

携帯型外化記憶構築システムの試作

平田 高志[†] 村上 晴美[‡]

本研究の目的は、人間が認知過程において処理する情報を外的記憶補助装置としてのコンピュータ上に蓄積することにより、人間の記憶を補助し、人間の思考、知識整理等の知的活動を支援するシステムを開発することである。このようにしてコンピュータ上に蓄積される情報を外化記憶と呼ぶ。ペン入力可能な携帯端末と連想表現を組み合わせることにより、何時でも何処でもすばやく外化記憶を構築できるインタフェースを実装した。また、GPSにより獲得した位置・時間情報を利用した外化記憶の蓄積・想起をする機能を実装した。試作システムを市街地で使用した結果、ユーザの行動をある程度妨げることなく外化記憶の編集が可能であることを確認した。

キーワード: 記憶補助、外化記憶、連想表現、Memory-Organizer

Mobile Memory Aid System by Constructing Externalized Memory

HIRATA Takashi[†] and MURAKAMI Harumi[‡]

The aim of this research is to develop a memory aid system that supports the user's creative activities by accumulating information obtained through the human cognitive process to a computer. We call such accumulated information 'externalized memory.' We propose a method for constructing externalized memory at any time and place using a mobile computer based on pen interface and an information representation called 'associative representation.' We implemented a prototype system that enables users to accumulate and recall externalized memory using the position and time acquired by a GPS (Global Positioning System). Trial use of the system in a city indicates that this system enables users to edit externalized memory without restricting the user's action.

Keywords: Memory Aid, Externalized Memory, Associative Representation, Memory-Organizer

1 はじめに

現代社会においては、情報が氾濫していて、人間の記憶システムに対して強度の負荷をかけている。このような人間の記憶への負荷は、社会環境の発展にともない、今後ますます強まることが予想される。そこで、人間の記憶を助けるような外的記憶補助に関する研究が注目されている[1]。記憶補助とは、情報の記銘及び保持した情報の想起に援助的に働きかける手段または道具(装置)のことをいう。記憶術のような心的手段である内的記憶補助と、手帳やカレンダーのような道具(装置)である外的記憶補助に区別される[2]。

本研究の目的は、人間が認知過程において処理する情報を外的記憶補助装置としてのコンピュータ上に蓄積することにより、人間の記憶を補助し、

人間の思考、知識整理等の知的活動を支援するシステムを開発することである。このようにしてコンピュータ上に蓄積される情報を外化記憶と呼ぶ。

我々は、個人の外化記憶を構築するシステム Memory-Organizer[3]を研究開発している。本稿では、Memory-Organizer を携帯端末上に拡張し、GPS、デジタルカメラ、携帯電話等と連携させた携帯型外化記憶構築システムについて述べる(図1)。本システムでは、日常生活で出会う様々な情報や個人の思考等を取り敢えずシステム上に取り込み、情報相互を関連付けして外化記憶として保存する。保存された外化記憶は、位置・時間情報により管理され、過去に作成された外化記憶の検索やユーザの位置情報等に応じた外化記憶の想起が可能である。本稿では、ユーザの自発的な情報の検索処理を「検索」、人間があるきっかけから何かを思

[†] 防衛庁 陸上自衛隊

Japan Ground Self Defense Force

[‡] 大阪市立大学 学術情報総合センター

Media Center, Osaka City University

い出すように、システムが関連する情報を提案する処理を「想起」と呼ぶ。

本稿では、第2章において、記憶補助に関する考察、第3章において実装したシステムの概要及び使用例、第4章において関連研究に関する考察について述べる。

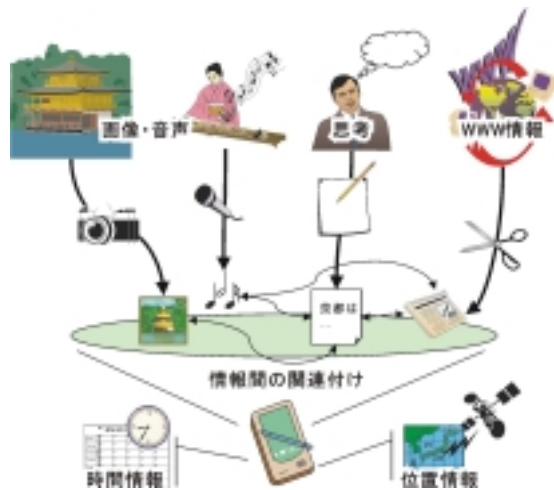


図 1 携帯端末上への外化記憶の構築

2 記憶の外化

本章では、記憶の外化による効果及び本研究で提案する携帯型記憶補助装置について述べる。ここでいう外化とは、記憶などの内部で生じる認知過程(内的情報)を観察可能な形(外的情報)で外界(外部メディア:紙メディア、電子メディア等)に表すことをいう[2]。

2.1 記憶の外化の効果

人間の記憶は、逐次に記録処理を行わないとその内容は忘れられてしまう。あることを意識して覚えておこうとしても、他のことで気が散るとすぐに忘れてしまう。たくさんを同時に覚えておこうとすると、それらがお互いに干渉し合う。心理学では、一時的に約七つのことしか覚えておけないことが示されている。このように、人間は、ある話題について深く考えようとするとその能力に限界がある。これは、作業記憶の容量がその限界の主な理由であるといわれている[4]。そこで、人間は、外部メディアに考えていることを表現することによって、その情報を外部に保持し、作業記憶の限界を克服する。以下(ア)～(エ)に、記憶を外部メディアに外化することにより期待できる効果を示す。

(ア) 内的な情報処理の結果を外化し、外的な情報として活用することにより複雑な思考を実現できる。

(イ) 将来における活用及び忘却の防止が可能と

なる。

(ウ) 他者との共有が可能となる。

(エ) 「擬似他人」効果[5]:過去に作成したメモやノートの下書きなどの自分が過去に考えていたことが、現在の自分に新しい視点を与える。

記憶の内容が外化できれば様々な効果が期待できる。しかし、記憶の特性からその内容はすぐに消えてしまう。そのため、常に外部メディアを保持し、素早く外化できることが必要となる。しかし、メモ等の増加に伴い資料が多くなるに従い、その資料の山の中への必要な情報が埋没してしまう等の要因により、後の再利用が困難になる場合がある。また、内的情報を外化した外的情報だけでなく、内的情報を誘発した身の回りの情報(外界情報)をあわせて外部メディアに保存しておくことが、後で思い出して活用したり、他の用途に利用したりするときに便利である。最近では、電子手帳やPDAなどによって身近な情報を管理できる環境が整いつつあるが、作成した情報のフォルダ等をきちんと管理しておかないと検索が困難となる。また、情報の想起に援助的に働きかける手段は、アラーム等以外にはほとんどない。そこで、外化した情報に対し現在のユーザの状況(位置・時間情報等)に即した処理を行い、想起の援助を能動的に働きかける手法を本稿で提案する。

2.2 記憶の外化へのアプローチ

本節では、携帯端末を利用した外化記憶の編集に対する本研究のアプローチを述べる。

(ア) 携帯端末の活用

ユーザの記憶を、何時でも何処でも外化記憶として計算機上に構築するためには、システムが人間と常に密着している必要がある。人間と計算機が行動を共にする技術としては、モバイルやウェアラブルコンピューティング、またユビキタスコンピューティング等が考えられる。現在での利用可能なハードウェア及び通信環境を考慮した場合、モバイルコンピューティングを選択するのが通信インフラコスト面等から現実的であると考えられる。そこで、本研究では、携帯端末上に外化記憶を構築するインタフェースを実装することにより、ユーザと常に行動を共にして記憶の外化を支援するシステムを提案する。ユーザとシステムのインタラクションは、ペン入力により、思い付き等を紙に書き留めるような感覚で計算機上に外化記憶を編集できるインタフェースを提案する。これにより、移動や見物等の行動中においても、その場で考えたことや感じたことを外化記憶として取り込むことを狙う。

(イ) 情報の表現・操作

Bush[6]は、「人間の脳の働きは論理を順に追う形ではなく、言葉や概念の間を飛び移る。」と強調し、そのような個人の発想・思考過程を支援する必要性を指摘した。人間の脳の活動である記憶は、雑多なアイデアや思い付き等の情報の断片が多く、これを論理的に記述することは難しい。また、先述したように作業記憶の限界からすぐにその内容は消えてしまう。そこで、取り敢えずではあるが、情報の断片とその関連を素早くシステム上に記述することが必要となる。

我々は、情報の断片とその関連を記述する表現として連想表現を提案してきた[7]。連想表現とは、自然言語テキストやイメージなどの多様な情報メディアを、関連の意味付けを行わずに緩やかに関連付ける情報表現である。この手法を用いることにより、ちょっとした思い付きや、テキストや画像など質の違う情報を人間のメモ書き同様非常に手軽に表現でき、広範な情報を手早く入力しやすくなる。

システム上の情報は視覚的に操作(作成、削除、関係付け等)ができるほうが、ユーザがその作業を確認・理解しながら行える。また、なるべく思考を妨げないように、メニューなどのシステム操作等に気を取られることなく、ディスプレイ上で情報を直接かつ直感的に操作が出来る環境が必要であると考え。本研究では、ペンジェスチャにより、連想表現を直感的に編集できるインタフェースを提案する。

3 携帯型外化記憶構築システム

本章では、何時でも何処でも手帳のような手軽さで、思い付きなどを外化した外的情報や、身の回りの音や画像及び Web 上の情報等の外界情報などを相互に関連付け外化記憶として蓄積できるシステムについて述べる。

3.1 システム概要

3.1.1 システム構成

本システムは、我々が研究開発を進めている Memory-Organizer を拡張し、携帯端末上に実装したものである。システムの構成は、外化記憶の編集を行う思考空間ブラウザ、Web 閲覧時における外化記憶の作成を支援するオーバーレイ Web ブラウザ、外化記憶を地図上で管理する地理空間ブラウザからなる。

図2にシステムの構成を示す。本システムで扱う外化記憶の最小単位の情報は、ユニットと呼ぶアイコンで表示される。画像ユニットは、デジタルカメラを介して獲得した画像を思考空間ブラウザ上に読み込み作成する。概念(文字列)ユニット及びテキスト(句読点を含む文字列)ユニットは、ViaVoice を介した音声入力と、手書き文字認識ソフト(AMITYパット)を介したペン入力により作成する。Web 上の情報(画像、テキスト)は、オーバーレイ Web ブラウ

ザで表示し、ペン操作により思考空間ブラウザ上へ画像ユニット及びテキストユニットとして切抜(取り込み)が可能である。ユニット間の関係は、関係ユニットで表す。思考空間ブラウザ上のユニットは、次節で述べるペンジェスチャにより編集が可能である。また、フリーハンドによる自由記述も思考空間ブラウザ上で可能である。

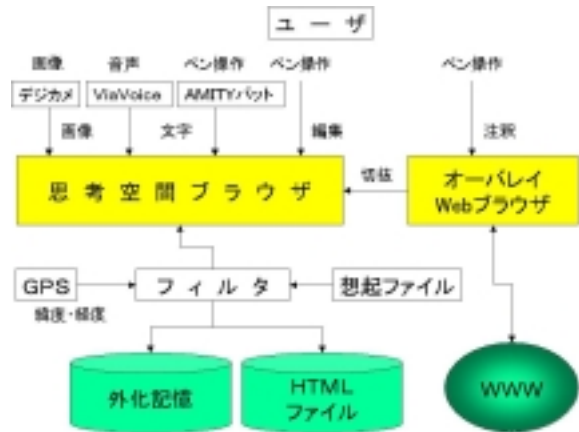


図 2 システム構成

3.1.2 ペンジェスチャインタフェース

思考空間ブラウザ上では、ペンジェスチャを中心としたユニットの編集が可能である。思考空間ブラウザと連想表現を組み合わせることにより、思考の流れを中断せずに記憶の外化が出来るインタフェースを目指す。特に、まだ頭の中でもややもやして固まらないアイデアや身近の情報を取り敢えず記述したり、関係のある情報間を線で結ぶというような紙上で行う思考錯誤の動作がディスプレイ上で出来る環境を目指している。

ペンジェスチャは、基本的に「線でユニットを囲む」、及び「線を引く」の2種類であり、対象となるユニットの状況により編集内容が変わる。ペンジェスチャは、一回のストローク(ペンを画面につけてから離すまで)ごとに解釈される。ペンジェスチャのみによる操作を可能にするため、マウス操作における右クリック、キーボードと組み合わせたコマンド等は設計しない。すべてのコマンドが、ペンジェスチャのタップ、ドラッグ、メニュー選択で行えるように設計した。

編集の種類には、統合、要約、消去、分割、リンク作成等がある(図3)。単純なペンジェスチャによる視覚的な外化記憶の編集を可能にすることで、ユーザの思考を妨げないインタフェースを目指す。

コマンド名	マウス操作の軌跡	編集後	説明
範囲指定	複数の概念ユニットを囲む 	情報編集	一つ概念ユニットに統合
	ユニット群を囲む 	検索式の作成 (A*B)*(C+D) 一つのユニットに統合 要約ラベルを付与 要約ラベル Sunits	検索式作成 要約ユニット作成
消去	ユニット上で斜線を引く 	ユニットの削除に伴い 関係を失った連想関係 ユニットも自動で消去	ユニット削除 連想関係 ユニット削除
リンク	ユニット間に線を引く 		連想関係 ユニット作成
分割	概念ユニット内の文字列間 に垂直に線を引く 	情報 編集	一つ概念 ユニットを 二つの概念 ユニットに分割

図 3 ペンジェスチャによる編集

3.1.3 外化記憶の保存・想起過程

(ア) 外化記憶の保存

ユーザは、思考空間ブラウザで作成した外化記憶及びオーバーレイ Web ブラウザで表示した HTML ファイルを保存する際に、GPS から獲得する位置情報(緯度・経度)等の想起条件を関連付けて保存することが可能である(図2)。指定できる想起条件は、位置情報、有効エリア、有効期間である。想起条件は、想起ファイルで管理する。

図4に、外化記憶の保存される過程を示す。システムは、GPS から取得した現在の位置情報を基にランドマーク一覧表(登録済ランドマークの管理ファイル)から近傍のランドマーク(位置情報と対になる文字列)を検索しユーザに提示する。所望のランドマークが提示されたらそれを選択して指定する。ランドマークが未登録の場所では、GPS の示す位置情報と共にランドマーク名をシステムに登録する(ランドマーク一覧表の更新)。

登録済ランドマークに対しては、その現場においてだけでなく、別の場所(例えば、自宅や研究室)において想起条件を指定して外化記憶を保存することが可能である。これにより、よく利用する店などを事前にランドマークとして登録しておけば、その店での用事等を外化記憶として保存することができ、店の近傍にユーザが近づいたらシステムに用事を通知させるという使い方が出来る。

(イ) 外化記憶の想起

システムは、GPS から獲得する位置情報及び現在時刻を活用して、保存されている外化記憶及び HTML ファイルを想起しユーザに通知する。図5に、GPS から位置情報を獲得し、想起ファイルに基づき外化記憶が想起される過程を示す。

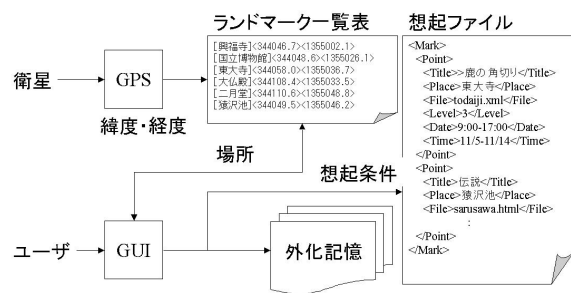


図 4 外化記憶の保存過程

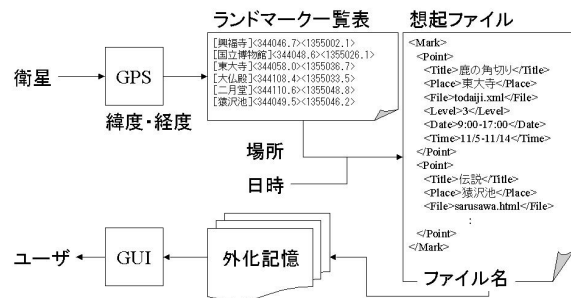


図 5 外化記憶の想起過程

システムは、位置情報を獲得する度に、ランドマーク一覧表の中から近傍のランドマークを検索する。まず、テーブルに登録されている各ランドマークに対して現在位置からの距離を計算する。距離は、3段階(エリア1:10m以内、エリア2:30m以内、エリア3:60m以内)で計算される。距離に段階をつけることにより、ランドマークまでの距離に応じた処理が出来る。例えば、店などの小エリアの建物はエリア1に、池などの大エリアにはエリア3を指定する。次に、ランドマーク、エリア、現在時刻を使って、想起ファイルから想起するファイルを決める。有効日時の指定を可能とすることにより、物理的位置は近傍の情報でも時間的に無効な情報の想起を制限できる。例えば、店の情報などは閉店時間に提示されてもあまり有効ではない。また、イベント等の期間が限定されている情報は、期間外で提示されても意味が無い。想起されたファイルはユーザにダイアログにより通知され、許可を得た情報のみ、思考空間ブラウザ、またはオーバーレイ Web ブラウザ上に表示される。

3.2 システム使用例

図6にシステムの外観を示す。本システムは、やや重量があるものの片手で保持できる大きさ・重さであり、ペンによる入力が可能なため、ノート PC のように机や膝に置く必要が無く、携帯した状態でシステムを操作することが可能である。また、GPS による位置情報の獲得、デジタルカメラからの情報の入力、音声入力ソフトによる音声の入力及び携帯電話を介したインターネット接続による Web の活用を可能とした。

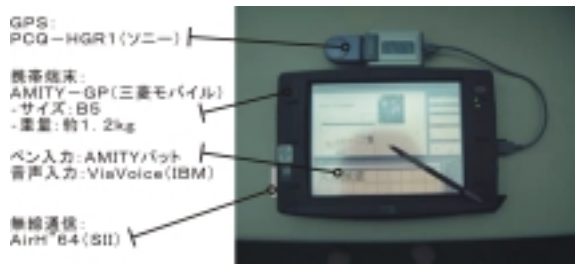


図 6 システム概観

システムの機能を確認するため、第1著者が端末を携行し奈良市内の任意の12地点(商店街:6地点、開豁地:6地点)においてランドマークの登録、各地点における外化記憶の構築及び想起の試行を行った。図7に、街角におけるシステムの利用例を示す。

外化記憶の構築に関しては、試作システムを片手で保持した立姿の状態での操作が可能であった。特に、その現場において、デジタルカメラで撮影した画像、Webで検索した情報、ユーザのアイデアや思い付き等を思考空間ブラウザ上に取り敢えず取り込み、相互に関連付けして編集・保存できることを確認した。これにより、観光や日常生活における行動の中で、ユーザの行動をある程度妨げずに、その現場での外化記憶の構築が可能であることが示唆された。

外化記憶の想起に関しては、想起ファイルの想起条件に基づき、ユーザの現在位置情報に応じた外化記憶が想起されることを確認した。また、有効期間・時間を設定することにより、期間外・時間外の外化記憶が想起されることは無かった。今回は手動で想起条件を設定したが、今後はイベント情報や店のホームページ等から自動的に開催期間や開店時間を抽出し想起条件を設定する機能を研究開発していきたい。最近では、Web上に各地域ごとのイエローページなどが作成されているので、積極的に利用していきたい。エリアの指定方法については、モバイルインフォサーチ[8]で提案されている位置指向の情報抽出及び構造化の自動化手法が参考になる。

ユーザのシステム利用履歴は、地理空間ブラウザ上に表示される。図7に、試行中に作成された地理空間ブラウザを示す。地理空間ブラウザ上には、GPSの補足した地点を赤い小点で、外化記憶が作成された地点及びユーザの現在位置がユニット(外化記憶ユニット、ユーザ位置ユニット)として表示される。また、補足地点を実線で結ぶことにより、移動順路を確認することが可能である。外化記憶ユニットをタップすると、対応する外化記憶が思考空間ブラウザに表示される。このように、地理空間ブラウザ上にユーザの行動履歴が蓄積されることにより、自分の過去の行動や作成した外化記憶を後で見直すことが可能となる。また、作成された外

化記憶は、時間的な情報管理が容易なカレンダーブラウザに自動的に設定される。



図 7 システム使用例

次に、本システムで利用した文字入力方法について考察する。手書き文字認識及び音声認識による文字列入力に関しては、長い文字列を入力する際に認識の誤りが多くなり、それを訂正するのに時間が費やされた。しかし、単語等の数文字程度の文字列においては高い確率で認識されるので、長文の入力ではなくキーワード等の作成に利用するのが効果的であると考えられる。フリーハンド記述は、自由な記述が可能であり、入力速度も速いが、それらは単なる点と線の繋がりであるため検索することができない。そこで、現場では、検索のキーワードとなるような文字列は手書き文字認識や音声認識によってユニットを作成し、作成したユニット相互はジェスチャで関係ユニットを作成し関連付ける。連想表現では表せない情報はフリーハンドで取り敢えず記述しておく。オーバレイ Web ブラウザからの情報切抜は、ペンジェスチャで必要な文字列の箇所をなぞるだけでユニットが作成できるため、長文入力等も手軽であるが、所望の文字列が HTML ファイル上に含まれている必要である。以上のように、素早く手軽に外化記憶を作成するには、様々な入力手法の特徴を踏まえて、効率的・効果的に

組み合わせることが必要である。今後、入力を中心とした操作性のさらなる向上について検討を進めていく。

4 関連研究

Forget-me-not[9]は、人間の記憶を支援するために提案された密着型コンピューティング(intimate computing)である。密着型コンピューティングとは、常に人間と行動をとともに出来るような小さなモバイルコンピューティングである。Forget-me-notは、研究所内の位置感知センサやイントラネットと連携して、研究所内のユーザの行動履歴を逐次記録する。具体的には、滞在していた部屋、接触した人、使用した機器等を記録する。ユーザは、思い出せない出来事等を上記の記録を部分的な手がかりとして想起する。Forget-me-notとは、日常生活における記憶の支援という共通の課題を持つが、ユーザの行動履歴の管理を対象としているのに対して、本研究はユーザの外化された個人情報の管理を対象としているところに違いがある。また、過去の記憶だけでなく、将来における記憶も対象とし、人間の知的活動の支援にまで視野に入れている。Forget-me-notの使用は、現在では、位置感知センサ等が設置された環境(研究所)に限定されるが、今後、さらなる環境のユビキタス化が進めば日常生活においても利用することが出来るようになるであろう。この研究のアイデアは、日常生活における記憶の管理として大変興味深い。

SpaceTag[10]は、特定の場所、特定の時間においてアクセスできるテキスト、画像、音声等をオブジェクトとして管理するシステムである。時計及びGPSの情報を活用して情報を管理する点では本研究と類似しているが、SpaceTagが複数ユーザ間の情報共有に主眼を置いており、扱う情報は単一メディアのオブジェクトであるに対し、本研究は個人の情報管理に主眼をおき、複数メディアを一つに統合して扱える。本システムも、ある程度の情報共有は可能である。同一のランドマーク一覧表を保持するシステム同士では、外化記憶ファイルを交換することにより共有ができる。また、図7で示すように外化記憶をHTMLファイルに変換出力が可能であるため、本システムを所有していなくても、通常のWebブラウザを保持する人に取り敢えず配布することが可能である。今後は、SpaceTagでのアクセス制限等の手法を参考に、外化記憶を共有する機構について研究開発を進める予定である。

5 おわりに

本稿では、個人の日常生活における思い付きや、身の回りの雑多な情報を外化記憶として蓄積、整理、編集できる携帯型外化記憶構築システムを提案した。

ペン入力可能な携帯端末と連想表現を組み合わせることにより、何時でも何処でもすばやく外化記憶を構築できるインタフェースを実装した。特に、立姿状態での外化記憶の編集を可能とするため、ペンジェスチャによるシステムとのインタラクションによる編集(統合、要約、消去、分割、リンク作成等)を実現した。また、GPSを連携させ位置・時間情報を利用した外化記憶の蓄積・想起をする機能を実装した。

試作システムの動作確認をするために、システムを実装した携帯端末を携行し、奈良市内において外化記憶の作成・想起を試行した。試行の結果、ユーザの行動をある程度妨げることなく外化記憶の構築が可能であり、かつ位置情報等を活用した外化記憶の想起が可能であることを確認した。

参考文献

- [1] Gillian Cohen, 川口 潤(訳): 日常記憶の心理学 (MEMORY IN THE REAL WORLD), サイエンス社, (1992).
- [2] 日本認知科学会編: 認知科学辞典, 共立出版, (2002).
- [3] 村上 晴美, 平田 高志: Memory-Organizer: 個人の外化記憶構築システム, 2001 年度人工知能学会全国大会(第15回)論文集, 3F1-03, (2001).
- [4] D. A. Norman, 佐伯 胖(監訳): 人を賢くする道具(ソフト・テクノロジーの心理学), 新曜社認知科学選書, (1996).
- [5] 三宅 なほみ: 批判的読みにおける内省, 第8回日本認知科学全国大会論文集, pp.102-103, (1991).
- [6] Bush, V.: As We May Think, Atlantic Monthly, Vol.176, No.1, pp.101-108, 1945.
- [7] 平田 高志, 村上 晴美, 西田 豊明: 連想表現を用いたコミュニティにおける知識の視覚化とその評価実験, システム制御情報学会論文誌, Vol.12, No.7, pp.428-436, (1999).
- [8] 横路 誠司, 高橋 克巳, 三浦 信幸, 島 健一: 位置指向の情報の収集、構造化及び検索手法, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.7, pp.1987-1998, (2000).
- [9] Mike Lamming and Mike Flynn, 村越 真(訳): 「Forget-me-not」: 人間の記憶を支援する密着型コンピューティング (Forget-me-not: Intimate Computing in Support of Human Memory), 認知科学, Vol.2, No.1, pp.16-25, (1995).
- [10] 森下 健, 中尾 恵, 垂水 浩幸, 上林 弥彦: 時空間限定オブジェクトシステム: SpaceTagプロトタイプシステムの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.10, pp.2689-2697, (2000).