

実世界対象物を利用した日常記憶支援の試み

河野恭之* 河村竜幸† 才脇直樹‡ 木戸出正継*
* 奈良先端科学技術大学院大学 † 大阪大学 ‡ 奈良女子大学

Human memory support systems employing real world objects

Y. Kono*, T. Kawamura†, N. Saiwaki‡ and M. Kidode*
*NAIST †Osaka University ‡Nara Women's University

Abstract— This paper presents the following two wearable interfaces for augmenting human memory: the "Ubiquitous Memories" and the "I'm Here!" The Ubiquitous Memories provides users with the functions for associating augmented memories with real world objects. The "I'm Here!" retrieves the last recorded augmented memory which contains the target object indicated by the user by automatically and continuously detecting objects held by the user.

Key Words: augmented memory, real world object, experience media, wearable computing

1 はじめに

本稿では、実世界対象物を利用したウェアラブル拡張記憶インタフェースへの筆者らの取り組みを紹介する。拡張記憶では計算機の記憶デバイスをあたかもユーザの外部記憶であるかのように扱う。すなわち、ユーザの日々の活動におけるコンテキストを計算機が保持しておき、その一部を再現してユーザの想起活動を促すことで、ユーザ自身の記憶領域が拡張したかのような支援を行う^{13, 17, 18}。一般にこの種のシステムは、ユーザが身体に装着したカメラなどのセンシングデバイスにより日常体験を記録しておき、その記録そのもの、もしくは記録を加工したものを場面に応じてユーザに提示することで体験想起を支援する。拡張記憶インタフェースの実現に際しては、計算機を身体に装着し常に動作させ、ユーザの日常活動を入力・記録すると共に、ユーザの置かれた様々な場所や時における状況を認識するために身体装着デバイスや環境中の様々なデバイスと連携するという意味で、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と親和性が高い。

従来提案されてきた拡張記憶・拡張現実感システムの多くでは、ユーザが頭部^{1, 8, 20, 21, 23}、肩部^{14, 19}あるいは胸部^{3, 5, 25}に入力デバイスとしてのカメラを装着する。また、日常生活で発生する状況に対してフィードバックを行う必要のあるアプリケーションにおいては、提示デバイスとしてユーザの顔面に HMD (Head-Mounted Display) を装備する。前者、すなわちカメラの装着は映像入力デバイスをユーザが上半身に装着すればユーザが「見た」一人称情報が獲得・蓄積でき、そのデータを再生することで比較的容易にユーザの体験を「再現」できることが理由であると考えられる。特にカメラを頭部に装着すればカメラの姿勢はユーザの顔向きの変化に同期して変化し、記録される映像は体験時にユーザが見た光景にほぼ一致する。

拡張記憶インタフェースが普及し日常的に使われるようになると、記憶を「蓄え」「取り出す」ためのトリガが必要となる。我々はこれまでに、人が日常生活を営む際に様々な場面で関わるモノ、すなわち実世界対象物をこのトリガとすることを提案し¹¹、複数の試作

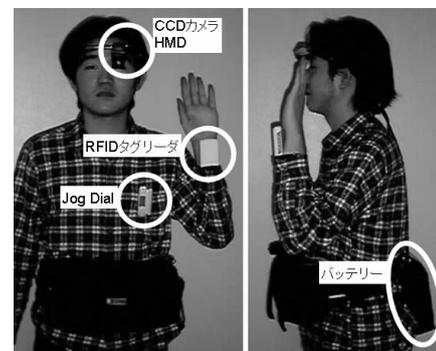


Fig. 1: Ubiquitous Memories.

システムを構築している。

2 Ubiquitous Memories

Ubiquitous Memories は、ユーザが記憶を整理するために拡張記憶の各要素を実世界に遍在する物理的対象と関連付ける機能を提供する拡張記憶インタフェースである⁹。実世界物体は、人にとって体験を思い出すトリガとなる機能を備えている^{6, 7}。また生物・無機物を問わない全てのものの中に靈魂もしくは霊が宿っているというアニミズム的な考え方が、古来より宗教・習俗の中に世界的に広く存在している。*Ubiquitous Memories* では人がモノに対して持つ自然な感覚を利用し、個々のモノに関連する身近な体験を「封じ込める」、すなわち対象物を遍在する対象物を体験記録メディアとして使うというメタファを採用している。そして人がモノに「触れる」という動作を「封じ込め(関連付け)」たり「解放し(閲覧し)」たりの操作のトリガとしている。このメタファを実現するために、実世界対象には RFID タグが埋め込まれている/貼り付けられているとし、ユーザは Fig.1 に示すように手首に小型 RFID タグリーダを装着しているとする。ユーザはまた、体験を「封じ込める」「コピーする」といった個々の操作に対応するオペレーションタグと呼ばれる特別な RFID タグをいくつか身に付けている。

実世界対象を用いた拡張記憶整理操作の基本手順を Fig.2 に示す。ある時、ユーザがある場の状況をその場に存在する実世界対象 X に貼り付けようとしたとする。

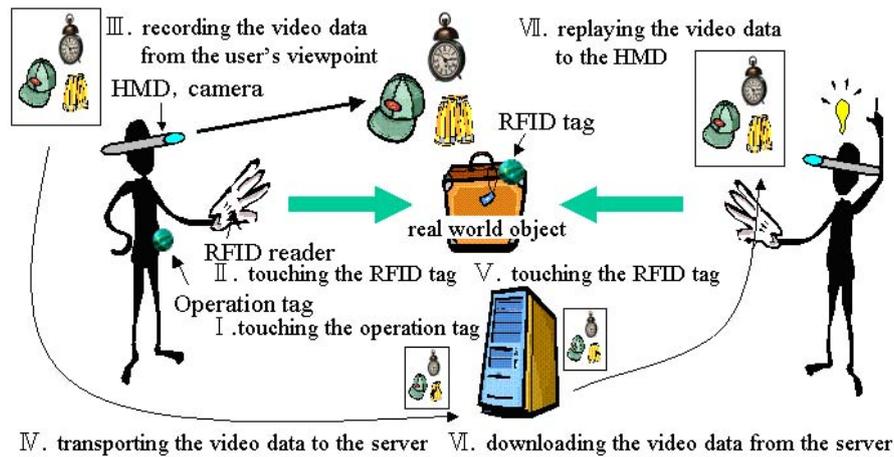


Fig. 2: Operations in Ubiquitous Memories.

その場合、ユーザはまず貼り付け操作に対応するオペレーションタグ(自分の身体)に触れる(I)。次にユーザは実世界対象 X に触れる(II)と X に埋め込まれ/貼り付けられている RFID タグの ID がリーダから読み込まれる。ユーザの頭部装着カメラから得られた映像が拡張記憶としてタグ ID と関連付けられ(III)、実世界対象 X を管理するサーバに無線 LAN 等のネットワーク経由でその拡張記憶が転送され蓄積される(IV)。

実世界対象 X に対応付けられた拡張記憶に参照しようとするユーザは、X に単純に触れる(V)と、同様にタグリーダが X のタグ ID を読み込む。システムは X を管理するサーバに拡張記憶要素の転送を要求し(VI)、ダウンロードされた拡張記憶要素がユーザの HMD に再生される(VII)。上記のような実世界対象に「触れる」という単純な操作構成により、拡張記憶の整理と参照が可能となっている。

検索された拡張記憶要素の再生中に上記の貼り付け操作が行われると、再生中の拡張記憶要素が貼り付け操作の対象となる。これにより、ユーザはある実世界対象と一旦関連付けた拡張記憶要素を再整理することが可能となる。また、本システムのユーザは他のユーザが貼り付けた拡張記憶要素を参照することができ、これにより拡張記憶の共有が実現されている。

体験の記録時、及び体験記録再生時における能動的なユーザオペレーションの必要性により、拡張記憶インタフェースの特性が異なると考えられる。*Ubiquitous Memories* では、システムへの取り込み(記録時)においても再生開始時においても、そのトリガをユーザが能動的に与えるためツールの役割を担う。システムの支援は最小限となるが、個々のユーザの目的・視点に応じて様々な使い方ができるため、適用範囲が広いと言える。*Time Machine Computing*¹⁶⁾ が広い意味ではこのカテゴリに分類される。

3 デザイン性を考慮したものの探し支援 IF

3.1 着用型ものの探し支援システム *I'm Here!*

我々が提案してきた *I'm Here!* は、ユーザのものの探し支援を行うウェアラブルシステムである^{23, 22)}。現代人の日常生活環境には数多くの物が存在している。人はそれらを利用することで、日常生活における様々なタスクを遂行している。その前準備としてのものの探しに手間取り、物(主に道具)を利用したタスクを行うま

でに時間を浪費する場面が日常生活で頻繁に発生する。一般のビジネスマンがもの探しのために浪費する時間は 1 年間に 150 時間であると言われる²⁾。このもの探しは主に手に持って移動可能な物体を、自分自身が最後に置いた場所を思い出せない場合、あるいは自分が設置した後で他人がそれを移動させた場合に発生するタスクである。*I'm Here!* は、1) 身体装着カメラによりユーザの視点に近い位置から撮影した視野映像を常時獲得すると共に、2) ユーザが物体を手を持っていればその把持物体が何であることを視野映像から常時認識し、その情報を視野映像と共に拡張記憶として蓄積しておき、3) ものを探す必要性が生じた際にユーザがシステムに探索対象物を指定すれば、システムは指定された物体が最後に認識された場面の視野映像を HMD に再生し、4) ユーザは対策対象物を視野内に含む提示映像の背景に映り込んでいる情報から撮影場所、すなわち探索対象物を最後に把持していた場所を推定することで日常生活におけるもの探しを支援する。

I'm Here! では観測フェーズにおける把持物体の認識を実時間で行うために、入力画像から背景領域を取り除いた把持物体領域画像を実時間で抽出する機能を有するカメラ *ObjectCam2* を用いている²⁴⁾。*ObjectCam2* は、カメラ正面に取り付けた赤外光源(赤外線 LED)を明滅させて獲得した複数枚の画像から反射赤外画像を生成することで、間接日光を受ける窓際環境でも安定して把持物体領域画像を獲得できる。

I'm Here! は常時獲得・記録されるユーザ体験を自動的にインデックス付けしておき、ユーザが明示的に与えたトリガに基づいて体験記録の検索を行い提示する形式のシステムである。探し物や要約といった系統のアプリケーションと親和性が高い^{1, 15)}。

3.2 衣生活に溶け込むデザインの提案と実装

3.1 節で概説した *I'm Here!* は、身体装着カメラの映像から把持物体を認識して体験記録を検索するための索引として用いるという構成により、室内や対象物にセンサや通信インフラを設置するなど環境側に手を加えることなく装着デバイスのみで動作するように設計されている。しかしながら、ユーザの頭部にカメラ、顔面に HMD といった現実の日常生活では奇異な外見を要求することはユーザの社会生活に深刻な打撃を与える上に、頭部を中心に重量物を装着すると首に負担が

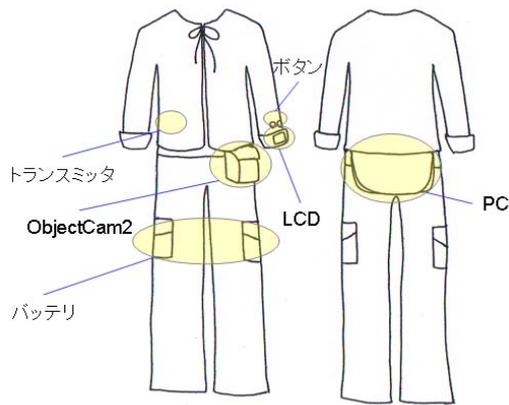


Fig. 3: Allocation of body-worn devices

かかるなど肉体的にも種々のしわ寄せが発生する．更に頭部は頻繁かつ高速に姿勢を変更するため，頭部装着カメラが捉えた映像の閲覧にはしばしば困難を伴う上に，人が無意識に把持物の設置を行う際には顔が把持物や設置位置を向いていないことがあるなどの問題がある．本節では，対象物の捕捉，設置行為・設置場所の認知という機能性ニーズを満たしながら，上記のように身体の負荷が少ないようにデバイス群を身体の各部位に配置すると共にファッション性を満たすというデザインニーズを満たす *I'm Here!* の身体装着機器の再検討，及び機器配置とデザインを示す．提案デザインにおける装着機器の配置を Fig.3 に，女性用衣装に実装したデザインを Fig.4 に示す．

日常生活に *I'm Here!* の機能を溶け込ませるためには，ユーザ本人がシステムの着用抵抗が少なく，また他人がその外観に違和感を抱かないことが求められる．我々は，もの探しというシステムの利用目的に合致する装着方式として，*ObjectCam2* を腰部のウェストバッグ内に収めることとした．右利きユーザを想定した場合，利き手である右手で物の把持・移動を行なうことが多いと考えられる．従って Fig.3 のようにカメラを腰の左サイドに配置し，レンズを逆サイドである右に向けて右手中心の映像を観測すれば対象物捕捉に有利と考えられる．腰部にカメラを装着すると，特に着席時に机上の物体を捉えられなくなるなど把持物体捕捉に支障をきたす場合がある．しかしながら物体の位置が大きく移動するのは歩行時がほとんどであると考えられるため，腰部装着によるデメリットは対象問題をもの探しに限定すればほとんどないと考えられる．また，腰部に身につけるファッションアイテムとしてベルトやウエストバッグ（ヒップバッグとも呼ぶ）が女性の間にも浸透してきており，着用にあたっての抵抗・違和感も少ないと考えられる．

Gemperle らは運動のしやすさや重量負担の観点から，腰部や大腿部が機器の配置に適していると報告している⁴⁾．ミニノート PC は，装着デバイスの中で最も専有面積が大きくかつ重量があるが，反面比較的薄い．そのためできる限り身体への負荷が少なく，かつ見た目の違和感の少ない配置として，*ObjectCam2* とは独立のヒップバッグを用意し，歩行時にも着席時にもユーザの邪魔にならないように背面側に配置した．*I'm Here!*



Fig. 4: Implementation of the proposed design

では *ObjectCam2* 駆動のためにソニー製インフォリチウムバッテリーを 4 個装備している．これらのバッテリーを上半身のジャケットや *ObjectCam2* のある腰部に配置するとボリューム感が増加する．このため，身体負担が少なく他者の視線に比較的安全にさらされにくい脚部に配置することとした．具体的にはパンツの大腿部にパッチポケットを備え，片足に 2 個ずつ収納した．これらのバッテリーは並列に結線されており，ユーザは立ったまま，またシステム動作を停止することなく個別に交換することができる．

メニュー及び提示画像を表示する小型液晶 TV は，腕時計と類似した閲覧感が得られるようにジャケット左袖口に，表示を確認しながら操作できるように操作ボタンも同じく左袖口に配置した．Fig.3 に示すようにジャケットのカフス部を折り返すデザインとし，折り返し部分にディスプレイサイズの窓ができるように縫製し，その窓に小型 TV をはめ込んでいる．小型 TV は UHF 帯の NTSC チューナーを備えると共にバッテリーを内蔵しており，トランスミッタを介してミニノート PC 出力を受信し表示する．操作スイッチは小型マウスの基板を流用した 2 ボタンのもので，PC 側ではマウスボタン操作として認識される．それぞれ「選択」（ボタン A）、「決定/削除」（ボタン B: シングル/ダブルクリック）」の機能を持つ．それぞれスイッチに対応する位置の表地側に被服用ボタンを配置し，ボタンを押すとスイッチが押されるようになっている．袖口からの配線はこの操作スイッチから PC の USB ポートに接続された 1 本のみである．

3.3 腰部装着カメラの評価

本研究では，我々がこれまでに提案・実装してきたもの探し支援を題材に，日常生活における把持物体捕捉・ユーザの場所認知の立場から日常生活記録用カメラの身体装着位置による違いを被験者実験により検証した¹²⁾．具体的には，前節において提案，実装した着用型もの探し支援システム *I'm Here!* の衣生活デザイ

ンを、機能性ニーズ、すなわち、A) 対象物の捕捉、B) 設置行為の認知、C) 設置場所の認知の観点から提案デザイン、特に腰部へのカメラ配置の有効性を被験者実験により示した。実験は大学内の一室で実施し、実験環境で日常を送る大学生と大学院生あわせて9名を被験者とした。本実験により、腰部装着カメラを用いた提案デザインは、把持物体捕捉率、行為認知率、場所認知率のいずれにおいてもこれまでの頭部装着型よりも好成績をあげることを確認した。

4 おわりに

本稿では、ウェアラブル拡張記憶インタフェースに関し記憶を蓄え、また取り出して閲覧するためのトリガとして実世界対象物を利用する我々の取り組みを紹介した。ひとつは実世界対象物を体験記録の依代として体験記録をユーザが操作できるようにする *Ubiquitous Memories* である。もうひとつはもの探しという機能ニーズを満足しながら衣生活に溶け込むためのデザインニーズをも追求した *I'm Here!* のデザインである。提案したもの探し支援服においては、対象物捕捉、行為認知、場所認知の観点から、腰部装着カメラの頭部カメラに対する優位性を確認した。この知見はもの探しという特定アプリケーションに限定されるものではなく、ユーザが手に把持するものを扱うウェアラブルアプリケーションに適用可能であると考えられる。今後、適切な身体装着カメラ視野角の検証¹⁰⁾における知見と合わせてより日常使用の可能性を高めたい。

参考文献

- 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生成の試み, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J86-DII, No. 6, pp.807-815 (2003).
- Davenport, L.: *Order from Chaos, Three Rivers Press, NY* (2001). (平石訳: 気がつくともがぐちゃぐちゃになっているあなたへ, 草思社, 2002)
- Gemmell, J., Williams, L., Wood, K., Bell, G., Lueder, R.: Passive Capture and Ensuing Issues for a Personal Lifetime Store, *Proc. CARPE2004*, pp. 48-55 (2004).
- Gemperle, F., Kasabach, C., Stivoric, J., Bauer, M. and Martin, R.: Design for Wearability, *Proc. IEEE 2nd International Symposium on Wearable Computers (ISWC1998)*, pp. 116-122 (1998).
- 廣瀬通孝, 広田光一, 上岡玲子: 装着型体験記録装置を用いた体験記憶再生方式に関する研究, 科研費特定領域「ITの深化の基盤を拓く情報学研究」, H17年度成果報告書, A03-25 (2006).
- Hoven, E.v.d. and Eggen, B.: Tangible Computing in Everyday Life: Extending Current Frameworks for Tangible User Interfaces with Personal Objects, *Proc. EUSAI 2004* (2004).
- Hoven, E.v.d.: Exploring Graspable Cues for Everyday Recollecting, *Proc. Pervasive 2004 Workshop on Memory and Sharing Experience*, pp.21-24 (2004).
- 伊藤禎宣, 岩澤昭一郎, 土川仁, 角康之, 間瀬健二, 片桐恭弘, 小暮潔, 萩田紀博: 装着型体験記録装置による対話インタラクションの判別機能実装と評価, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 7, No. 1, pp. 167-178 (2005).
- 河村竜幸, 福原知宏, 村田賢, 武田英明, 河野恭之, 木戸出正継: 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, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J-88-D-I, No.7, pp.1143-1155 (2005).
- 河村竜幸, 上岡隆宏, 河野恭之, 木戸出正継: ユーザ視点映像を用いた物探し支援に適したカメラ視野角の分析, 人工知能学会第20回全国大会論文集, 2F1-5 (2006).
- Kono, Y., Kawamura, T., Ueoka, T., Murata, S., and Kidode, M.: Real World Objects as Media for Augmenting Human Memory, *Proc. MU³I2004 (Workshop on Multi-User and Ubiquitous User Interfaces)*, pp.37-42 (2004).
- 河野恭之, 三宅祐子, 才脇直樹, 河村竜幸, 木戸出正継: 物探し支援ウェアラブルシステムのためのカメラ装着位置の検討, 情処研報, 2006-HI-118, pp.31-38 (2006).
- Lamming, M. and Flynn, M.: Forget-me-not: Intimate Computing in Support of Human Memory, *Proc. FRIENDS21: International Symposium on Next Generation Human Interface*, pp. 125-128 (1994).
- Mayol, W.W., Tordoff, B. and Murray D.W.: Wearable Visual Robots, *Proc. IEEE 4th International Symposium on Wearable Computers (ISWC2000)*, pp. 95-102 (2000).
- 長崎健, 戸田真志, 川嶋稔夫: 日常生活における行動記録映像の構造化, 電子情報通信学会技術研究報告 PRMU, pp.109-114, Dec. 2002.
- 暦本純一: Time-Machine Computing: 時間指向ユーザインタフェースの提案, ソフトウェア科学会 WISS99 論文集 (インタラクティブシステムとソフトウェア VII, 近代科学社) (1999).
- Rhodes, B.: The Wearable Remembrance Agent: a System for Augmented Memory, *Proc. IEEE 1st International Symposium on Wearable Computers (ISWC97)*, pp.123-128 (1997).
- Rhodes, B.: Using Physical Context for Just-in-Time Information Retrieval. *IEEE Trans. Computers*, Vol.52, No.8, pp.1011-1014 (2003).
- Sakata, N., Kurata, T., Kato, T., Kouroggi, M. and Kuzuoka, H.: WACL: Supporting Telecommunications Using Wearable Active Camera with Laser Pointer, *Proc. IEEE 7th International Symposium on Wearable Computers (ISWC2003)*, pp. 53-56 (2003).
- Schiele, B., Jebara, T. and Oliver, N.: Sensory-Augmented Computing: Wearing the Museum's Guide, *IEEE Micro*, Vol. 21, No. 3, pp. 44-52 (2001).
- 角康之, 伊藤禎宣, 松口哲也, Sidney Fels, 間瀬健二: 協調的なインタラクションの記録と解釈, 情処学論, Vol. 44, No. 11, pp. 2628-2637 (2003).
- Ueoka, T., Kawamura, T., Kono, Y. and Kidode, M.: I'm Here! : A Wearable Object Remembrance Support System, *Proc. MobileHCI2003 (5th International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services)*, pp. 422-427 (2003).
- 上岡隆弘, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継: I'm Here! : 物探しを効率化するウェアラブルシステム, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 6, No. 3, pp. 19-30 (2004).
- Ueoka, T., Kawamura, T., Baba, S., Yoshimura, S., Kono, Y. and Kidode, M.: Wearable Camera Device for Supporting Object-Triggered Memory Augmentation, *Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing*, Arlington, VA, (2004).
- Yamazoe, H., Utsumi, A., and Hosaka, K.: A Body-mounted Camera System for Capturing User-view Images without Head-mounted Camera, *Proc. IEEE 9th International Symposium on Wearable Computers (ISWC2005)*, pp. 114-121 (2005).