

対象物に『触れる』行為と記憶の遍在化による日常記憶支援

河村 竜幸[†] 福原 知宏^{††} 村田 賢[†] 武田 英明^{†††}
 河野 恭之[†] 木戸出正継[†]

Ubiquitous Memories: Associating Everyday Memory with Real World Objects using a Touching Operation

Tatsuyuki KAWAMURA[†], Tomohiro FUKUHARA^{††}, Satoshi MURATA[†], Hideaki TAKEDA^{†††}, Yasuyuki KONO[†], and Masatsugu KIDODE[†]

あらまし 本論文では、人の日常記憶を実世界に関連付けて記憶し想起するために、実世界の対象物に『触れる』という行為により各個人の拡張記憶を遍在化させる Ubiquitous Memories 技術を提案する。本技術の特徴は『触れる』という行為を通じて実世界の対象物へ観念的に日常記憶を蓄積させる点にある。ユーザは対象物を介してそれぞれの記憶を他のユーザと共有する。本論文では左記の概念をウェアラブルコンピュータと RFID (Radio Frequency Identification) システムで実現した。また、対象物に RFID タグを貼り付け、それに『触れる』という行為で記憶の遍在化を試みた。

キーワード 実世界対象物, ウェアラブルコンピュータ, 拡張記憶, 日常記憶の遍在化, 接触による記憶支援,

1. ま え が き

近年、ユーザの日常的な行動を支援するウェアラブルコンピューティングやユビキタスコンピューティングが注目されている [1] ~ [3]。前者は、ユーザの身体に計算機を装着させ常に動作させることで、様々な場所・時においてユーザの置かれた状況を認識するものである。後者は、ユーザに計算機存在を意識させることなく、様々な場所でユーザを計算機により支援するものである。ユーザがサイズ・重量を気にせずに計算機を扱えるような将来では、日常におけるユーザの記憶活動を支援することが有用となる [4] ~ [6]。

本論文の主張点は、実世界の対象物に『触れる』というユーザの行為により記憶とその対象物とを関連付

ける行為の概念と、その概念を具現化するための拡張記憶 [7] システムである Ubiquitous Memories [8] とである。本概念の特徴は、人の記憶想起を刺激するトリガとしての“対象物”と体験を整理・参照するメディアとしての“対象物”を一致させることである。本概念をシステムとして具現化し、実世界の対象物に『触れる』という直感的な操作をユーザに提供することで、以下の 2 つの有用性が期待できる。第一に、ユーザがある対象物に注目してある体験を想起しようとするが、想起しようとする体験の詳細を思い出すことができないという場面での利用が考えられる。そのような場面で提案システムを利用すれば、ビデオテープ等の従来メディアを利用することなく、目前の対象物から思い出せない体験を直接参照することができるという効果が期待できる。第二に、複数のユーザ間で体験を共有したい場面での利用が考えられる。複数のユーザがある固有の問題を持つ対象物を共用している場合、提案システムを利用することで、問題となっている対象物からその問題を解決するノウハウを直接参照することができるという効果が期待できる。ここで本論文における“拡張記憶”は、ユーザの記憶活動を適切に誘発するためにシステムが提示するデータを指す。また、記憶と対象物とを関連付ける行為を“記憶を(対

[†] 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科, 奈良県 Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology, 8916-5 Takayama, Ikoma, Nara, 630-0192 Japan
^{††} 社会技術研究システム, 東京都 Research Institute of Science and Technology for Society, Atago Green Hills Mori Tower 18F, 2-5-1 Atago, Minato-ku, Tokyo, 105-6218 Japan
^{†††} 国立情報学研究所, 東京都 National Institute of Informatics, 2-12, Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo, 101-8430 Japan

象物へと) 遍在化させる”と表現し、その現象を“記憶の遍在化”、遍在化された記憶を“遍在化記憶”と表現する。

本論文の構成は次の通りである。2. では、まず実世界の対象物とその対象物が関係する体験を記録した映像との直接的な関連付けが『符号化特定性原理』と呼ばれる記憶の符号化機能を継承していることを基礎実験により示す。次に、日常生活の場面を仮定して、『触れる』行為と『見る』行為における記憶を遍在化させる操作の差異を比較検証することで、『触れる』行為の有効性を示す。最後に、『触れる』行為により身体を通して記憶を対象物へと遍在化させるという概念を提案する。3. では、実装システムである Ubiquitous Memories の機能について述べる。4. では、実験により本提案システムの有効性を示し、また実利用への展望について述べる。5. では、関連研究について述べる。6. では本論文の議論をまとめる。

2. 対象物への接触による日常記憶の遍在化

人は、体験の詳細な想起が困難である時、その体験を記録したビデオテープの存在を想起することがある。例えば、ある子供が自身のサッカーボールを使って公園で友達と遊び、その子供の親が子供をビデオカメラで撮影するような場面を考える。通常、ビデオテープのカートリッジのラベルには記録された体験を想像できるタイトル『<概要(サッカー遊び)>、<相手>、<日付>』が書かれる。時は過ぎ、親/子供がその懐かしいサッカーボールを見た時、親/子供はその時の体験を詳細に思い出そうとすることがある。そこで体験の詳細な想起が困難である時、サッカーボールそのものではなくタイトルという symbolic な情報 [9] を手掛りにして、親/子供は想起したい体験が記録されたビデオテープを探索する。親/子供はそのテープを発見すると、デッキで再生して、映像として記録された体験を参照する。このように従来の記録メディアでは、人は体験を想起するために、indexical な情報を symbolic な情報に変換してからメディアを探索するという過程を必要とする。ここで、その人の目前に体験の想起を促す対象物が存在するにも関わらず、別の場所に保管された記録メディアを探索するという手間が発生している。しかし、人は対象物自身を indexical な情報として体験を想起できる。これは、ある体験の後に、人はその体験と文脈的に近い対象物(例えば、サッカーの試合と試合で用いたサッカーボール)を再

び見たとき、その対象物が元の体験を想起させるトリガーとなる現象である。これを『符号化特定性原理』と言う [10]。本研究では、ユーザが詳細な日常記憶を気軽に想起できるように、indexical な情報を活用して体験を整理するという指針を立て、人の認知的な性質を用いたより直感的な操作の実現を考える。

著者らは、人が自らの記憶活動において行っている観念的な操作と、システムの機能とを一致させることで、対象物自身を indexical な情報として直接的に体験を整理し、より詳細に体験を参照可能なシステムの実現が有用であると考え。本章では 2.1 ではユーザ実験によって、実世界の対象物とその対象物と関わりを持つ体験が含まれた記録との直接的な関連付け、いわゆる記憶を対象物へと遍在化させる行為、が体験の整理・参照として有用であることを示す。また、2.2 では議論によって、実世界の対象物へと記憶を遍在化させる場合に、『触れる』行為が『見る』行為よりも有用であることを示す。2.3 では上記の実験と議論の結果から、人が記憶を拡張して実世界で直接的に扱うための、記憶を対象物へと遍在化させるという観念的な操作の設計を行う。

2.1 対象物と体験との直接的な関連付けの効果

本節での実験の目的は、記録された映像中の体験が実世界の対象物と関連したものである時、関連づけられた対象物と映像との間でも『符号化特定性原理』が継承されていることを示すことである。本実験では、実世界の対象物が体験を記録するメディアとして有する効果の範囲を、以下に示す実験条件によって明確にする。

条件 1: 対象物と直接関連付けられる映像記録の内容にその対象物と関連を持つ体験が含まれない

条件 2: 対象物と直接関連付けられる映像記録の内容にその対象物と関連を持つ体験が含まれる

対象物と体験の映像記録が直接関連付けられているという形態が『符号化特定性原理』を継承しているという仮説が真であるならば、関連付けられた対象物に関係する体験が映像記録の内容に含まれている場合、被験者は対象物を記憶想起の刺激として体験の内容を推測することが容易となる。また、映像記録の内容が対象物と関係ない場合、被験者は対象物を記憶想起の刺激として利用することができず、映像記録の内容を推測することが困難となる。一方、仮説が偽であるならば、両条件とも体験の内容を推測することが容易で



図1 『符号化特定性原理』継承の確認実験における参照画面例

Fig.1 Reference display for experiment 1

ある場合には、人は対象物が有する特性を考慮することなく、対象物をあらゆる内容を整理・参照するメディアとして利用することができる。逆に、両条件とも体験の内容を推測することが困難である場合には、実世界の対象物は体験を整理・参照するためのメディアとして有用でないという結論に達する。

2.1.1 概要

本実験では、「実世界の対象物を見る」という状況をシミュレートし統制するために、対象物の画像を PC 上に表示することとする。実験は、テーブル上に1台のノート PC が置かれている実験室で行われた。記憶材料として、対象物が写された画像（以後、本実験では対象物と呼ぶ）と対象物にハイパーリンクにより関連付けられた映像の組を20組用意した。図1のように PC の画面中にはブラウザが立ち上がり、対象物（図中左）が表示されている。被験者は、対象物を直にクリックすることで、対象物に関連付けられた映像（図中右）が自動的に再生され、映像の内容を参照することができる。

実験手順は以下の通りである。本実験では、被験者が複数の対象物を同時に参照できないように、被験者に1つずつ対象物を参照させた。また、対象物に関連する体験が映像中に含まれていないもの（奇数試行回数）と、含まれているもの（偶数試行回数）を交互に被験者に参照させた。ここで本実験では、前者が条件1（対象物と関連を持たない映像が直接関連付けられる条件）となり、後者が条件2（対象物と関連を持った体験を含む映像が直接関連付けられる条件）となる。両条件を交互に混在させた状況の下で、各映像に対して被験者に映像を2回再生させ、再生後すぐに

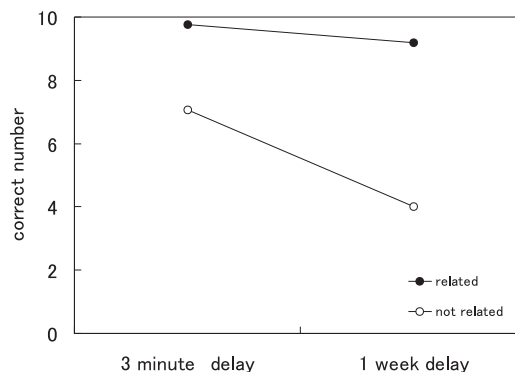


図2 文脈の効果
Fig.2 Context effect

次の対象物へと移らせた。被験者が20全ての対象物と映像の組を参照した後、遅延期間を2分間与えた。遅延期間中には、被験者に英語論文を1文ずつ音読させ、日本語へと訳させた。遅延期間後、被験者に記入用紙を与え、対象物に関連付けられた映像の内容を筆記により再生させた。この時、記入用紙には参照時と異なる順番で対象物の写真が並べられており、記入順序は順不同とした。また、被験者に10分間の記入時間を与えた。被験者は22名（男性19名、女性3名）であった。更に、1週間後に同じ回答用紙による再生実験を行った。同実験を行った被験者の内、11名から回答があった。

2.1.2 結果と考察

実験の結果を図2に示す。対象物と映像記録とが関係している条件は、対象物と映像記録とが関係していない条件よりも記憶の再生量と保持量において共に有意に差を持っていた ($p < 0.0005$)。この結果は、実世界の対象物とその対象物に関連する体験を含む映像記録との直接的な関連付けが『符号化特定性原理』を継承していることを示している。

この結果から、実世界のある対象物とその対象物に関連する体験を整理・参照することを目的としたメディアとして機能することが確認された。著者らはこの結果を受けて、実世界で人が体験を整理するための新たな戦略を実現するために、『符号化特定性原理』という人の心理的な特性を有効に活用することを考える。

2.2 『触れる』行為の有用性

著者らは、『触れる』行為が、身近で起こる出来事（体験）を手の届く範囲に存在する対象物へ遍在化させる操作として適していると考えられる。本論文では、『触れ

る』行為の有用性を明らかにするため、『見る』行為により記憶を遍在化させる操作との比較検証を行う。本節では、対象物に『触れる』行為をシステムが検知する仕組みとして、3. で Ubiquitous Memories の実装インタフェースとして採用する RFID(Radio Frequency Identification) タグリーダを考える。ユーザが RFID タグリーダを掌に装着し、実世界の対象物に貼付された RFID タグを読み取るという操作を『触れる』行為とする。ここで、RFID タグリーダが RFID タグに書き込まれた情報を読み取る距離は 3cm 以下であるとする。また、『見る』行為をシステムが検知する仕組みとして、二次元バーコードをカメラで識別するようなビジュアルタグ(以降ビジュアルタグ)を考える。ユーザがカメラを頭部に装着し、実世界の対象物に添付されたビジュアルタグを識別するという操作を『触れる』行為とする。ただし、両者はタグ側に電源部を必要としないという共通の利点を持ち、その点において互いに有意差は無いものとする。

図 3(a) および図 3(b) は実世界で対象物が整理されている様を撮影したものである。前者では対象物が整理され、後者では対象物が乱雑に配置されている。後者は印刷物や書籍のような対象物が山積みになり、また個々の山が密集している。この状況では、ユーザは記憶を遍在化させたい対象物に『触れて』取り出すという行為をしなければならない。一方、前者は後者と比較して対象物の個数が少なく、ある程度疎に配置されているため、一見すると『見る』行為によって記憶の遍在化が容易であると考えられる。しかし、後方の対象物に貼付されたビジュアルタグが前方の対象物に遮られ見えなくなり、システムが対象物を検知できない可能性を持つ。

システムがビジュアルタグを認識できる距離は、カメラにおけるビジュアルタグの見えの大きさに依存する。また、複数のビジュアルタグが存在する環境では、システムがあるビジュアルタグを誤認識する確率はビジュアルタグ間の密集度、そしてユーザとビジュアルタグ間の距離に依存する。これらの問題により、システムがビジュアルタグを安定して検知するためには、記憶の遍在化を目的とする対象物のビジュアルタグにユーザが近づかなければならない。図 3(a) のように対象物が疎に整理されている状況でも、対象物が局所的に密接している部分は存在するため、システムが安定してビジュアルタグを認識する環境を作り出すことは困難である。このように、『見る』行為を実行可能な



(a) Cleaned area



(b) Messy area

図 3 対象物が整理された領域と乱雑な領域

Fig.3 Cleaned and messy areas with a number of objects

距離が短くなると、『触れる』行為との差は無視できるほど小さくなる。

日常生活においては、ユーザがビジュアルタグを認識しやすいように身の回りの対象物を配置するとは考えられない。逆に、頻繁に用いられない対象物は整理の対象となり、本棚に整理されたり、戸棚や引き出しの中に収納されたりする。さらに、モノの整理整頓が不得意な人は対象物を図 3(b) のように乱雑な状態に配置する。図 3(a) のように対象物が整理された状態であっても、例えば対象物を展示する時の見た目の問題もあり、対象物の後部にビジュアルタグを添付する可能性がある。このような状況下では、ユーザは対象物に『触れて』取り出す必要がある。

結果として『触れる』行為は『見る』行為よりも安定して記憶を遍在化させる機能を日常生活で提供できると考えられる。この差は、人が実世界からある対象物を選択する際に、対象物を『取り出す』という物理的な選択行為が『触れる』行為に含まれていることにある。一方、『見る』行為は空間的な制約を取り去っている。これにより、ユーザは離れた場所から対象物を選択することが可能となるが、『取り出す』行為を含まないために、システムは安定して対象物を識別することが困難となる。これに対して、『触れる』行為は『取り出す』という物理的な選択行為と不可分であるため、必然的に物理的な問題を回避している。さらに、日常記憶の支援という観点では、遍在化された記憶を参照するための操作をユーザが意識的に行う場合と行わない場合が考えられる。しかし、後者を『見る』操作で実現した場合、ユーザの意図に反する遍在化記憶が大量かつ頻繁に提示される可能性があるため、ユーザにとって情報過多となる危険性を持つ。本研究で『触れる』行為に着目したのは、ユーザが意識的に記憶を遍在化させるという制約の下で安定したシステムの動作をユーザに提供するためであり、ユーザの意識的な操作に基づかない記憶の遍在化とは目的が異なる。本研究では、こうした物理的な問題や情報過多の問題を避けるために、『触れる』行為が記憶の遍在化のための操作であるユーザ主導型のシステムを提案する。

2.3 Ubiquitous Memories の概念

本研究の目的は、人の想起プロセスに類似した拡張記憶の操作環境を構築することで、日常生活で人が体験する様々な出来事の記録と再生を支援することである。本論文では、実世界の対象物に『触れる』ことで拡張記憶の遍在化を直接行う Ubiquitous Memories の概念を提案する。

日常、人はこれまでに得た体験や知識から具体的または観念的に出来事を知覚し記憶する。そして、人は別の新規な出来事に対してアナロジーやメタファを用いて特徴（の一部）が一致する出来事の記憶を探し出し、その新規な出来事に対する自然な行為を獲得する。特に人は手が何かを『伝える』媒体となるような感覚を一般に持っている。本論文では、人が自然に記憶を拡張し操作できる環境を提供するために、この概念（感覚）を利用することを提案する。

人は身体を通じて出来事を知覚する。知覚された出来事は脳で記憶として扱われる。また、人は記憶が電気のように全身を駆け巡るような感覚を受けることが

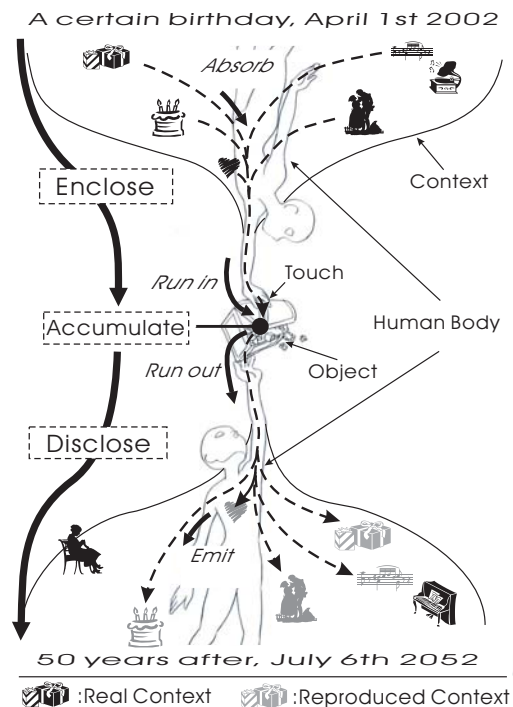


図 4 封入と解放による拡張記憶の遍在化

Fig.4 Enclosure and disclosure functions in the ubiquitous memories

ある。このような感覚を拡張することで、本来は目に見えない記憶を身体を通じて授受するという直感的な行為に基づいた身体の拡張が可能となる。すなわち、提案環境では人が対象物に『触れる』ことで、人は自身の身体から対象物へあたかも記憶を『伝える』ように扱う。対象物へ伝わった記憶は対象物に残る。人がその対象物に再び『触れる』ことで、記憶は対象物から身体に伝わり脳に達する。結果、人はその記憶の元立った出来事を想起できる。

図 4 に設計した操作による記憶の遍在化の概念を示す^(注1)。その場にいる人が実世界のある場面・場所において生じる状況を身体を通じて拡張記憶として対象物へ封入する。また、拡張記憶の封入時と異なる場面・場所で、その対象物の目の前にいる人が身体を通じて対象物から拡張記憶を解放する。

(注1): 図 4 では以下のストーリーを例に挙げている。『2002 年 4 月 1 日、今日は私の誕生日だ。私は彼女からプレゼントをもらい、ケーキをみんなと食べた。食後にはレコードを鳴らし彼女とダンスをした。そのとき、私は感動と共にプレゼントにこの場の情景を封入した。そして 50 年後、私は（今は妻である）彼女からのプレゼントに触れたとき、過去の拡張記憶が解放され、そのときの情景をいきいきと追体験した。』

図4で使用した用語の定義を以下に示す。各用語はそれぞれ(1)拡張記憶の遍在化の構成要素となる作用素(2)人の記憶に対する観念的な操作を表現した観念的操作に分類される。

(1) 作用素

- コンテキスト (Context): 人を取り巻く環境の状況と、その状況を知覚する本人自身の状況である。以下、コンテキストと呼ぶ。なお、拡張記憶はデータであり、コンテキストとは異なる。

- 身体 (Human Body): 拡張記憶を遍在化させるための主体である。以下、身体と呼ぶ。

- 対象物 (Object): 拡張記憶を遍在化させるための実世界に存在する客体である。以下、対象物と呼ぶ。

(2) 観念的操作

- 封入する (Enclose): 身体を通じてコンテキストを集め、対象物へと拡張記憶を遍在化させる動作を封入すると呼ぶ。データをメディアに記録する操作は封入にあたり、拡張記憶の封入は、“吸収する (Absorb)”と“流し込む (Run in)”で実現される。

- ◊ Absorb: 環境と人のコンテキストを集め、それらを身体に取り込む操作を吸収すると言う。機能的には、カメラやマイクなどの種々の入力センサにより吸収が行われる。

- ◊ Run in: 拡張記憶を身体から対象物へ移動させることを流し込むと言う。機能的には、データを特定の対象物と関連付けることを意味する。ユーザの対象物との接触を認識する手法と対象物の特定が可能なセンシングの手段を利用してこの操作を実現できる。

- 蓄積する (Accumulate): 複数の拡張記憶が対象物に蓄えられている状態を蓄積すると言う。機能的にはデータがストレージに格納されている状態を意味する。

- 解放する (Disclose): 対象物に蓄積された拡張記憶を実世界で再現する動作を解放すると呼ぶ。通常のデータの再生とは本手法の解放にあたり、“流し出す (Run out)”と“放射する (Emit)”で実現される。

- ◊ Run out: 拡張記憶を対象物から身体へ移動させる動作を流し出すと呼ぶ。機能的には、データの検索先の特定とデータ自身の検索を意味する。ここでは、ユーザと対象物との接触を認識する手法と対象物の識別が可能なセンサ、対象物に関連付けられた拡張記憶を検索する機能により実現される。

- ◊ Emit: 環境側や人側で拡張記憶のコンテキ

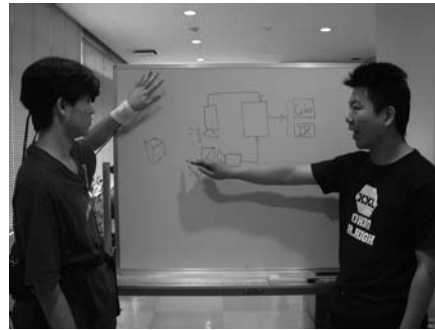


図5 Ubiquitous Memories の利用例
Fig. 5 A sample use case of Ubiquitous Memories

トを復元する操作を放射すると言う。機能的には、ディスプレイやスピーカなど、拡張記憶の再生が可能なさまざまなデバイスを利用することでこの操作が実現される。

3. Ubiquitous Memories の機能

本論文の概念を実現するためには、ユーザの置かれた環境やユーザの活動に関わらず、ユーザが特定の対象物に『触れる』ことで、いつでも拡張記憶の封入と解放を可能とするシステム構成が必要である。本研究では、身体的な操作が可能なウェアラブルコンピュータを用いる。著者らは、今後計算機や各種入力・提示デバイスの小型軽量化が行われると仮定し、従来からある眼鏡や衣服と遜色なく日常生活で利用可能な将来でのシステムの実用化を目指している。

本研究では、Ubiquitous Memories の概念を実現させるために、以下の手段を選択する。第一に、封入過程における実世界のコンテキストを収集する手段としてユーザ視点の映像を取得可能なウェアラブルカメラ (wearable camera) を採用する。第二に、解放過程における放射を実現するために、どこでも映像の再生が可能なヘッドマウントディスプレイ (HMD) を採用する。第三に、本システムでは『触れる』操作、封入と解放という観念的な操作を実現するために RFID システムを採用し、実世界の対象物に RFID タグを貼り付け/埋め込み、ユーザの手首に RFID タグリーダ/ライターを装着させる。また本研究では、対象物を介して拡張記憶の共有を可能とするために、ウェアラブルコンピュータと WWW サーバからなる試作システムを開発した。本システムの実装において拡張記憶は映像データを指す。図5は本システムを使用する場面の一



図 6 Ubiquitous Memories 装着図
Fig.6 A wearer with a wearable system

表 1 RFID タグ内の情報

Table 1 Data construction in an RFID tag

用途	対象物識別 ID	制御コード
格納先の指定	SRN	URL

例である^(注2)。

3.1 ハードウェア

システムの装着図を図 6 に示す。ユーザは拡張記憶を視覚的に参照するためのヘッドマウントディスプレイ (HMD) とユーザ視点の映像を拡張記憶として記録するためのウェアラブルカメラ (wearable camera) を頭部に装着している。ユーザは『触れる』ことで拡張記憶を対象物へ蓄積するための RFID タグリーダ/ライタ (OMRON 製 RFID tag reader/writer, 形 V720) を手首に装着している。ユーザは操作コマンドの入力デバイスとして SONY 製のジョグダイヤル (以後, JogDial) を胸に装着している。ユーザは腰部にウェアラブルコンピュータ (Wearable Computer) を装着している。

本研究では、実世界の対象物を弁別するために、近接型 RFID タグが対象物に埋め込まれている/貼り付

けられている世界を仮定している。RFID システムを採用することにより、対象物が電源を持つことなく、また身体と対象物の物理的な接触を封入や解放の契機とすることができる。本研究では『触れる』行為を提案しているため、ユーザが対象物に触れるほどの距離まで RFID タグリーダ/ライタを近づけることで RFID タグの情報を読み込める RFID タグリーダ/ライタおよび RFID タグの組み合わせを採用した。

本システムは実世界の対象物に貼り付けられた RFID タグの IC に記録されている情報を読み取る。表 1 のように、RFID タグの内部に記録された情報には対象物固有の ID (対象物識別 ID) とシステムを制御するための制御コードがある。本論文では、対象物を識別する ID として、出荷時に個々のタグへ付与されるシリアルナンバー (SRN) を採用した。制御コードは拡張記憶の実質的な蓄積先を指定するためのもので、RFID タグの IC にサーバの URL を表す文字列が記述されている。

3.2 ソフトウェア

図 7 にシステム構成を示す。本システムではサーバ・クライアント方式を採用する。本研究では、サーバは UMS (Ubiquitous Memories Server) であり、クライアントはウェアラブルコンピュータである。本システムを制御する核となるのは UM Control である。拡張記憶は Video Buffer Control で一時的に管理されている。ここでリングバッファ方式を採用することで、ユーザは欲しいと思う直前のコンテキストを記録することができる。本システムは 2 種類のデータベースを持つ。蓄積された拡張記憶の内、拡張記憶を蓄積させたユーザだけが参照できるクライアントデータベース (UMCDB: Ubiquitous Memories Client DataBase) と複数のユーザで拡張記憶を共有するためのサーバ上のデータベース (UMSDB: Ubiquitous Memories Server DataBase) である。

本研究では、クライアント側とサーバ側で拡張記憶の制御を行うために HTTP をベースとした転送ルール (UMTP: Ubiquitous Memories Transfer Protocol) を開発した。Ubiquitous Memories システムは UMTP によりメッセージや拡張記憶やリストの交換を行っている。表 2 は、転送するメッセージとデータの種類を示す。表 3 は表 2 の具体例である。転送される情報は、識別部、メッセージ部、データ部に分かれている。表中のカッコ書きはそのデータが必須でないこと意味する。識別部の Message Type では、“メッ

(注2): ホワイトボードの前で 2 人が研究の議論をしている。ユーザの一人がこの議論は有益であると考え、ホワイトボードに『触れる』ことで議論を封入している。

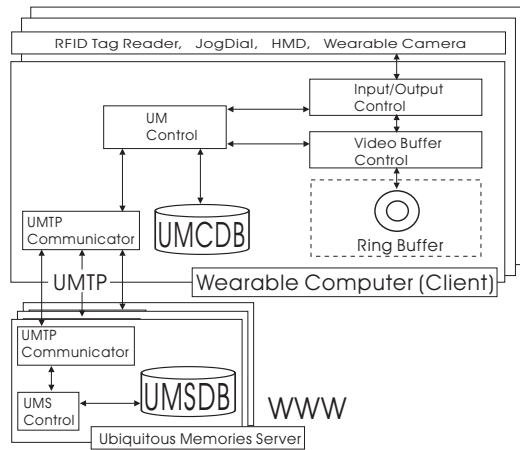


図 7 システム構成
Fig. 7 System architecture

表 2 転送メッセージとデータの種類

Table 2 Type of transportation message and data

識別部	Message Type
メッセージ部	OID, UID, AT, GID, TIME, (Command)
データ部	(Video Data)/(List Data)

表 3 転送メッセージとデータの例

Table 3 Example of transportation message and data

識別部	DATA
メッセージ部	0B8BE72400000009, 1000, 1, 9001, 20030909101231, OENC
データ部	data.avi

セージ情報のみ”, “拡張記憶の添付”, “リストデータの添付” を区別する。メッセージ部の OID は対象物識別 ID(SRN) である。UID はユーザ固有の ID 番号である。AT は公開度の属性である。公開度とは、ある拡張記憶を参照できるユーザの範囲を限定する機能である。GID は拡張記憶を共有するグループの ID 番号である。TIME は拡張記憶が最初に記録された時の時刻である。Command は拡張記憶の制御コードである。データ部の Video Data は拡張記憶である。List Data はある OID で蓄積された拡張記憶群のリストである。

ユーザが拡張記憶として封入したいと考えるコンテキストの長さは一定ではない。その長さは一瞬かもしれないし、数分ほどになるかもしれない。体験映像の区間をセグメントする技術に関する先行研究はあるが [11] ~ [13], 現時点で、ユーザが「欲しい」と主観的に考えるコンテキストの区間を同定することは容易で

はない。本論文では、ウェアラブルカメラを通して常にユーザの視点映像をリングバッファへと吸収している。このリングバッファによって、ユーザは拡張記憶を封入したいとシステムを操作した時点から過去・未来の任意の時刻までの映像を選択することができる。本研究では、ユーザは現在から最大 3 分まで過去に遡って拡張記憶を封入できる。

3.3 システム操作の機能

本研究では、ユーザがシステムを操作するために JogDial を採用した。JogDial は体験を拡張記憶として対象物へ封入・解放するための基本的な操作を行う。拡張記憶の基本的な操作を実現するために、JogDial では 2. で述べた封入・解放に追加して移動・複製・削除の基本動作群を用いて以下の 5 分類 6 種のモードを持つ。

- ENCLOSE: 拡張記憶を吸収し、対象物へ流し込むためのモードである。正確には、OENC と CENC という 2 種類のモードが存在する。OENC が対象物へ流し込みを行うのは、ENCLOSE の操作が行われる直前までにリングバッファへと一時的に吸収されていた拡張記憶である。CENC が対象物へ流し込みを行うのは、ENCLOSE の操作が行われた直後から現在のコンテキストを吸収し、拡張記憶としたものである。

- DISCLOSE: 対象物から拡張記憶を流し出し、放射するためのモードである。

- DELETE: 対象物に蓄積された拡張記憶を消去するモードである。このモードは、必要のない拡張記憶を誤って対象物へ蓄積した時、または後に不必要になった時に用いられる。

- MOVE: ある対象物へ蓄積させた拡張記憶を別の対象物へと移動させるためのモードである。このモードは、出先で手帳へ一時的に拡張記憶を蓄積しておき、自宅/会社へ戻ったときに拡張記憶を適切な対象物へと移動させるような場面で用いられる。

- COPY: ある対象物へ蓄積させた拡張記憶を他の対象物へと複製して蓄積するモードである。ある体験が複数の対象物と関連する場面はよく存在する。このモードは、ある野球の試合を体験とし、その体験で用いられたバットとミットのように、場面にあわせて拡張記憶を複数の対象物へ蓄積させる必要がある場面で用いられる。

4. 実験と実利用への展開

本章では、4.1 で基礎実験による提案概念と提案システムを評価し、これらの有効性を示す。また、4.2 で今後のシステム開発の方向性について述べる。

4.1 実験：記憶の整理・参照方式間の比較

著者らは、記憶を遍在化させるという行為において、提案概念または提案システムがユーザに与える影響を測定する実験を行った[14]。本研究では、提案システムとメモやフォトアルバムといった従来から存在する記憶を外在化する手法（記憶外在化手法）を比較して、提案システムでは体験を整理・参照するユーザの認知負荷が減少することを示す。また、実世界で体験を整理・参照する支援技術として提案システムが有効であることを示す。

本実験は以下の2つの調査を目的とする。

- 1) 従来の記憶外在化手法との比較による、提案システムが有する記憶外在化手法の特性調査
- 2) 従来の記憶外在化手法との比較による、提案システムの有効性調査

調査1)では、メモやフォトアルバムといった従来の記憶外在化手法と比較することによって、提案システムがどのような記憶外在化の特性を持つかを調査する。なお、記憶外在化の特性は記憶を外在化させる形態（メディア）が持つ属性を意味し、以降ではメディア属性と表現する。従来手法のメディア属性と提案システムのメディア属性が類似しているならば、ユーザは提案システムを従来手法と同様の感覚で利用することが可能である。逆に、提案システムのメディア属性が従来手法と異なるのであれば、ユーザは提案システムがユーザに与える特性に適応しなくてはならない可能性を持つ。調査2)では、従来手法と比較して記憶外在化の手法として提案システムが有効であるか否かを調査する。従来手法と比較して提案手法が有効である場合、本研究は実世界の対象物を直接利用するという記憶外在化の新たな形態を示すことになる。

本実験では、提案システムの特性と有効性を示すために、従来の記憶外在化手法と比較することで、メディア属性の類似性や体験を整理・参照する効率の差を明らかにする。比較条件として、一般的に利用される記憶外在化の手法であるメモ（記憶を記号的・図的に要約する手法）とアルバム（複数の記録を空間的に配置・整理する手法）を選択する。また、頭の中で体験を記憶するという暗記の条件を含めることで、比較

対象となる手法との差を明確にする。本実験では、対象物と基本情報（本実験では顔写真）の組み合わせを覚えると共に、被験者の行為、その行為により変化する情報を被験者に体験させることで、被験者の行為に依存するコンテキストを含んだ体験を想起させる課題を被験者に与える。

4.1.1 概要

本実験は被験者数24名で行った。記憶材料として、10個の身の回りの対象物、全ての被験者に馴染みのない10枚の顔写真（写真）、写真の4角の内一つの角を選択する行動、1から10までの2枚のトランプの組（キーワード）を使用した。記憶試行の手順を図8(a)に示す。1)被験者には最初に対象物と写真の組が与えられる。2)次に、被験者は写真の角を1つ選択する。3)被験者にトランプの組が提示される。1)~3)までの全過程を1つのコンテキストとして被験者に記憶してもらい、これを1記憶試行とし、1名の被験者に対し10記憶試行を繰り返し行う。全ての記憶試行が終了した後、再生試行（図8(b)に示す）が行われる。被験者には記録用紙と40人の顔写真リストが配布される。被験者は筆記で、リスト中で写真に割り当てられた番号、行動、トランプの組の数字を記入する。提案システムの特性を明確にするため、以下の4条件について比較実験を行った。

- C1: 何も用いず、被験者が頭の中だけで記憶（暗記）
- C2: 記憶試行中に参照した写真の顔特徴のみを筆記で記録し、再生試行時に参照可能（メモ条件）
- C3: 記憶試行中に参照した10組の写真リストが再生試行時に参照可能（アルバム条件）
- C4: 記憶試行中は暗記するだけだが、再生試行時に提案システムを利用し、被験者は対象物に触れることで対象物と組になっていた写真を参照可能（提案条件）

4.1.2 結果

表4は10個の質問に対する再生率を表している。Nは写真、行動、キーワードの全てが誤って再生された事象であり、P、B、Fはそれぞれ写真、行動、キーワードが正しく再生された事象を指す。文字に付いている'はその再生を誤ったことを示し、P、B、Fの正誤によってPB'F'のように表現した。たとえば、PB'F'は写真のみが正しく再生され、行動、キーワードを誤ったことを指す。この表に対して分散分析を行った結果、NとPB'F'とPについては各条件の間に有意差が見出された。P'BF'については各条件の間に有意な差はなかったが傾向は見出された。この他、以下の特徴が

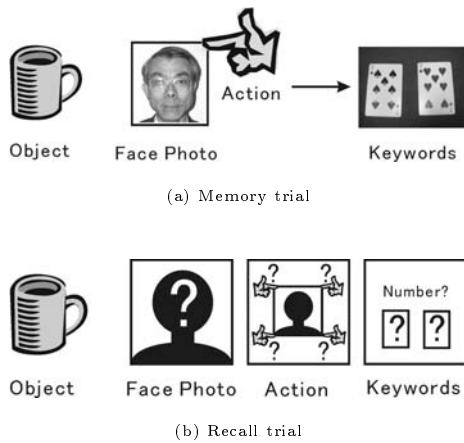


図 8 記憶の整理・参照方式間の比較実験における試行例
Fig.8 Trials examples for experiment 2

表 4 再生確率
Table 4 Recall rate

	C 1	C 2	C 3	C 4
N**	24.0%	31.0%	10.0%	2.0%
PB'F'	11.0%	8.0%	19.0%	19.0%
P'BF'	12.0%	9.0%	5.0%	3.0%
PBF'	23.0%	20.0%	32.0%	31.0%
P'B'F	8.0%	4.0%	3.0%	1.0%
PB'F	4.0%	9.0%	11.0%	19.0%
P'BF	5.0%	1.0%	3.0%	0.0%
PBF	13.0%	18.0%	17.0%	25.0%
P**	51.0%	55.0%	79.0%	94.0%
B	53.0%	48.0%	57.0%	59.0%
F	30.0%	32.0%	34.0%	45.0%

**p<0.001

見出された。図 9 は N, P, および以下の 3 特徴の結果を抽出し各条件ごとに整理したものである。

特徴 1: 行動またはキーワードを写真と関連付けずに再生させた組, P'B'F' と P'B'F と P'BF の結果の和 (C1: 21.7%, C2: 16.7%, C3: 10.8%, C4: 2.5%, $p < 0.001$) から, 条件が C 1 から C 4 へ移行するほどコンテキストの再生はメディア属性の影響を受けていることが確認できる。

特徴 2: 写真と行動を関連付けて再生させた組, PBF' と PBF の結果の和 (C1: 35.0%, C2: 38.3%, C3: 50.0%, C4: 52.5%, $p > 0.1$) から, 行動を再生する効果はメディア属性に関係なく影響が無いことが確認できる。

特徴 3: 写真とキーワードを関連付けて再生させた組, PB'F と PBF の結果の和 (C1: 18.3%, C2:

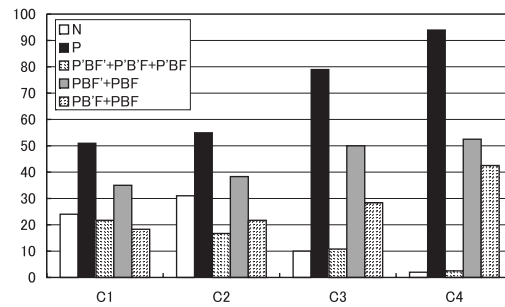


図 9 結果 N, P および 3 特徴データ
Fig.9 Results N, P, and three features

21.7%, C3: 28.3%, C4: 42.5%, $p < 0.05$) から, 条件が C1 から C4 へ移行するほど, 写真とキーワードを関連付けて再生していることが確認できる。

表 4 および図 9 の総合的な結果から, 提案システムは他のメディア属性と比較して, 人間にコンテキスト全体の結びつきを強めさせることで, 人間が再生可能な記憶の量を増加させていることが確認できる。特に, PBF' と PBF の結果の和 (特徴 2) が自らの行動が要因となる体験に関する記憶の成績であるのに対して, PB'F と PBF の結果の和 (特徴 3) は外部から与えられた状況が要因となる体験に関する記憶の成績であるので, 体験に付随する情報の再生可能な量を提案システムが増加させていることを確認できる。

本実験の結果から, 以下の 2 つの事実を確認した。

(T1) 実験における結果のデータパターン (有意差の有無や値) がメモ条件, 特にアルバム条件と提案条件間で類似していたことから, ユーザは提案システムを従来のメモやアルバムといった記憶外在化手法と類似した使い方をすると考えられる。

(T2) 実験における結果のデータパターンが類似しているにも関わらず, 提案条件の成績がコンテキストの再生において最も優れていたことから, 対象物から拡張記憶を直接整理・参照できる封入・解放という行為は記憶を効率良く外在化させるという観点において有効であると判断できる。

4.1.3 考察

本実験で得られた事実 (T1) および (T2) は, 従来の記憶外在化手法と比べて提案手法が記憶活動の支援に有効であることを示している。日常生活において覚えるべきルールが増えると, 人の作業負担は増加する。事実 (T1) は, 人の記憶活動を支援するようシステム

を設計したため、システムの導入によってユーザに特別な負荷をかけることなく従来の記憶外在化手法と同様に記憶の外在化が可能であることを意味する。また事実 (T2) は、メモやアルバムなど従来手法と比べ記憶を外在化させる効率が向上したことを意味する。

また、2.2 で『触れる』行為と『見る』行為を比較して、実世界の対象物を介して記憶を遍在化させる操作の実現形態として『触れる』行為が有効であることを示した。本実験結果や 2.1 における実験、2.2 における議論を総合的に判断して、対象物に『触れる』行為による記憶の遍在化という概念とその概念設計に基づいた試作システムは有用であると著者らは考える。

4.2 実利用への展開

本論文で試作したシステムにより、提案概念の基礎的な枠組みが動作している。ここでは、次段階として開発すべき点について述べる。考えられる開発項目は以下の 4 つがある。

- (1) 物理的な接触行為の拡張
- (2) 封入時におけるコンテキストの区間の選択
- (3) 解放時におけるコンテキストの選択
- (4) 拡張記憶を遍在化させる範囲・粒度の選択

第 1 に、本論文で提案する概念の実現で重要なことは、ユーザが拡張記憶を遍在化できる対象物を増加させることである。本研究では、重要な操作である『触れる』を現段階で実現するために、あらゆる対象物に RFID が貼り付けられている世界を想定してシステムを試作した。しかし、著者らは以下の 2 条件を満たすのであれば実現形式は何でも良いと考えている。第一に、触れている対象物を特定可能であること。第二に、あらゆる対象物に拡張記憶が封入可能であること。著者らは、RFID システムに限定せず、人が触れている対象物を同定できる複数デバイスの長所を選択的に利用することで、ユーザがより多くの対象物へと拡張記憶を遍在化できる世界を目指している。例えば、上岡らは ObjectCam という近接領域を簡便に抽出可能なカメラデバイスを採用し、手に把持した対象物を特定可能なシステムを開発している [15], [16]。

第 2 に、ユーザが封入させたいと考えるコンテキストの区間をシステムが認識することは重要である。本研究では、封入する拡張記憶の長さは拡張記憶を封入したいと考えた時点から最大 3 分までとしていた。しかし、一般的に人が封入したいと考えるコンテキストの長さは 3 分以内に限定されない。ユーザの望むコンテキストの封入範囲を簡便に決定するには、コンテキ

ストの区間をユーザの観点に合わせてシステムが自動的/半自動的に認識・区分できることが望ましい。著者らは、生体センサや運動センサを組み合わせることで、ユーザの状態を観測することで、ユーザの要求する拡張記憶の範囲を推定することを試みている [17], [18]。

第 3 に、蓄積された拡張記憶の数が膨大になる場面では、ユーザの要求に適した拡張記憶の再生候補を限定し提示できることが重要である。本論文では、蓄積された拡張記憶の再生候補群を JogDial 上の画面で全て表示していた。この問題の解決には、蓄積された膨大な拡張記憶群のマルチメディアデータや生体データからユーザの要求に適した拡張記憶の類似性をオンデマンドに計算できる手法が必要である。

第 4 に、人は一つの対象物のさらに詳細な部分に注目して体験を想起したり、複数の対象物の一つの対象とみなして体験を想起したりする。本研究では、拡張記憶を封入・解放させるための対象は一つの対象物に限られている。ユーザが注目する対象の粒度が変化するということの問題を解決するためには、場所や対象物の関係を計算可能な階層構造を事前に記述する方法が考えられる [19]。著者らは、ある状況でユーザが心理的に注目する対象の粒度を特定する技術課題と、ユーザが注目する対象の粒度とユーザが知覚するコンテキストとを自動的に一致させるという技術課題が、記憶の遍在化を実現するために重要だと考える。

5. 関連研究

本研究では、対象物を介して拡張記憶を封入・解放可能なシステムを RFID システムを用いて開発した。RFID を用いたシステムに国立民族博物館の「ものの広場」がある^(注3)。「ものの広場」では、RFID タグが埋め込まれた対象物を情報提示装置まで持って行くと、その対象物が扱われた当時の映像やその対象物の使用方法が提示される。つまり、「ものの広場」では対象物を情報アクセスのためのブラウザとして扱うことが主な目的であり、ユーザと目前の対象物自身との直接的な関係性について言及されていない。これに対し、Ubiquitous Memories システムでは、拡張記憶の封入・開放の操作手段としてユーザが対象物に『触れる』行為を提供している。つまり本研究では、ユーザと目前の“対象物自身”との直接的な関係性を重要視している。これにより、単に情報を参照するという使用法

(注3): <http://www.minpaku.ac.jp/exhibitions/permanent/materiatheque.html>

を越えて、個々の対象物に固有の拡張記憶を蓄積させることが対象物の固有化（付加価値）とより深い愛着心を生み出すと期待できる。

情報世界と実世界の対象物を関連付けることで、実世界の対象物を介して情報にアクセスしたり、他者とコミュニケーションを行ったりするという提案やシステムの試作が行われている [20], [21]。情報と実世界の環境とを関連付けるという部分は、拡張記憶を蓄積するメディアとして実世界の対象物を用いる本研究の考えと変わらない。しかしながら、本研究では拡張記憶の封入・解放の実現を目的とし、人の身体と対象物との物理的な接触を通じて拡張記憶を授受するという提案が主である。関連研究との差は、2.2 で『見る』行為と対比的に議論することで、『触れる』行為の有用性を示した。ユーザがメディアデータと人の記憶とを観念的に同一視できる状況の下では、ユーザが対象物に『触れる』ことで、あたかも電気や熱のように身体を通じて本来は目に見えない記憶を授受するという直感的なシステムの操作が期待できる。

6. む す び

本論文では、実世界の対象物を用いて記憶を遍在化させるシステム概念と実現手法を提案し、対象物に『触れる』ことで拡張記憶を封入・解放させる Ubiquitous Memories システムについて述べた。本システムは、身体と対象物との『触れる』という物理的な接触による操作で、人の記憶と拡張記憶とを観念的に同一視させるような操作を提供した。本論文で述べた機能以外にも、遍在化された記憶を複数のユーザ間で共有するために、著者らは拡張記憶の公開度・参照度という機能を実装している [22]。今後、さらなる機能実装と試用実験を繰り返すことで実用化に向けたシステム機能の強化と拡張を目指す。

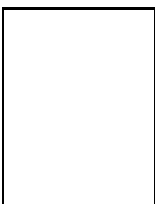
謝辞 本研究は、科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業（CREST）「高度メディア社会の生活情報技術」プログラムの支援によるものである。

文 献

- [1] M. Weiser, "The computer for the 21st century," *Scientific American*, pp.66-75, 1991.
- [2] B. Rhodes, N. Minar and J. Weaver, "Wearable Computing Meets Ubiquitous Computing: Reaping the Best of Both Worlds," *Proc. the 3rd IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC'99)*, pp.141-149, 1999.
- [3] M. Kidode, "Design and Implementation of Wearable Information Playing Station," *Proc. the 1st CREST Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing*, pp.1-5, 2002.
- [4] M. Lamming and M. Flynn, "Forget-me-not: Intimate computing in support of human memory" In *FRIEND21: International Symposium on Next Generation Human Interface*, pp.125-128, 1994.
- [5] T. Kawamura, Y. Kono, and M. Kidode, "Wearable Interfaces for a Video Diary: Towards Memory Retrieval, Exchange, and Transportation" *Proc. the 6th IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC2002)*, pp.31-38, 2002.
- [6] T. Jebara, B. Shiele, N. Oliver and A. Pentland, "DyPERS: Dynamic Personal Enhanced Reality System" MIT Media Laboratory Perceptual Computing Technical Report #463, 1998.
- [7] B. Rhodes, "The Wearable Remembrance Agent: a System for Augmented Memory" *Proc. the 1st IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC'97)*, pp.123-128, 1997.
- [8] 福原知宏, 河村竜幸, 松本文宏, 高橋徹, 寺田和憲, 松塚健, 武田英明, "Ubiquitous Memories: 実世界の物理的オブジェクトを用いた記憶外在化システム" 第 15 回人工知能学会全国大会予稿集, 2001.
- [9] P. Brown, "The Ethics and Aesthetics of the Image Interface" *Proc. ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, Vol. 28, pp.28-30, 1994.
- [10] E. Tulving and D. M. Thomson, "Encoding Specificity and Retrieval Processes in Episodic Memory" *Psychological Review*, Vol. 80, pp.352-373, 1973.
- [11] J. Healey and R.W. Picard, "StartleCam: A Cybernetic Wearable Camera" *Proc. the 2nd International Symposium on Wearable Computers (ISWC'98)*, pp.42-49, 1998.
- [12] R. Ueoka, K. Hirota and M. Hirose, "Wearable Computer for Experience Recording" *Proc. 11th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT2001)*, 2001.
- [13] 相澤清晴, 石島健一郎, 椎名誠, "ウェアラブル映像の構造化と要約: 個人の主観を考慮した要約の試み" *信学論 (D-II)*, vol.J86-D-II, no.6, pp.807-815, 2003.
- [14] T. Kawamura, T. Fukuhara, H. Takeda, Y. Kono, and M. Kidode, "Ubiquitous Memories: Wearable Interface for Computational Augmentation of Human Memory based on Real World Objects" *Proc. the 4th International Conference on Cognitive Science (ICCS2003)*, pp.273-278, 2003.
- [15] T. Ueoka, T. Kawamura, Y. Kono, and M. Kidode, "I'm Here!: a Wearable Object Remembrance Support System" *Proc. the 5th International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI2003)*, pp.422-427, 2003.
- [16] T. Ueoka, T. Kawamura, S. Baba, S. Yoshimura, Y. Kono, and M. Kidode, "Wearable Camera Device

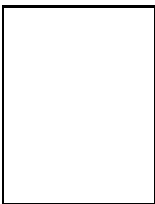
- for Supporting Object-Triggered Memory Augmentation” Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.46-53, 2004.
- [17] 村田賢, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “時系列マルチセンサ情報を用いた体験映像のセグメンテーション” 第17回人工知能学会全国大会, 2003.
- [18] S. Murata, T. Kawamura, Y. Kono and M. Kidode, “Supporting On-Demand Experience Segmentation in the Ubiquitous Memories Environment” Proc. the IEEE International Workshop on Robots and Human Interactive Communications (RO-MAN2004), 2004.
- [19] M. Beigl, T. Zimmer, and C. Decker, “A Location Model for Communicating and Processing of Context” Personal and Ubiquitous Computing, Vol.6, No. 5-6, pp.341-357, 2002.
- [20] 綾塚祐二, 厩本純一, 松岡聡, “UbiquitousLinks: 実世界環境に埋め込まれたハイパーメディアリンク” 情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会研究報告書 96-HI-67, Vol. 96, No. 62, pp.23-30, 1996.
- [21] J. Rekimoto, Y. Ayatsuka, and K. Hayashi, “Augment-able Reality: Situated Communication through Physical and Digital Spaces” Proc. the 2nd IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC'98), pp.68-75, 1998.
- [22] 村田賢, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “Ubiquitous Memories における複数ユーザ間での映像記憶共有方式” 情処研報, 2002-HI-100, pp.15-22, 2002.

(平成 x 年 xx 月 xx 日受付)



河村 竜幸 (正員)

1998 関西大学機械システム工学科卒 . 2000 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科修士課程了 . 2004 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士課程指導認定退学 . 2005 同大学助手 . ウェアラブル・ユビキタスコンピューティングによる拡張記憶の研究に従事 . 情報処理学会 , 人工知能学会 , ヒューマンインタフェース学会 , 認知科学会 , IEEE 各会員 . 博士 (工学) .



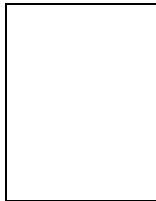
福原 知宏 (正員)

1997 図書館情報大学図書館情報学部卒業 . 1999 通信総合研究所西田結集型特別グループ研究員 . 2003 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士課程了 . 2003 年 4 月より科学技術振興機構社会技術研究システム研究員 . コミュニティ支援システムの研究に従事 . 情報処理学会 , 人工知能学会 , ACM 各会員 . 博士 (工学) .



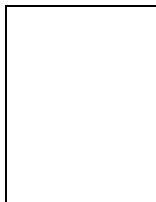
村田 賢

2002 大阪大学応用物理工学科卒 . 2004 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士前期課程了 . 現在奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士後期課程在学中 . 思考のデジタル化に興味を持つ . 情報処理学会会員 .



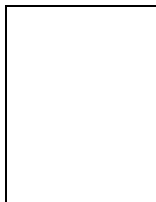
武田 英明 (正員)

1991 東京大学大学院工学系研究科博士課程了 . 1993 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科助手 . 1995 同大学院助教授 . 2000 国立情報学研究所助教授 . 2003 同教授 . 現在に至る . 総合研究大学院大学教授 (複合科学研究科情報学専攻) を併任 . 特に知識共有 , ネットワークコミュニティ , 実世界エージェントなどの研究に従事 . AAAI , 人工知能学会 , 情報処理学会各会員 . 工学博士 .



河野 恭之 (正員)

1989 大阪大学情報工学科卒 . 1994 同大学院基礎工学研究科博士課程了 . 同年 (株) 東芝入社 . 同社関西研究所研究主務などを経て , 2000 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科助教授 . 知的 CAI , マルチモーダル理解 , 音声対話 HI , 知的インタフェース , ウェアラブルインタフェースの研究に従事 . 情報処理学会 , 人工知能学会 , ヒューマンインタフェース学会 , 認知科学会 , IEEE , ACM 各会員 . 博士 (工学) .



木戸出正継 (正員)

1968 京都大学電子工学科卒 . 1870 同大学院工学研究科修士課程了 . 同年東京芝浦電気 (株) (現 (株) 東芝) 入社 . 総合研究所にてパターン認識・画像処理技術の研究開発 , そして総合企画部にて新規事業の推進 . その後 , 関西研究所 , マルチメディア事業推進室 , 東芝アメリカ社で技術開発と事業化に従事 . 2000 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科教授 . パターン理解 , ヒューマンインタフェース , 人間機械共存系の要素技術に興味 . 情報処理学会 , IEEE 各会員 . 電子情報通信学会 , 情報処理学会 , IAPR フェロー . 工学博士 .