究が進められており、これまでもいくつか手法が提案されている。本研究でまず検討をおこなったのは、以下のような手法である。

1. tf/idf などの統計量を用いる手法

2. 文書の見出し情報を用いる手法

HTML タグの $\langle TITLE \rangle$, $\langle H1 \rangle \sim \langle H3 \rangle$ など、重要であるキーワードを含む部分を獲得する手法である。

3. テキスト文中に頻出する語を用いる手法

出現頻度を数えあげ、上位の語を重要語とみなす手法である。

4. 共起関係に基づく手法

ユーザから入力された部分に共起する語から重要語を取り出す手法である。

まず、tf/idf は、有効な結果を抽出するためには大量のテキストを必要とする。本システムでは、入力されたときに表示されているページ、という高々1ページのみを抽出の対象としているためにこの手法の応用は難しい。あるいは、ブラウジングの履歴をとり、過去にブラウジングしたページの集合に対して tf/idf を用いることも手法としては考えられるが、計算に費す時間が長くなり、システムのレスポンスが悪化するおそれがある。4.1節に見たとおり、本システムはユーザ

の入力に対してその場で文脈を抽出するので、実時間で処理がおこなえる必要があり、本手法を用いることは適当でない。

次に、文書の見出し情報を用いる手法は、書き手がテキストをわかりやすく構造化して見出しをつけているという保証が無いために、有効である可能性は低い。例えば”Welcome to My Homepage!” などといった、文書の内容とは全く無関係な内容が獲得されてしまう可能性がある。さらに、この手法によって重要語が抽出できるかどうかは書き手の恣意的な意図にゆだねられており、読み手の興味・関心に基づく文脈の獲得という本稿の目的とも相反する。

テキスト中の頻出語を用いる手法は、計算の対象が1ページであることから実時間ででき、書き手の意図にも比較的左右されないために、上に挙げたふたつの手法よりも有効性が高いといえる。

しかしこの手法を用いた場合(これは上に挙げたふたつの手法に対しても共通していえることだが)、同じページの中で複数の異なる知識が入力された場合に、それらに対して全く同一の語の集合が抽出されてしまうという欠点がある。もちろん、入力になされた状況(=入力があったときに、どのようなページをブラウジングしていたか)が同じなのだから、同一の状況的文脈が得られてもよい、と考えることも可能である。しかし、同じテキスト中であっても別々の知識が入力されたのならば、やはりそのそれぞれに別々の状況的文脈があると考えほうがより自然であろう。

最後に挙げた共起関係を用いる手法は、実時間での処理が可能であり、書き手の恣意的な意図に左右されることもなく、これまでに挙げた各手法よりも有効であると考えられる。さらに入力された文字列に共起する語を用いることで、同じページからの入力に対しても、入力された文字列が異なればそれに応じて異なる語が抽出されるため、上述の欠点もない。

したがって、本システムでは、共起関係に基づいて状況的文脈を抽出する手法を採用することとする。

5.2.2 共起関係の定義

何をもって共起と定義するかは場合によってさまざまである。一文の中に同時に出現すればそれらの語は共起関係にある、と定義される場合もあるし、前後 n 語の間に同時に出現することをもって共起とみなす場合もある。

本システムでは 13 語の窓を用い、ある単語の前後それぞれ 6 語の間に出現した名詞をその単語の共起語と定義した。

その理由は、文を共起関係の判定の単位として用いることは、書き手の文章の書き方に依存することになるからである。そのうえ、箇条書きが多用されるテキストや、リンク集ページなどのように単語が並んでいるだけのページに対しては、文を判定の単位として用いることが困難であろうと思われる。

また、共起関係判定の窓が小さすぎると拾える文脈語が少なくなり、知識同士の繋がりが見られなくなる。逆に窓が大きすぎると文脈語が多くなりすぎて関係ない知識同士まで結びついてしまう。窓の大きさを 13 と定めたのは、何回かの試行の結果から経験的にそれが適切な値であると思われたからである。

5.2.3 複数の語からなる入力への対応

ユーザの入力が単語単位でなされるならば、テキスト文中からその単語を検索し、その単語の出現のそれぞれについて共起語を抽出してゆけばよい。

例えば、「インタラクション」という文字列が入力された場合なら、テキスト中の「インタラクション」という文字列の出現のそれぞれについて、前後 6 語ずつ調べていって共起する名詞についてその共起回数を数えあげる (このときに 5.1.2 節でみた前処理の結果を利用するので、形態素解析の時間が省ける)。そして回数が多い語を入力文字列に対する文脈として抽出する。単に入力がなされたその箇所だけの共起関係をみるのではなく、テキスト中における入力文字列のすべての出現を調べる対象とするのは、入力箇所だけの共起関係を見た場合には、偶然に入力文字列の近傍に出現しただけの語がそのまま抽出されるおそれがあるからである。

しかし、ユーザはブラウザ画面上に表示されたテキストを自由になぞって知識を入力することができるのであり、入力は必ずしも単語単位でおこなわれるわけ

ではない。例えば、「“知能”とはインタラクションを通して機能する、というものである」という文字列が入力として与えられた場合はどうであろうか。入力は単語ではなく複数の語からなる文章であり、これと全く同じ言い回しがテキスト中の他の場所に再び出現するとは考えにくい。かといって、入力箇所だけの共起関係を見るだけでは、上述のような偶然性の問題がある。

そこで本システムは以下に述べるような手法を用いることとした(図 5.3も参照のこと)。

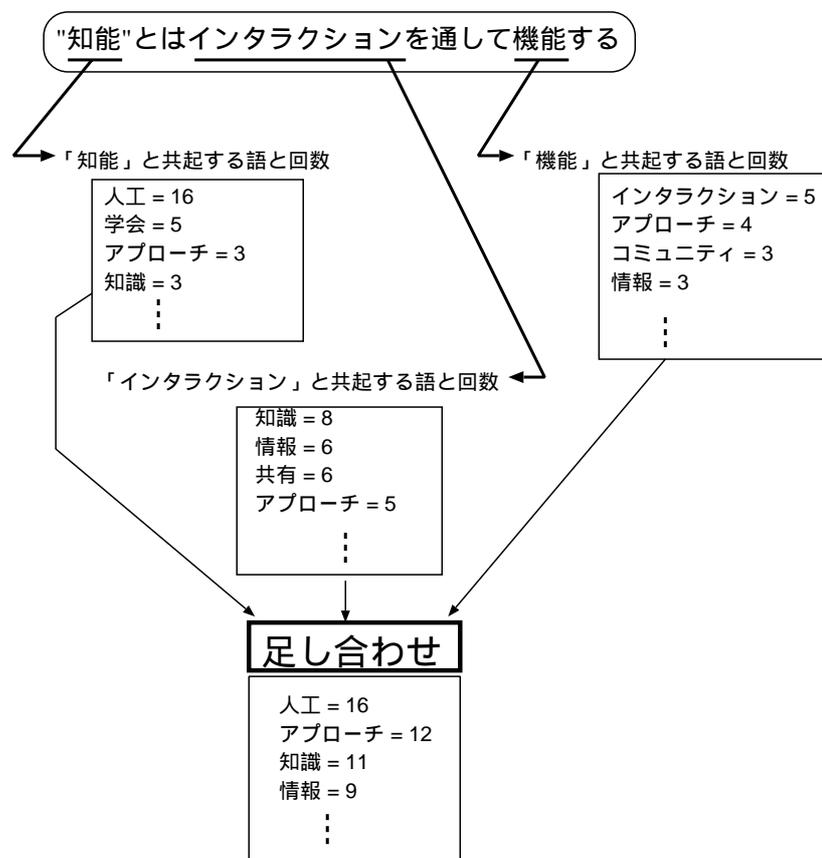


図 5.3 文脈語の抽出

1. まず入力文字列自体を形態素解析し、そこに含まれる名詞を取り出す
2. 1. で得た名詞のそれぞれについて、共起する語とその共起回数を抽出する

3. 2. の結果を足し合わせる

このようにすることで、複数の語からなるユーザの入力に対応する。

5.3 個人的知識の構造の格納

こうして獲得されたユーザから入力された知識とそれに伴う状況的文脈は、システム内部においては 5.4 に示すようなグラフ状の構造となってデータベースに記録される。

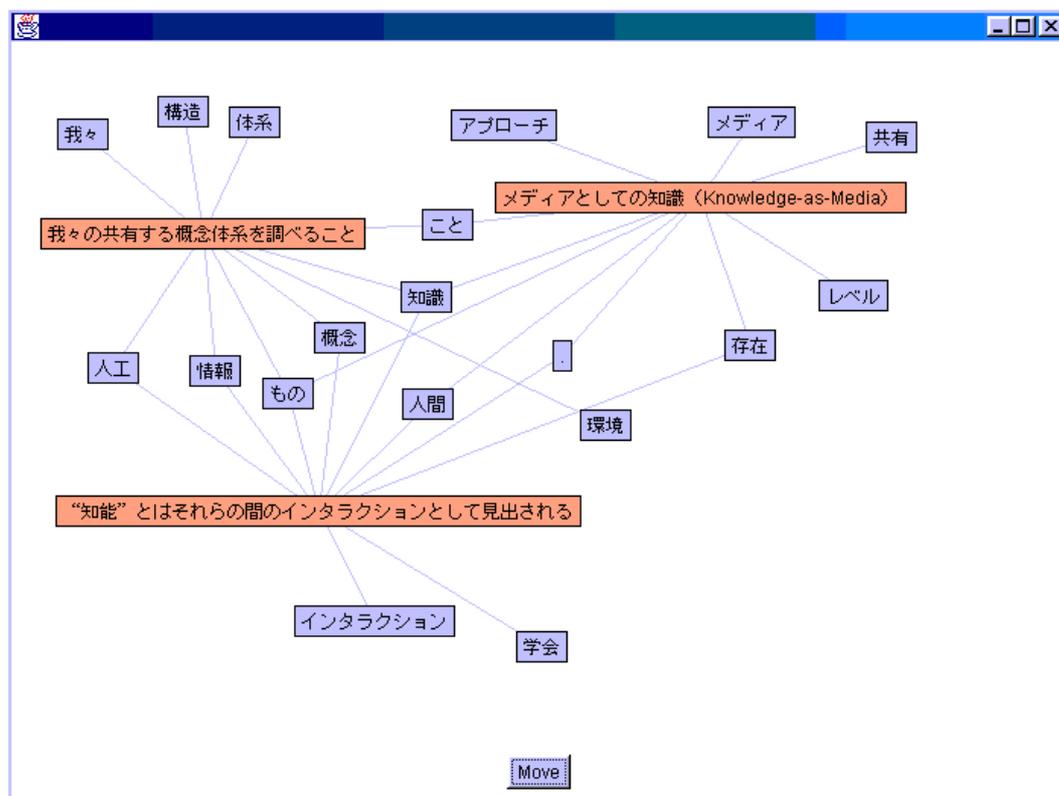


図 5.4 データベース内の知識構造

グラフのノードには、ユーザからの明示的な入力によるものと、システムが抽出した状況的文脈をなす語の 2 種類がある。これらのノードのそれぞれは、5.1 に示すような属性の値を持っている。

keyword	ノードのキーワードラベル。ユーザからの入力による知識ノードの場合はその文字列。文脈語の場合はその単語
URL	システムがこのノードを獲得したときの URL
time	獲得したときの時間
isExplicit	明示的な入力か否かを示す。ユーザの入力によって生成されたノードなら true, 文脈語としてシステムが付加したノードなら false
isLinked	このノードがグラフ上において連結しているリンク先のノードを格納した配列

表 5.1 グラフのノードがもつ属性の例

グラフのノードは、ラベルとなる語 (keyword 属性) によって識別される。したがって、すでにデータベース内にある語と同じラベルを持つノードがグラフに追加された場合には、新しいノードが持つエッジがそれまであったノードに追加され、属性値は新しく追加されたノードのもので上書きされる。

ノードは原則的にはラベルによって一意に識別され、同一の keyword をもつノードの重複はないことになっている。ただしユーザの明示的な入力による知識は、同一ラベルの重複が有り得る。

もしユーザが明示的に入力したテキストと同じラベルを持つノードがすでにデータベース内に存在していた場合、古いノードとのあいだで、それが入力された URL の比較をおこなう。もし同じ URL であれば、システムは両者を同じものとみなして古いノードの属性を新しい情報と更新する。逆に、同じラベルを持っていても URL が異なる場合には、システムはそれを違うものとみなし、別々のノードとしてデータベースに記録する。この処理は、3.2.1節でモデル化した、本稿における状況的文脈の定義に基づいたものである。

本稿では、テキストブラウジングの際にユーザが入力した知識に対する状況的文脈として、テキスト内の入力部分の周辺に散らばっている重要語の集合をあてている。この定義に基づくと、システムに対して同じ語句を入力したとしても、その入力になされたときの周囲の状況が異なっていれば、入力に対して得られる

状況的文脈もまた異なるものとなる。

例えば、ユーザが「フレーム」という語に注目してそれをシステムに入力したが、すでに同じ語が入力されていてデータベースに記録されていた場合を考える。このとき、過去に入力した「フレーム」という知識が人工知能における知識表現であるフレーム理論に関するページを見ていたときに入力されたものであり、新しい入力、眼鏡のデザインについて書かれたページを見ていたときになされたものであるとすると、同じ「フレーム」という入力に対してでも、得られる状況的文脈は互いに全く異なったものになるだろう。

上記はやや極端な例であるが、このように考えると、異なるページをブラウジングしている（すなわち、異なる状況下にある）ときに入力された知識は、その文脈も異なり、別々に記録しておいた方が良く考えられる。

5.4 関連知識の提示

個人的知識のデータベースに入力された知識を格納したあとに呼び出される。入力を起点としてグラフを探索することによって、ユーザの入力に関連する、過去に入力した知識を連想的に取り出してユーザに提示するためのモジュールである。

このときの、入力と取り出された知識とを結ぶパスは、知識と知識を関連づける暗黙的な文脈をあらわしている。知識同士がどのような文脈によって互いに結び付いているのかを知ることは、ユーザが提示された関連知識から自分の注目にあった知識を選択するための助けとなるため、こうした暗黙的文脈についても画面上に表示する必要がある。

グラフ探索によって連想的に取り出された関連知識をユーザに提示するときには、次の点に配慮しなくてはならない。

- 提示する知識が多すぎではない。

構築された個人的知識の構造が大きくなってくると、グラフの探索によって得られる関連知識の数もそれに応じて増加してゆく。しかし、人間の認知能力には限界があり、一時に大量の情報を見せつけられても無用の混乱を招き、ユーザの認知負荷を大きくするだけである。したがって、提示する知識の数は一定の限度を越えるべきではない。

- 関連の強さによって、関連知識が順序づけられていることが望ましい。

どれがもっとも関連の深い知識なのかがわかるように序列化されていれば、ユーザが提示された知識を選択する際のひとつの手がかりとなる。

このような観点から、システムは探索の結果見つかった提示する関連知識のそれぞれについて、結び付きの強弱について重みづけをおこなうことでフィルタリングをする必要がある。そして画面に表示するのは上位5語までとして、表示される知識が多くなりすぎないようにした。

5.4.1 提示する関連知識に対する重みづけ

文脈語が多くの知識とリンクしているということは、それだけユーザの個人的知識の構造において一般的な意味あいを持つものであるといえる。システムに知識を入力することで知識同士がユーザが意識していなかった暗黙的な文脈によって繋がりを持つことが本システムの特長であり、そしてそれをユーザに対して目に見えるかたちで提示することで、ユーザが知識を活用すること支援しようとするのが本システムの目的である。しかし、こうした一般的な文脈に基づく連想をユーザに提示しても、それはユーザにとってはあまりにも自明でありすぎて、ユーザの思考・発想の助けになるとは考えにくい。したがって、このような文脈による連想は重みを小さくすることとした。

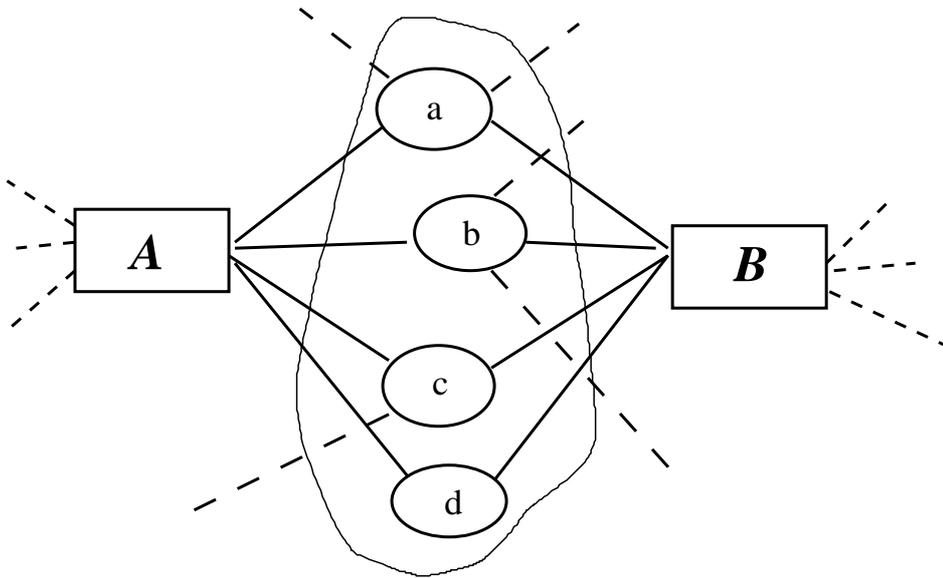
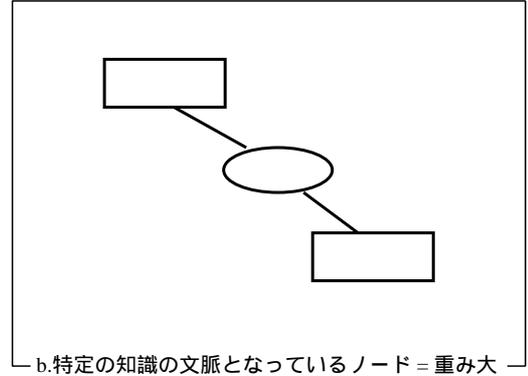
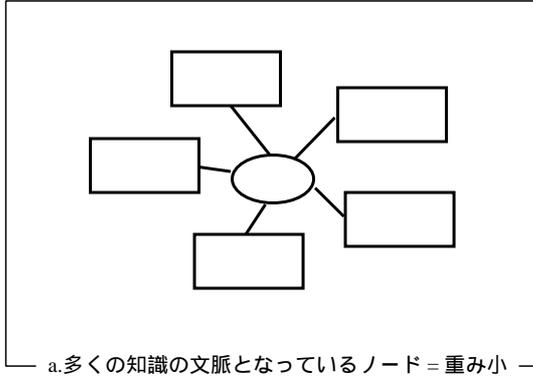
提示する知識の関連の重みづけとして用いたのは、以下のような式である。まず文脈語の重みとして、

$$\text{文脈語の重み} = 1 / \text{リンクされている知識の数}$$

と定義する。上記の式から、多くの知識の文脈として出現する語は重みが小さくなる。そしてこの値を用いて、

$$\text{関連の重み} = \text{知識同士を結び付ける文脈語の重みの総和}$$

を計算する。これにより、ユーザの入力と提示される関連知識とのあいだに共通する文脈語が多ければ重みは大きく、小さければ重みは小さくなる (図 5.5を参照)。



知識Aと知識Bの関連度 = 両者を結ぶ文脈語a,b,c,dの重みの総和

c.知識同士を結ぶ文脈語の重み

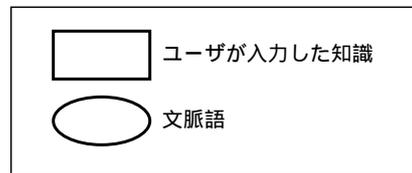


図 5.5 関連の重みづけ

5.5 検索クエリーの生成による新しい知識獲得の試み

ユーザがなぞりによって知識を入力した結果として提示される関連知識は、ユーザの過去の入力に基づく個人的知識のグラフから探索されたものである。したがって、提示された関連知識をクリックしてジャンプできるページは、すべて自分がすでにブラウジングしたことのあるページである。このように、自分が過去に見たページと現在の入力の関連を提示されることはユーザの思考内部における連想を強化・活性化させることが期待できるが、半面新しい知識の獲得という観点からは不十分である。

したがって本システムでは、ユーザが知識を入力した際に検索エンジン向けのクエリーを生成しておく。そして画面上に表示される検索用アイコンをクリックすることでそれを検索エンジンに送信して結果を得ることができる機能を実装した。この機能により、ユーザがまだブラウジングしたことのないページへのアクセスが可能となり、新しいページをブラウジングすることによって知識を広げることができる。

また、5.2.3節で見たように、入力される文字列は必ずしも単語とは限らないので、検索クエリーには、ユーザが入力した文字列中に出現する名詞と抽出された文脈語との和集合を記述することとした。このように、ユーザの入力だけでなく文脈語も同時にクエリーに盛り込むことで、よりユーザのブラウジングの文脈に近いページが検索結果として得られると思われる。

第6章

考察

本システムの実効性を評価するための観点として、以下の点が挙げられる。

1. 本システムが提示する関連知識が、ユーザの文脈を反映しているか
2. ユーザの知識の入力操作、およびシステムからの出力の閲覧などのユーザインターフェースの使い勝手は良いと言えるか

6.1 状況的文脈の妥当性について

第1項は、言い替えば、本研究における知識のモデルとその繋がりを表現するグラフ構造が、本当にそれぞれのユーザの文脈に基づいて構造化されているかどうかということである。

本研究では、個人的知識を獲得するための手がかりとして、ユーザのテキストへの書き込みに関する情報を用いている。システムはこの情報をもとに入力に対する状況的文脈を自動的に抽出・獲得し、それが獲得された知識を相互に結びあわせる役割を果たす。したがって、本システムにおいては、ユーザのシステムに対する入力ブラウジングを行っているあいだ絶え間なくおこなわれていること、得られた入力を手がかりとして、ユーザの個人的知識の構造化の根幹となる状況的文脈の自動獲得をおこなっていること、が特長として挙げられる。こうした手法を採った理由は以下のとおりである。

- ユーザの興味・関心の動的な移り変わりに対応できること。

ユーザが興味・関心に関する情報をはじめにシステムに対して宣言的に入力しておき、それを用いてブラウジング中のテキストからの個人的知識の自動獲得を図ることも考えられたが、ユーザの興味・関心が静的であるこ

とは考えられない。したがって、システムは常にユーザとのあいだで入出力のやりとりをすることで、ユーザの興味・関心の変化を動的に獲得する必要があった。

- 状況的文脈に対するユーザの感知は暗黙的な状態のままに留まっているために、ユーザからの明示的な入力を求めることが困難であること。

ユーザに対して、知識の入力の際にその知識の背景をなす状況的文脈についても入力を求めることも手法としては考えられる。しかし、ユーザの状況的文脈に対する感知は暗黙的なものに留まっているために、ユーザからの入力による獲得が困難である。したがって、状況的文脈に関しては、システムが推測して自動的に獲得する以外に手法が考えられない。

ここで、システムが自動的に獲得した状況的文脈と、知識を入力する際にユーザが暗黙的に感知しているそれとが、どれほど一致しているかが問題となる。

本稿では、ユーザが知識を入力するに感知している状況的文脈をブラウジング中のテキストから抽出することを試みているが、これは 3.1.3 節で述べたように、状況的文脈の意味をきわめて限定し、テキストのもつ言語的文脈を捨象した結果である。にもかかわらず、システムの実装の説明で述べたように、テキストからの文脈の抽出は自然言語解析のツールや手法にその処理を依存している。したがって、ユーザのなかの状況的文脈とシステムが抽出した文脈に乖離が生じる可能性がある。

6.2 インターフェース

4.2 節において指摘したように、ユーザの認知的負荷が高いとユーザの思考を阻害する。ユーザの知的活動の支援をおこなうためには、直観的でわかりやすいインターフェースが必要であるが、それが実装されているかどうかの問題となる。

本システムは人工知能学会全国大会(第 13 回)、また Synsophy プロジェクト³の一部として郵政省通信総合研究所関西研究センターのオープンラボにおいてデモ展示を行い、知識の入力インターフェース部分は、第一印象としては比較的良好

³<http://www-karc.crl.go.jp/synsophy/>

との評価を受けた(ただし、関連知識提示モジュールは当時まだ開発中であったため、評価の対象となったのは純粹に入力操作のみである)。しかし、現在の実装でできる操作(マウスでなぞって文字列を入力する、など)が限られているため、操作に慣れた人からは不満も寄せられた。これは今後の検討課題である。

第 7 章

関連研究

7.1 情報のパーソナライゼーションの研究として

個人の興味・関心に基づいて情報を整理統合し、情報をパーソナライゼーション (個人化) することによってユーザの知的生産活動に役立てようとする研究が盛んになっている。この背景には、極端なスピードで悪化の一途をたどる情報過多の状態を前に、あふれる情報源の中から各個人が自らの観点によって知識を取り出すという作業は次第に困難なものとなっているという現実がある。

神場らはその論文 [19] において、情報の個人化のためには、「利用者属性の獲得」「情報の加工と提示」のふたつのプロセスが必要であると指摘している。本研究において実装したシステムにおいても、ユーザの入力からの文脈の獲得と、それに基づいた関連知識の提示、というふたつの側面を満たしている。したがって、本稿において議論がなされた、ユーザ個々の文脈に基づいた個人的知識の構築の試みは、まさにこの情報のパーソナライゼーションにほかならないともいえる。

情報の個人化の際の「利用者属性の獲得」を試みる研究は、ユーザモデリングに関する研究としてこれまでもなされてきている。特にテキストのブラウジングはこうした研究の題材として取り扱われることが多く、本研究とも関連する点が多い。以下に代表的な研究について概観し、本システムとの比較をおこなう。

Armstrong らの研究による Web Watcher [16] は、最初にユーザにとって関心のある語を入力させる。そして特徴ベクトルを用いて算出された、ユーザにとって有用であろうページを推薦したり、ブラウジング中のページに含まれるリンクのなかから、ユーザが次にたどるべきものを強調表示する。

しかし、ハイパーテキストのブラウジングにおいては、ユーザの関心は動的に次々と移り変わってゆくものであり、最初に興味を宣言させてそのままそれを静的に用いるこのシステムの手法には限界がある。

一方本稿において実装をおこなったシステムでは、ユーザはいつでも自分の興味・関心に応じた入力を動的にシステムに対しておこなえるようにして、こうした問題を回避している。

ユーザの興味を自動的に推定する試みもある。Moritaらは、ユーザがネットニュースの記事を読むのにかけた時間とそれに対する興味との間に強い相関関係があることを検証し、その情報を利用者の属性情報として用いることができることを示した [18]。

さらに、Liebermanの提案するシステム Letizia[17]は、WWWブラウジングの際のユーザの振る舞いを観察する手法をとった。ユーザがどのリンクをたどったか、どのページをブックマークに登録したか、いつ Back ボタンを押して前のページに戻ったか...など、さまざまな行動を観察して、その情報をもとにユーザの興味・関心をモデル化するのである。またブラウジング中のページに含まれるハイパーリンクをユーザが選択する前に自動的に探索しておいて、ユーザに対して、このシステム向けに修正された tf/idf を用いてそうしたページの中から関連するリンクを提示する。

しかし、長時間見ていたページがユーザにとって有益であるとは限らないし(たまたま席をはずしていただけかもしれない)、ユーザの行い・振る舞いはきまぐれなものである。したがって、ユーザの振る舞いを観察することによって自動的にユーザの興味を推定することは、ユーザにシステム操作の負荷を強い点では有利であるが、必ずしも成功するとはいえない。したがって本システムでは、3.2.2節に見たように、ユーザの負担にならないような入力インターフェースを用いることで、ユーザの興味に関する情報を入力してもらうように実装をおこなっている。

7.2 「文脈」に注目したシステム

以下に挙げるのは、「文脈」に注目したシステムである。

本研究において実装をおこなったシステムと、平嶋らの研究による文脈情報を用いてハイパーテキストのブラウジングを支援するためのシステム [20] は、動作レベルできわめて近い働きをするうえ、文脈に注目している点で共通している。

平嶋らは、ブラウジングにおけるユーザの文脈について、

「ブラウジングにおけるユーザの探索はユーザの持つ興味を反映して何らかの文脈を形成しており、以降の探索もその文脈に沿ったものである」

という前提をおき、CD-ROM 事典をブラウジングの対象にして、ユーザの文脈に応じて次に見るべき項目を提案できるシステムを実装した。このシステムは、事典の項目をブラウジングし、ユーザがそのページの中の注目する語をマウスのドラッグ操作によって選択すると、あらかじめインデックスによって関連づけられているページから候補を提示する。

このシステムは関連する項目を提案するための文脈情報として、ユーザの過去の閲覧履歴と現時点でのユーザの注目語を用いている。そして閲覧の履歴に基づいてユーザに次に提示すべきページの候補を計算するために詳細な数理的モデル化をおこなっている。具体的には、過去に閲覧したページに含まれるキーワードを多く含むページを、次に閲覧すべきページの候補として提示する仕組みになっている。

このシステムに対して本研究は、まず「文脈」の定義とその使い方について異なっているといえる。

平嶋らはユーザのそれまで閲覧の履歴がすなわちユーザの文脈であるとしてモデル化し、それを用いて関連するページの提示をおこなっている。それに対して本研究ではまず個人的知識という概念を導入し、それを構築するための手がかりとしての状況的文脈に焦点を当てている。関連するページの提示は、本稿にお

いて個人的知識をあらわすものとしてモデル化されたグラフ構造に基づいてなされる。

次に、本システムはユーザとのインタラクションによってユーザの注目する知識を獲得することにより、それに基づいたユーザの個人的知識構造の構築を試みていること。

平嶋らのシステムにおいては、過去に閲覧したページの履歴をユーザの個々のユーザの興味・関心をあらわす文脈としてとらえ、ユーザからの明示的な注目をあらわす入力としては、現時点での注目語の入力だけがある。一方本システムでは、ユーザの興味・関心に応じた知識をなぞりによって獲得するためのインターフェースを、そこから入力の背景となる文脈を抽出する機構、そしてそれまでの入力を蓄積された個人的知識を文脈を用いてグラフとして構造化する機能を備えている。したがって、ユーザの興味・関心はユーザからの対話的入力に基づいており、平嶋らのシステムとくらべ、ユーザの興味・関心をより深く反映したモデル化が可能になっている。

Rhodes の Margin Notes[21] もまた、WWW ブラウジングの際に、ユーザの文脈に応じた関連情報をユーザに提示するシステムである。

このシステムは HTTP プロクシーサーバとして機能し、ユーザが読み込もうとしたウェブページを途中で加工して、ブラウザ画面の右側の余白に、表示されているテキストに関連する情報に対するリンクを注釈として挿入する。このリンクはページが読み込まれたときに自動的に付加されるものである。

リンク先の関連情報とはユーザの個人的ファイル、例えばユーザ宛の電子メールやノートファイルであり、システムは起動時にこれらのファイルのインデクシングを行う。このようなユーザの個人的ファイルを関連抽出の対象とすることにより、提示されたリンク情報はユーザの個人的な文脈を反映している、というのがこのシステムの「文脈」に対するアプローチであり、Remembrance Agent と呼ばれるプログラムがこうしたユーザの個人情報を持する。関連情報の提案は用いられ、関連の強さは tf/idf 法を用いて算出される。

上述の説明の通り、このシステムではページを読み込んだ時にはすでに関連情

報が付加されているので、ユーザはシステムが提示した関連情報を受け取ることができるが、「テキストのこの部分に注目しているが、これに関連する知識がないだろうか?」という要求をシステムに対して発信することはできない。一方、本研究において実装したシステムは、システムとのインタラクションを通じてユーザの注目をシステムに伝えることが可能である。

第8章

まとめと展望

8.1 まとめ

本稿では、状況的文脈に注目してユーザの個人的知識を計算機上に獲得するための手法について述べた。また、従来の人工知能研究から捨象されてきた個人的知識を研究の対象とすることは、我々人間が日常的に行っている知的生産作業の計算機による支援をより高度に実現するための重要なアプローチであることを、知識の性質における議論をとおして明らかにした。そして、本稿が焦点をあてた状況的文脈というものが、記憶がなされるときに暗黙的に記憶内に取り込まれること、記憶の連想的想起の際の手がかりとなることを述べて、それが個人的知識に対して及ぼす文脈効果について重要性を指摘した。

実装をおこなったシステムは、そうした状況的文脈とそれが及ぼす文脈効果に注目し、計算機上への個人的知識の獲得・蓄積とその利用について試みたものである。

8.2 展望

本稿で実装をおこなったシステムは、ひとりのユーザの個人的知識を計算機上へ獲得することに重心をおいたものであり、複数のユーザの存在を想定していない。したがって、今後は複数のユーザが、互いに個人的知識を伝達しあうための手法について研究する必要があると考える。たとえば、ある分野に熟達し豊富な体験的知識を持つ専門家と、その分野に関する知識に乏しい初心者のあいだで、専門家のもつ個人的知識を初心者に向けて伝達する場合などである。このように、明確に言語化できない性質をもつ個人的知識がグループの構成員どうしのあいだ

でやりとりできるようになれば、我々の知的生産作業はより円滑に進められるようになるであろう。

謝辞

木戸出正継教授には、ご着任されたばかりでお忙しい中、本研究の主任指導教官となっただけにいただきました。

植村俊亮教授には、研究科長としてもお忙しいにもかかわらず、本研究の副指導教官となっただけにいただきました。

武田英明助教授には、本研究の直接の指導教官として、さまざまな面で御指導・御鞭撻を賜りました。どのように研究を進めたらいいのかわからなくなったときには示唆に富んだアドバイスをくださり、それは本研究を進める上で非常に助けとなり、また励みともなりました。

上野敦志、久米出助手には、研究室内でのミーティングの際などに本研究に対して適切なお意見をいただきました。特に久米助手は同じ研究グループに属しているということもあって本研究に対して深い関心と理解をくださり、有益かつ適切な指摘を何度も受けることができました。

また、転任なさった西田豊明 現東京大学教授には、在任中の一年間という短い期間とはいえ、研究者としてのあり方や研究会での発表のしかたなどを教わり、また、Synsophy 第9回研究会などで発表の場をいただけるなど、大変お世話になりました。

また、研究室の諸先輩方、同期・後輩の皆さん、谷村優香里秘書には、研究室における生活の面でたいへんお世話になりました。

本来工学系の基礎知識や手法にうとい私が本研究を進めてくることができたのは、上に挙げた皆様方の暖かい御指導やアドバイス、公私両面にわたる支えがあってこそであると思います。ここに、皆様方に対する深い感謝の念を表します。

参考文献

- [1] ジェローム・ブルーナー, 『可能世界の心理』, みすず書房, 1998.
- [2] D. A. ノーマン, 『人を賢くする道具』 新曜社認知科学選書, 新曜社, 1996.
- [3] 長尾 真, 『知識と推論』 岩波講座ソフトウェア科学 14, 岩波書店, 1988.
- [4] マイケル・ポラニー, 『暗黙知の次元 -言語から非言語へ-』, 紀伊国屋書店, 1980.
- [5] 山梨正明 『比喩と理解』 認知科学選書 17, 東京大学出版会, 1988.
- [6] ロジャー・C・シャंक, 『人はなぜ話すのか - 知能と記憶のメカニズム』, 白揚社, 1996.
- [7] 石塚 満、小林 重信 編, 『エキスパートシステム』, 丸善株式会社, 1991.
- [8] D. E. ルーメルハート, 『人間の情報処理 -新しい認知心理学へのいざない-』サイエンス社, 1979.
- [9] 鈴木 宏昭、鈴木 高士、村山 功、杉本 卓, 『教科理解の認知心理学』新曜社, 1989.
- [10] Takashi Hirata, Harumi Maeda, and Toyoaki Nishida.
“Facilitating community awareness with associative representation.”,
In Proceedings Scnd International Conference on Knowledge-Based Intelligent Electronic Systems(KES'98),pp. 411-416, 1998.
- [11] 賀沢英人, 藤本和則, 松澤和光. “Web テキストを知識ベースとして用いる推論システムの提案 -テキストからの知識獲得方式を中心に-”. 人工知能学会知識ベース研究会 (第 48 回) 資料. SIG-KBS-9803. pp.49-54. 1999.
- [12] 大澤 幸生, ネルス E. ベンソン, 谷内田 正彦
“KeyGraph: 語の共起グラフの分割・統合によるキーワード抽出”

電子情報通信学会論文誌 D-I Vol.J82-D-I No.2 pp.391-400, 1999.

[13] 山本 恭裕, 高田 眞吾, 中小路 久美代

“Representational Talkback の増幅による「書いてまとめる」プロセスの支援
へ向けて”

人工知能学会誌 Vol.14 No.1, pp. 82-92, 1999.

[14] 三宅芳雄, “個人知識の外化に基づく思考支援環境”

情報処理学会研究報告 94-HI-53, pp.109-116, 1994.

[15] Neuwirth, C. M., Kaufer, D. S. :

“ The role of external representation in the writing process: Implications for
the design of hypertext-based writing tools.”,

In Hypertext89 Proceedings ,pp. 319-341. Baltimore, MD: Association for
Computing Machinery, 1989.

[16] Armstrong,R., Freitag,D., Joachims,T. and Mitchell,T.:

“WebWatcher : A Learning Apprentice for the World Wide Web”,

1995 AAAI Spring Symposium on Information Gathering from Heterogeneous,
Distributed Environments, pp. 6-12, 1995.

[17] Lieberman, H. : “Letizia : An Agent That Assists Web Browsing.”

In Proceedings of IJCAI'95, pp. 924-929, 1995.

[18] Morita,M. and Shinoda,Y. :

“Information Filtering Based on User Behavior Analysis and Best Match Text
Retrieval.”

In Proceedings of ACM SIGIR'94, pp. 272-281, 1994.

[19] 神場 知成, 小池 雄一, 古関 義幸「情報のパーソナライゼーションとその記
述方式」人工知能学会誌 Vol.14 No.6, pp. 936-942, 1999

- [20] 平嶋 宗, 蜂谷 憲一, 柏原 昭博, 豊田 順一「文脈情報を用いたハイパーテキストのブラウジング支援」人工知能学会誌 Vol.12 No.5, pp. 724-733, 1997
- [21] Rhodes,J.: “Margin Notes: Building a Contextually Aware Associative Memory”
in Proceedings of the International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '00),
New Orleans, LA, 2000.