

# Memory-Organizer: 個人の外化記憶構築システム

## Memory-Organizer: A System for Constructing Externalized Memory

村上 晴美\*<sup>1</sup>      平田 高志\*<sup>2</sup>  
MURAKAMI Harumi      HIRATA Takashi

\*<sup>1</sup> 大阪市立大学学術情報総合センター  
Media Center, Osaka City University

\*<sup>2</sup> 防衛庁陸上自衛隊  
Japan Ground Self Defense Force

We have developed a system called Memory-Organizer which enables users to construct 'externalized memory' and support users' creative activities. The system consists of a thinking space browser, an overlay web browser, an interest space browser and a geographical space browser. In this paper, we describe the system's functions and its experimental results.

### 1. はじめに

我々は、個人の外化記憶を構築し、知的活動を支援するシステム Memory-Organizer(前身は日常記憶の構築を支援するシステム CoMeMo[西田 97, 前田 98, 平田 00]) を研究開発している。外化記憶とは、外在化された人間の記憶という意味で、比喩的な概念として使用している。我々のアプローチでは、人間の記憶をとりあえず短期記憶(または作動記憶)と長期記憶からなる二重貯蔵システムとしてとらえ、それらの内容をコンピュータ上に外化記憶として蓄積する。一般的なメモツールは、ユーザの長期記憶への意識的な記録処理を助ける役割を果たすが、本システムは、ユーザがたまたま見かけたり考えたりしたことを無意識のうちに取り込む役割も果たす。Memory-Organizerでは、外化記憶を構築することにより人間の記憶を支援するとともに、外化記憶を用いて、自己の理解、思考、意志決定、知識の整理、執筆などの人間の知的活動を支援することを目指している。

本稿では、これまでに開発したシステムと実験の評価の概要について述べる。詳細は [村上 01], [平田 01] を参照されたい。

### 2. Memory-Organizer

Memory-Organizer は個人の外化記憶構築支援システムである。本システムは外化記憶を作成、編集、蓄積、検索、想起、探訪するためのブラウザと呼ぶサブシステムから構成される。現在までに Java 言語 (JDK1.2) で開発したブラウザを以下に示す (図 1 参照)。

- (a) 思考空間ブラウザ  
ユーザのアイデアなどから外化記憶の作成、編集を支援する。
- (b) オーバレイ Web ブラウザ  
Web 閲覧時における外化記憶の作成、編集を支援する。
- (c) 興味空間ブラウザ  
外化記憶からユーザの時系列の興味空間を生成し、外化記憶を配置する。
- (d) 地理空間ブラウザ  
外化記憶を位置情報に基づき地理空間上に配置する。

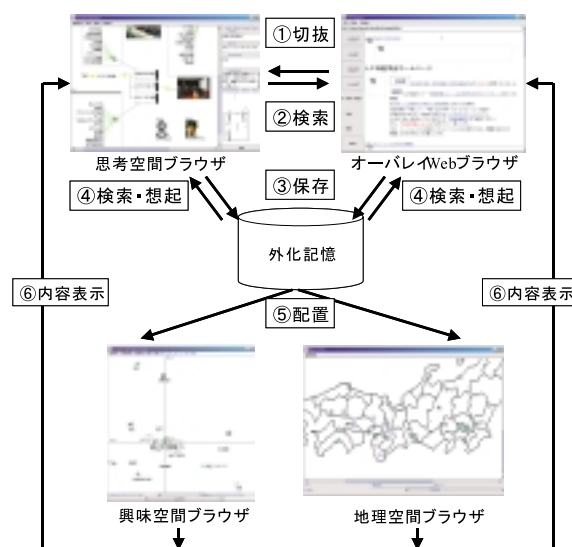


図 1: システムの概要

以下では、3, 4, 5, 6 で各ブラウザの概要を説明し、7 で実験について述べる。

### 3. 思考空間ブラウザ

思考空間ブラウザはユーザのアイデアなどから外化記憶の作成、編集を支援する。本ブラウザでは、ユーザがノート上でアイデアを書きとめたり丸で囲などの行動をコンピュータ上で可能な環境を目指している。本ブラウザでは、ペンやマウス操作を中心としたユニットの入力、編集や、フリーハンド記述ができる。

本ブラウザで扱われる外化記憶の最小単位をユニットと呼ぶ。ユニットには、キーワードなどの概念を表す概念ユニット、外部ファイルへのリンクを示す外部データユニット、ユニット間の関係を表す関係ユニットなどがある。現在のところ、外部データユニットとしてテキスト、画像、Web ページを、関係ユニットとして連想関係を扱っている。連想関係は、ユニット間に有方向の関連性があることだけを示す関係で、多対多を扱うことができる。連想関係の表示方法は、Memory-Organizer の前身である CoMeMo における連想表現 [平田 01] を使用している。

A: 村上 晴美, 大阪市立大学学術情報総合センター, 〒 558-8585  
大阪市住吉区杉本 3-3-138, Phone/Fax: 06-6605-3375,  
harumi@media.osaka-cu.ac.jp



図 2: 思考空間ブラウザ

図 2 に思考空間ブラウザの画面例を示す。本ブラウザは、ユニットの作成、編集を行なう思考空間表示部、選択されたユニットの作成日時、作成者、URL(Uniform Resource Locator)などを表示する詳細情報表示部、ユニットの全体配置を概観できる全思考空間表示部から構成される。

本研究では、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」と呼んでいる。本ブラウザでは想起モードに設定しておく、思考空間に表示されているユニットやユーザの現在の位置情報などに基づき、過去に蓄積した外化記憶の想起ができる。

また、オーバーレイ Web ブラウザで閲覧中の Web ページの情報を取り込むことや、本ブラウザで表示中のユニットを選択してサーチエンジンに検索依頼して Web 情報検索を行ない、結果をオーバーレイ Web ブラウザに表示することができる。さらに、本ブラウザの内容を HTML 出力可能である。このように、オーバーレイ Web ブラウザで情報を収集して、思考空間ブラウザで思考をまとめるといった作業をシームレスに行うことが可能である。

#### 4. オーバレイ Web ブラウザ

オーバーレイ Web ブラウザは、ユーザの Web 閲覧時の外化記憶の作成、編集を支援する。Web ページ上への注釈上書きと、思考空間ブラウザへの情報切抜きができる。

Web ページ上への注釈上書きに関しては、ハイライトとフリーハンド記述が可能である。フリーハンド記述は 3 色の線を使って書込みできる。ペンの色を用途毎に決めておけば、ある用途につけた注釈付きの Web ページを集めることが可能となる。

図 3 にオーバーレイ Web ブラウザの画面例を示す。本ブラウザは 3 層構造のレイヤから構成されており、対象となる Web ページを表示するドキュメントレイヤを中心として、フリーハンドの記入が可能なオーバーレイレイヤ、ドキュメントにハイライトをつけるハイライトレイヤがある。元々の Web ページであるドキュメントレイヤは 1 つの HTML ファイルとして、注釈であるオーバーレイレイヤとハイライトレイヤはまとめて 1 つの XML ファイルとして保存される。

思考空間ブラウザへの情報の切抜きに関しては、現在はテキストと画像ファイルを取り込むことができる。テキストは、必要な箇所をペンやマウスでなぞることにより切り出され、概念ユニットまたはテキストユニットとして思考空間ブラウザ上に表示される。句読点を含まないテキストはそのまま概念ユニッ

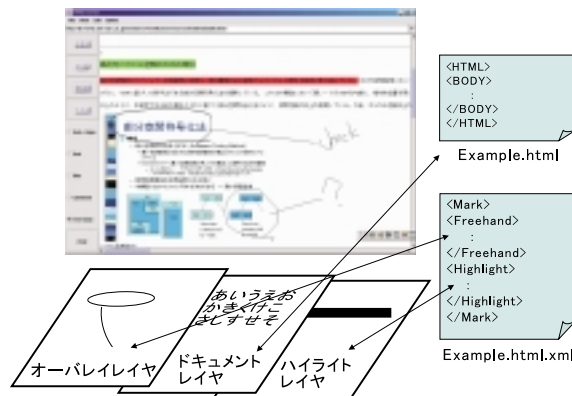


図 3: オーバレイ Web ブラウザ

トとして作成される。句読点を含むテキストは文章とみなされ外部テキストユニットとして切り出され、自動的にキーワード(概念ユニット)が抽出される。画像はペンやマウスで選択することによって切り出される。

本研究ではリアルタイムな切抜きを想定しており、キーワードの抽出処理時間を可能な限り短くするため、(1) ひらがなと特殊文字以外の文字が 2 つ以上続いた文字列を抽出し、(2) 簡単なヒューリスティックや不要語リスト法による不要語処理を行うという単純な手法を用いている。簡単なヒューリスティックとは、たとえば、「具体的」というように最後に「的」のついた文字列や、「10」「200」のような数字のみの文字列をキーワードとしない、というものである。不要語リスト法とは不要語リストに登録された語をキーワードとしないというもので、ユーザは思考空間ブラウザと興味空間ブラウザ上で選択した語を不要語リストに登録することができる。

本ブラウザは、個人的な Web ページへのメモや検索に利用できるだけでなく、グループなどで共有することにより電子添削などへの応用の可能性がある。

#### 5. 興味空間ブラウザ

興味空間ブラウザは、外化記憶からユーザの時系列の興味空間を生成し、外化記憶を配置する。本研究では、外化記憶から興味語として抽出されたキーワード群の類似度に基づいて生成される 2 次元空間を興味空間と呼ぶ。ユーザは興味空間ブラウザを通して、過去に自分が何に興味を持ったかを知ることや、興味を持った外化記憶にアクセスすることができる。

思考空間ブラウザとオーバーレイ Web ブラウザでは、後で外化記憶の想起を容易にするために、利用時に自動的にキーワードの抽出を行っている。以下は、オーバーレイ Web ブラウザで Web ページを閲覧した時にどのように興味空間が生成されるかについて述べる。

ユーザがオーバーレイ Web ブラウザを用いて Web ブラウジングする毎に、クリックしたテキストである起点アンカー (<A HREF="..."> と </A> で囲まれる文字列)の中からキーワードが自動的に抽出され、リンク先 URL、日付、キーワード群の組が索引として保存される。キーワードの抽出アルゴリズムは、4. と同様である。上記の索引から数量化 3 類を用いてキーワード群の相関を計算して興味語として 2 次元空間上に表示する。数量化 3 類は数値化されていないサンプル同士の相関を多変量解析する手法(質的データに対する主成分分析)であり、相関の強いキーワード同士が近傍に配置される。閲覧した

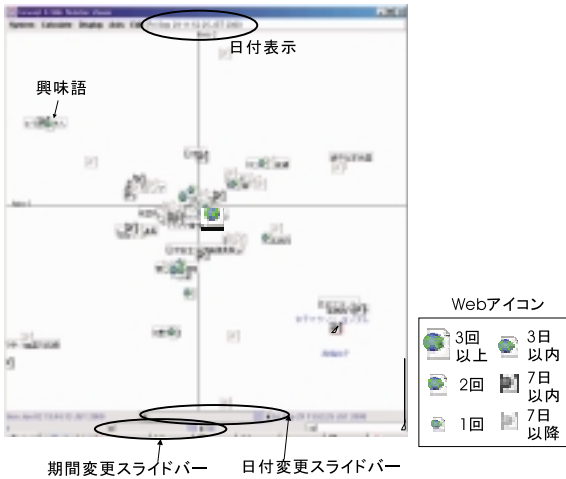


図 4: 興味空間ブラウザ

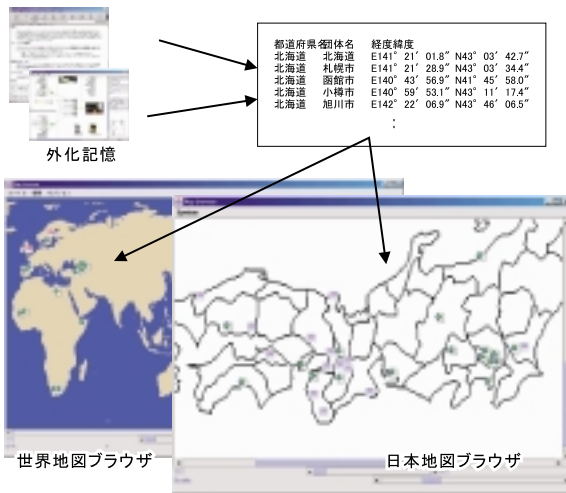


図 5: 地理空間ブラウザ

Web ページを表す Web アイコンも相関を計算し同じ空間上に表示できる。

図 4 に興味空間ブラウザの例を示す。Web アイコンをダブルクリックすると、オーバーレイ Web ブラウザが開き、再びその Web ページを閲覧することができる。

各 Web アイコンは閲覧した日付を保存しているため、興味空間の変化を時系列に見ることができる。日付変更スライダーでシステムの使用初めから現在の日付の中から表示対象とする日付を選択する。期間変更スライダーで表示対象の日付から過去に遡る期間(過去 1 日から 30 日の間)を指定する。Web アイコンは、表示対象日から過去に遡る日数に応じて、カラー(3 日以内)、濃い白黒(1 週間以内)、薄い白黒(1 週間以降)の 3 段階に、また、閲覧回数に応じて、大(3 回以上)、中(2 回)、小(1 回)の 3 段階に、表示が変化する。表示を変化させることにより、よく閲覧する Web ページの発見や、過去に閲覧した Web ページの想起が容易になる。

興味空間ブラウザは、過去に閲覧した Web ページの、時系列な履歴探訪や、自動的なブックマークとして利用できる。

## 6. 地理空間ブラウザ

地理空間ブラウザは、外化記憶を位置座標(緯度・経度)に基づき地理空間上に配置する。また、ユーザの現在位置などを GPS(Global Positioning System) レシーバーから取得した座標を基に表示できる。

座標が指定されていない外化記憶は、関連する情報の中から都市名や国名を抽出し、「都市名-座標」「国名-座標」対応表に基づき座標を獲得し、地理空間ブラウザ上に表示できる。国名の判断には、システムが保持している国名リストを参照し、都市名の判断には、簡単なヒューリスティックを使用する。抽出されたキーワードの最後の文字が、「県」「市」「町」「村」の場合には、都市名と判定する。また、本ブラウザ上でマウスなどによって場所を指定することによって、作成した外化記憶へのアイコンを配置することも可能である。図 5 に地理空間ブラウザの画面例を示す。画面上にアイコンが表示されており、アイコンをダブルクリックすると思考空間ブラウザやオーバーレイ Web ブラウザを開いて元の情報を見ることができる。

地理空間ブラウザを用いることにより、地域に関連した外化記憶の想起が容易になる。

## 7. 実験

### 7.1 実験 1

オーバーレイ Web ブラウザの実用性とキーワードの抽出手法の有効性について検討する。

第 2 著者(30 歳男性)が、オーバーレイ Web ブラウザを実際に Web ブラウジングに利用した結果を考察した。利用期間は 2000 年 5 月 26 日から 2001 年 1 月 31 日までの約 36 週間(約 8 か月)である。

実装上の問題により、フレームを使ったページの一部の表示がずれる問題があったが、通常のページにおいてはブラウジングを行うことができた。

Web ブラウジングの過程からキーワードとして切り出された語は 2,545 語であり、閲覧された Web ページの総数は 1,052 であった。内訳は、朝日新聞の web サイト 757(72.0%)、Yahoo! Japan 74 (7.0%)、goo 30(2.9%)、その他 191(18.2%)であった。1 つの Web ページに対して平均 2.42 個のキーワードが抽出された。抽出されたキーワードを見てみると、(1) 語の切り出しとして妥当なもの 2,403(94.4%)、(2) 修正を加えれば妥当なもの 119(4.7%)、(3) 妥当でないもの 23(0.9%)であった。単純な抽出方法であるが実用性が高いと考える。本手法の主要な欠点は、たとえば「神の国」や「つくば市」などのひらがなを含む語が切り出せないことであり、今後の課題である。

### 7.2 実験 2

新聞記事を対象とした Web サイトにおける興味空間ブラウザの有用性について検討する。

被験者は 24-37 歳の女性 4 名であり、A、B、C、D と呼ぶ。A と C は主婦、B はシステムエンジニア、D は秘書であり、それぞれ Web 利用経験は 2,3 年程度である。毎日インタラクティブの Web サイト(www.mainichi.co.jp)からダウンロードした 2000 年 6 月から 8 月の 3 か月の HTML ファイル(1 ファイル 1 記事)を対象として、同年 12 月にブラウジング実験を行った。何でもいいたら見たい記事を自分のペースで 1 日に 1 つ以上を見るよう指示した。ブラウジング後に履歴データを回収し、(1) キーワードの興味語としての妥当性と、(2) 興味空間ブラウザの有用性についてアンケート調査を行った。評価は、5 段階(5:非常に思う、4:やや思う、3:どちらともいえない、2:あ

表 1: 興味空間ブラウザの主観的評価

質問	A	B	C	D	平均
テスト 1					
興味空間を表しているか	4	4	4	5	4.25
今後も興味空間を見たいか	4	1	4	5	3.50
自分を知るのに役立つか	3	3	5	5	4.00
Web ページの整理に役立つか	4	4	4	3	3.75
過去の想起に役立つか	4	5	4	4	4.25
テスト 2					
興味空間を表しているか	3	4	4	5	4.00
今後も興味空間を見たいか	2	1	3	4	2.50
自分を知るのに役立つか	2	2	4	5	3.25
Web ページの整理に役立つか	3	4	3	3	3.25
過去の想起に役立つか	4	5	4	4	4.25

テスト 1: キーワード表示のみ, テスト 2: キーワード + Web アイコン表示

まり思わない, 1: 全く思わない) で行った。(2) については, 興味語のみを表示するテスト 1 と, 興味語と Web アイコンを表示するテスト 2 の 2 種類を順番に行った。

抽出された語の高頻度上位 10 語について興味語としての妥当性を 5 段階評価した結果, 平均 3.79 であった。また, 4 (やや思う), 5 (非常に思う) と回答した語の割合を興味度適合率として算出したところ 62.8% であった。高頻度語については被験者の興味を表していると考えられる。

興味空間ブラウザに関する主観的評価の結果を表 1 に示す。テスト 1, 2 とともに, 興味空間ブラウザは, 個人の興味空間を表しており (テスト 1: 平均 4.25, テスト 2: 平均 4.00。以下同様), 過去の想起に役立つ (4.25, 4.25) ことが示唆された。Web ページの整理に役立つ (3.75, 3.25) か, 自分を知ることに役立つ (4.00, 3.25) かは, やや肯定的な結果である。総じて, テスト 1 よりもテスト 2 の方が評価が低いが, 一つには興味語と Web アイコンが重なって見にくくなることと, 表示される興味語と Web アイコンの類似度が必ずしも対応していないことが理由である。両者とも表示の問題であり, 特に後者に関しては, 数量化 3 類に起因する問題であり, 他のアルゴリズムも含めて検討する必要がある。全体として, 興味空間に配置した時系列の提示が過去の Web ページの検索, 整理に役立つ可能性が示唆されたが, 表示や操作方法に関するインターフェースの問題が指摘されており, 今後は表示アルゴリズムと, インターフェースの改善が課題であると考えられる。

### 7.3 実験 3

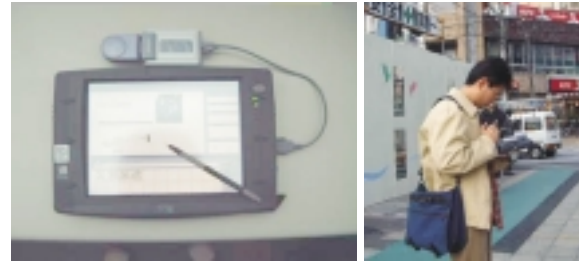
思考空間ブラウザと地理空間ブラウザを中心として, システムが携帯して利用可能かどうかを検討する。

Amity-GP 上にペン, 音声入力及び GPS (SONY: PCQ-HGR1) 連携が可能なシステム Memory-Organizer-Amity を開発した。図 6(a) にハードウェアを示す。

実験は 2000 年 11 月に第 2 著者が以下の手順で行った。(1) 歩行 1 回目 (距離: 4.5km, 時間: 1 時間 17 分): 奈良市内の 12 地点の位置座標を GPS から取得して, ランドマークとして登録。(2) 上記 12 地点に関するメモを思考空間ブラウザ上で外化記憶として入力。(3) 歩行 2 回目 (距離: 6.2km, 時間: 1 時間 13 分): 歩行 1 回目で作成した外化記憶が適切に想起されるかどうか確認。

実験の結果, 一連の動作が行えることが確認できた。システムが携帯して利用可能であることを示唆していると考えられる。図 6(b) に実験風景を, 図 6(c) に実験後の地理空間ブラウザの画面例を示す。

1 回目と 2 回目での位置測定の誤差の平均は, 開闊地では 19.5m, 商店街では 44.5m であった。想起させる情報を, 木や標識といったものに対して利用するには無理であるが, 一つの建築物などに対しては十分利用できると考える。今回は GPS



(a) ハードウェア

(b) 実験風景



(c) 地理空間ブラウザ画面例

図 6: Memory-Organizer-Amity

の単独利用であったため精度的には半径数十メートルであったが, DGPS 等の利用によりさらに精度を高めることは可能である。また, 今後は, GPS が動作しない屋内等においては, PHS やアクティブパッチ等の利用が考えられる。

## 8. おわりに

個人の外化記憶構築支援システム Memory-Organizer を試作し, その概要と実験的評価について述べた。今後はユーザーインターフェースを改良し実証的評価をすすめていく予定である。

## 参考文献

- [西田 97] 西田豊明, 前田晴美, 平田高志: 日常記憶の共有によるコミュニティインタラクション支援をめざして - CoMeMo, システム/制御/情報, Vol. 41, No. 8, pp.303-308 (1997).
- [前田 98] 前田晴美: 日常記憶の共有支援に関する研究, 奈良先端科学技術大学院情報科学研究科博士論文 (1998).
- [平田 00] 平田高志, 村上晴美, 西田豊明, 植村俊亮: 連想表現を用いた創造的思考環境, 2000 年度人工知能学会全国大会 (第 14 回) 論文集, pp.359-360 (2000).
- [村上 01] 村上晴美, 平田高志: WWW からの情報獲得・整理支援 - 思考・興味空間ブラウザ -, 情報処理学会研究報告 Vol.2001, No.20, pp.167-174 (2001).
- [平田 01] 平田高志: 外化記憶の構築と共有の支援に関する研究, 奈良先端科学技術大学院情報科学研究科博士論文 (2001).