

体験メディアの構築に向けて：体験の記録・利用の技術動向

Towards Experience Medium: Technical Survey for Record and Utilization of Experiences

角 康之*¹ 河村 竜幸*²
Yasuyuki Sumi Tatsuyuki Kawamura

*¹ 京都大学大学院 情報学研究科
Graduate School of Informatics, Kyoto University

*² 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

We expect to realize a so-called “experience medium” where we can exchange our experiences directly in coming ubiquitous computing era. The experience medium is a medium for capturing, interpreting, and creating our experiences. This paper overviews social requirements, technologies, and future directions of research towards the experience medium.

1. はじめに

我々人間には、感動や知識を他人と共有したいという本能があるようだ。これまでも、知識や感動を伝え合うために、本、新聞、ラジオ、テレビといった様々なメディアを利用してきた。昨今のインターネットの普及は、瞬時に時空間を超えたコミュニケーションを可能にし、誰もが気軽に知識や感動を発信できるようになった。

しかしこれらのメディアは、言語表現に大きく頼っている。発信者は、基本的に自分の感動や知識を言語化する必要がある。したがって、現在のメディア技術だけでは、発信者の感動が十分に伝わらなかつたり、知識が身に付かないという限界がある。

そこで近年、感動や知識の源泉である「体験」そのものを伝達し合えるメディア技術、つまり、我々の五感に近い状態で体験を記録・解釈し、共有と再利用を支援するための技術の開発への興味が急速に高まっている [1, 2]。筆者が気づいた範囲でも、以下に挙げたような学術活動が行われている。

- 総務省主催の「五感情報通信技術に関する調査研究会」(2000年12月から2001年6月)*¹
- DARPA Lifelog Program (2003年)*²
- UK CRC Grand Challenge “Memories for Life” (2003年)*³
- MIT Workshop on Attention and Memory in Wearable Interfaces (2003年)*⁴
- ATR主催の Ubiquitous Experience Media ワークショップ (2003年9月*⁵, 2005年10月*⁶)

- NTT、産業技術総合研究所、東京大学共催の「体験記録とその応用シンポジウム」(2004年3月, 2005年3月)*⁷
- Pervasive 2004 Workshop on Memory and Sharing of Experiences (2004年4月)*⁸
- ACM主催の CARPE (Capture, Archival and Retrieval of Personal Experiences) ワークショップ (2004年10月, 2005年11月, 2006年10月)*⁹
- 第19回人工知能学会全国大会における「体験記録とその応用」特別セッション (2005年6月)*¹⁰
- ISWC 2005 (The Ninth IEEE International Symposium on Wearable Computers)*¹¹における Recording Experiences セッション (2005年10月)
- システム制御情報学会誌 (第50巻・第1号)「体験の記録・利用とその意義特集号」(2006年1月)*¹²
- 第20回人工知能学会全国大会における「体験メディア」特別セッション (2006年6月)*¹³

以下、体験を記録・利用について、社会的要求と技術動向の両面から展望する。

2. 体験を記録・利用する意義

そもそも、体験を記録し、それを利用する意義とは何であるうか。ここではまず、社会的な要求や学術的意義について見てみる。

連絡先: 角 康之, 京都大学情報学研究科,
<http://www.ii.ist.i.kyoto-u.ac.jp/~sumi>

*¹ http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/gokan_index.html

*² <http://www.darpa.mil/ipto/programs/lifelog/>

*³ <http://www.memoriesforlife.org/>

*⁴ <http://www.media.mit.edu/wearables/workshop/>

*⁵ <http://www.mis.atr.jp/uem2003/>

*⁶ <http://www.mis.atr.jp/iswc-uem2005/>

*⁷ http://www.cyber.rcast.u-tokyo.ac.jp/archive/sympo_2005.html

*⁸ <http://www.ii.ist.i.kyoto-u.ac.jp/~sumi/pervasive04/>

*⁹ <http://www.sigmm.org/Members/jgemmell/CARPE/>

*¹⁰ <http://www-kasm.nii.ac.jp/jsai2005/schedule/session-46.html>

*¹¹ <http://www.cc.gatech.edu/ccg/iswc05/>

*¹² <http://www.iscie.or.jp/journal/journal50.html>

*¹³ <http://www.jaist.ac.jp/jsai2006/program/session-36.html> および [session-56.html](http://www.jaist.ac.jp/jsai2006/program/session-56.html)

2.1 思い出の記録と共有

人には多かれ少なかれ、自分の人生や思い出を記録したい気持ちがある。野島 [3] は、思い出は過去に閉じた話ではなく、今と未来にとって重要な情報であると言う。そして、自分とは何なのか、何になりたいのか、何を考えているのかを振り返るのに、思い出は極めて良い手がかりになるとも言っている。社会や国家が歴史から学ぶように、人も記憶や思い出から学び、未来を創るのである。

思い出は個人的な情報である。その一方で、我々は思い出を他人と共有したいという感情を持っている。思い出は、人間関係やコミュニケーションを活発にするようである。実際、つい最近までは、日記は極めて個人的なものであり、他人に見せるものではないと思っていたのだが、昨今のウェブ日記やウェブログの普及は目覚ましい。山下ら [4] は、ウェブログは、自己理解、自己表現の満足感、読み手からのフィードバックによる心理的満足感を満たす効果があると言っている。最近のウェブログはさらに、コミュニケーション・ツールからソーシャル・ネットワーキングへ発展しており、日記（日々の記録）を介したコミュニケーションへの社会的要求は高いようである。

2.2 体験を通じた知識共有

組織や地域には、言葉で表現するのは難しい常識や了解、ノウハウがある。技と呼ばれるものは、言葉や頭での理解よりも、身体で覚える（身につける）ものである。そういった知識を Polanyi [5] は「暗黙知」と呼んだ。

暗黙知は本を読んだり授業を受けて身に付くものではなく、体験を通して得られるものであると考えられており、そのために徒弟制度やグループ活動は重要である、と言われている。例えば、成功する企業は組織内の体験の知識化、知識の身体化のプロセスを重視している [6] とか、教育・学習の現場では暗黙知や状況に埋め込まれた学習の重要性 [7] が言われてきた。

かと言って、徒弟制度や体験に身を委ねたくても、自分の身体は一つしかないし、時間的な限界もある。したがって、体験を記録し、自分や他人の体験を追体験したり、そこから新たな体験を生み出すことができるような技術への期待が高まっている。

2.3 記憶の理解と支援

我々は特別な最先端技術を使わなくても、日々、自分の脳や身体を用いて、過去の体験を記憶し、再利用している。しかし、脳科学者の Schacter [8] によると、記憶には7つのエラー、つまり、物忘れ (transience)、不注意 (absentmindedness)、妨害 (blocking)、混乱 (misattribution)、暗示 (suggestibility)、書き換え (bias)、つきまとい (persistence) といった不具合がある。つまり、記憶は情報をそのまま記録するカメラではなく、脳は無意識のうちに、過去の出来事を現在の感情や知識に従わせることで記憶を編集している、と言う。さらに面白い考え方として、これらの記憶のエラーは、人が健康に生きていくために心の適応性が生んだ副産物である、と言っている。

そうであるなら、正確に体験を記録し再生を行うシステムや、記憶の編集を支援するシステムが実現したとき、それらは適当な記憶のエラーを持った我々人間とどのように共生していくのか、ということは実用的にも学術的にも興味深い。

3. 体験を記録・利用するための技術

この章では、技術の側面から体験の記録と利用について、研究事例を挙げながら概観してみる。

3.1 体験記録のためのウェアラブル・ユビキタス技術

Vannevar Bush は第二次世界大戦直後に、これからの科学技術が進むべき方向の一つは、人間の思考を拡張する機械を創出することだと主張した [9]。彼自身は将来あるべきシステムの夢を示したに過ぎないが、そこには、思考活動を直感的に支援するためのデスクトップメタファ、目にするすべてを記録するためのウェアラブルカメラ、それらを高速に検索・閲覧するためのハイパーテキスト等の基本アイデアが示されており、その後の情報通信技術の発展を的確に予測していた。

Microsoft の MyLifeBits プロジェクト^{*14} は、Bush の描いたビジョンの実現を目指し、個人が目にする映像、ドキュメント、電子メール、Web コンテンツ等を徹底的に記録し、それらを検索する技術を開発している。

最近では、デジタルカメラ、カメラ付き携帯電話、ボイスレコーダが普及し、誰もが日常的にイベント、旅行、会議等を記録するようになってきた。しかし、いつもカメラを構えているとは限らないため、ここぞと言うシーンを記録し損ねてしまうことが多い。そこで、頭部装着、もしくは首からかけたカメラで常に映像を記録し、ウェアラブルコンピュータにそのデータを記録しようという試みが多くなされている [10, 11, 12, 13]。そこでの課題は、大量に取り貯めた映像や音声に、いかにしてインデックスを付与して意味のあるシーンのみを残すか、ということである。そのために、画像認識によるシーン検出、GPS (Global Positioning System) 等を利用した位置のインデックス付与、各種センサ (明かり、動き、温度等) による周辺状況情報の付与などが検討されている。

多くの体験記録システムが一人称視点の映像や音声記録のアプローチをとっているのに対し、角ら [14] は、体験を複数人による協調活動ととらえ、環境センサとウェアラブルセンサを組み合わせ、同一シーンを、一人称 (自分自身の装着センサ)、二人称 (話し相手の装着センサ)、三人称 (環境センサ) で記録・解釈するシステムを提案した。

3.2 体験の状況認識・インデキシング

記録された体験データの検索性を高めるために、様々なセンサを利用してインデックスを付与し、体験シーンの状況を認識する試みがなされてきた。Forget-me-not [15] はその先駆的な研究であり、赤外線センサによる人の位置取得や、コンピュータ、電話の利用状況などの情報を利用し、オフィス内での人々の活動状況や人間関係を記録・理解するシステムを提案した。

近年は各種センサが小さく安価になってきたため、大量のセンサのネットワークにより、環境の状況を理解しようという試みが多くなされている [16]。特に加速度センサはよく利用されており、例えば、人の行動パターンや忙しさを認識する技術 [17] 等が開発されている。

上記の研究事例は、主に外部から観測可能な情報を利用して環境状況や人の意図の理解を目指したものであったが、人の心理的な状況を理解することを目的として生理データを利用する試みもなされている。例えば、StartleCam [18] は皮膚電位の変化でハッとした瞬間をとらえることにより、重要なシーンをカメラ撮影する。

状況認識で重要なことは、センサから得られる一次情報から高次のパターンを見いだすことである。例えば、Clarkson [19] は、上体前後をとらえるカメラ、マイク、ジャイロを組み合わせたウェアラブルセンサセットを継続的に利用し、日常のパターン、つまり、食事、通学、会話等のシーンを自動識別可能

*14 <http://research.microsoft.com/research/barc/MediaPresence/MyLifeBits.aspx>

であることを示した。また、Ashbrookら [20] は、大量の GPS データから街の中での行動パターンや意味のある位置 (ランドマーク) を学習する手法を開発した。

3.3 体験共有のためのコミュニケーション支援

体験の記録・利用を個人の中に閉じるのではなく、興味やイベントを共有するコミュニティ内でのコミュニケーションとしてとらえた研究プロジェクトが多く存在する。従来、グループウェアや知識マネジメントでは組織内での言語化された知識の共有支援が主な対象とされてきたが、昨今のモバイル技術、Web 技術、VR (仮想現実) 技術などの発展に伴い、言葉で表現された知識だけでなく、実空間もしくは仮想空間での体験共有を支援する試みに発展している [21]。

実空間、特に街中での体験共有支援の試みとして、特に日本では、カメラ機能や GPS レシーバが搭載された携帯電話が普及していることもあり、位置に基づいたコミュニケーション支援システムが多く提案されてきた。例えば、時空間に情報を貼り付けることによる情報共有支援システム SpaceTag [22]、GPS カメラ付き携帯電話を利用した写真共有システム時空間ポエマー [23] や場 log^{*15} [24]、地図情報にコメントや写真などを関連づけることによる緩いコミュニケーション支援システム地図帳.org^{*16}、写真投稿のゲーム化による体験共有支援システム [25] などが試作されてきた。

角ら [26, 27] は、研究発表会、博物館見学、学会イベントなどを想定し、参加者同士の体験共有を促す「体験メディア」の構築を提案している。体験メディアとは、体験の記録、解釈、共有、創造を支援するメディアのことであり、ユーザ間で体験データを再利用することで、より良い体験を協調的に紡ぎ出すためのシステムである。具体的には、体験シーンに参加した複数人の視点映像を利用したビデオサマリや 3 次元仮想空間の再生、特定の展示エリアで交わされた会話シーンを再生することによる分身プレゼンテーション、複数ユーザの見学履歴情報の協調フィルタリングによる展示ガイドとガイドロボットなどのアプリケーションを試作している。

複数参加者による多様な視点を交換し合うことは、協調学習へも効果があると期待される。岡田ら [28] は、フィールド学習に、仮想空間を経由して互いの視点映像を交換し合うことができるシステムを導入し、学習者間で学習対象に対する気付きや探求が促進されることを確認した。

モバイルと無線ネットワーク技術の発展のお陰で、イベント参加者間で体験と並行してオンライン・チャットを楽しむ、という試みが増えてきた。ソフトウェア科学会主催のシンポジウム WISS^{*17} では、発表会場でのチャット [29] が定着しており、近年では関連イベントでも似たような試みが広がっている。会場での雰囲気や盛り上がりが目瞭然になる、発表に関する疑問を発表途中から聴講者の間で共有できる、聴講者の専門知識の差を補い合うことができる、といった効果があり、より濃密な体験共有の手段として、ユニークな試みである。

3.4 日記とアルバム - 体験の編集

体験データと言うと、つい映像や音声などのマルチメディアデータにばかり目がいってしまうが、体験を効率的に要約し、見所を顕在化する意味で、言葉による表現は強力である。また、大量のデータも、編集がされなくては無駄なゴミになりかねず、編集を通して追体験、再体験が促される効果もある。

美崎 [30] は、日々何百枚という写真を撮影し、それをスライドショーにより受動閲覧することで、自分の体験を追体験することを試みている。そして、通常の日記に加え、写真閲覧からよみがえった記憶を過去日記に書き加え、体験をハイパーテキスト化している。自分自身の体験を徹底的に再利用する、希有な試みである。

自分の体験を見直すと言うことは、自分自身を理解すること、自分自身を取り戻すことに寄与するようである。桑原ら [31] は、認知症者の心理的安定に思い出ビデオを用いることの効果がかめられていることを受け、思い出写真から手軽に思い出ビデオを作成できるオーサリングツールを開発し、その効果を確認した。

体験は、語ること、編集することで初めて組織化される。そう言った意味では、体験を語ることは、語り手と聞き手の共同行為である [32]。Lin ら [33] は、大量の体験データからシーン抽出を自動化し、体験を他の人に語るためのオーサリングと語る行為そのものを支援するインタフェースの開発を試みている。

日記と言うと基本的には個人的なものであり、他人に見せるものではないという考えがあった。しかし、角ら [34] は体験日記を他人と見せ合うことが、より有意義な体験を生み出すきっかけになると考え、展示ガイドシステムの一環で体験日記を自動生成するシステムを提案し、体験の口コミの手段として、また、新たな体験を促すガイドとしての体験日記システムの可能性を考察している。

3.5 モノを介した思い出・記憶の記録と想起支援

体験に伴う記憶や思い出は、我々の脳の中に孤立しているわけではない。モノや状況に、記憶や思い出が宿り、想起を促してくれる場合が多い。新垣ら [35] は、我々が家庭でどれだけのモノに囲まれており、それが思い出とどう関係するのかを議論した。

暦本ら [36] は、視界に入ったモノに対して音声メモやタイピングメモを「貼り付ける」ことができるウェアラブルインタフェースを試作し、個人やグループ内の知識流通に利用することを提案した。また、下手な意味のインデクスよりも時間による情報整理が強力であることを主張し、Time-machine mode と呼ばれる情報閲覧インタフェースを提案した。

河村ら [37] は、RFID タグを利用し、モノに触れることにより連想的な記憶や思い出を記録・抽出するシステムを提案した。

4. おわりに

体験の記録と利用について、社会的ニーズと技術的シーズの両面から現状を展望した。体験の記録と利用は、知識処理、グループウェア、モバイル・ウェアラブル・ユビキタス技術、メディア処理技術といった情報通信技術の流れを汲みつつ、脳科学、認知科学、社会科学、医療などにまたがる学際的研究分野である。技術の可能性を追求するだけでなく、社会システムとしての影響や可能性を見極めていく必要がある。最後に、今後の重要な課題と思われるものを列挙しておく。

- 記録から記憶へ：ただ記録するのではなく、記憶を紡ぎ、支援するシステムを構築する。
- 体験共有のガバナンス：体験データを共有するにあたっての社会的規範 (プライバシー、セキュリティ、アドホックなコミュニティの形成、データの分散共有方式等) を構築する。

*15 <http://www.balog.jp/>

*16 <http://www.pitecan.com/Mapmania/>

*17 <http://www.wiss.org/>

- 記録する権利と忘れる権利のバランスを探求する。

参考文献

- [1] Ramesh Jain. Digital experience. *Communications of the ACM*, Vol. 44, No. 3, pp. 38–40, 2001.
- [2] 萩田紀博. 新たな感動や体験を生み出すメディアの創出をめざして. *ATR Journal*, No. 46, pp. 14–17, 2002. http://results.atr.jp/atrj/ATRJ_46/14/abstract.cgi.
- [3] 野島久雄. 思い出工学. 野島久雄, 原田悦子 (編), <家の中>を認知科学する, 第12章, pp. 269–288. 新曜社, 2004.
- [4] 山下清美, 川浦康至, 川上善郎, 三浦麻子. ウェブログの心理学. NTT出版, 2005.
- [5] Michael Polanyi. *The Tacit Dimension*. Routledge & Kegan Paul Ltd., London, 1966. 佐藤敬三訳: 暗黙知の次元, 紀伊國屋書店, 1980.
- [6] Ikujiro Nonaka and Hirotaka Takeuchi. *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, 1995. 梅本勝博訳: 知識創造企業, 東洋経済新報社, 1996.
- [7] Jean Lave and Etienne Wenger. *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press, 1991. 佐伯胖訳: 状況に埋め込まれた学習 – 正統的周辺参加, 産業図書, 1993.
- [8] Daniel L. Schacter. *The Seven Sins of Memory: How the Mind Forgets and Remembers*. Houghton Mifflin, 2001. 春日井晶子訳: なぜ、「あれ」が思い出せなくなるのか, 日本経済新聞社, 2002.
- [9] Vannevar Bush. As we may think. *The Atlantic Monthly*, Vol. 176, No. 1, pp. 101–108, July 1945.
- [10] Steve Mann. Humanistic computing: “WearComp” as a new framework for intelligence signal processing. *Proceedings of the IEEE*, Vol. 86, No. 11, pp. 2123–2151, 1998.
- [11] Ryoko Ueoka, Koichi Hirota, and Michitaka Hirose. Wearable computer for experience recording. In *Proceedings of The 11th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT 2001)*, 2001.
- [12] Kiyoharu Aizawa, Tetsuro Hori, Shinya Kawasaki, and Takayuki Ishikawa. Capture and efficient retrieval of life log. In *Pervasive 2004 Workshop on Memory and Sharing of Experiences*, 2004.
- [13] Jim Gemmell, Lyndsay Williams, Ken Wood, Gordon Bell, and Roger Lueder. Passive capture and ensuing issues for a personal lifetime store. In *Proceedings of The First ACM Workshop on Continuous Archival and Retrieval of Personal Experiences (CARPE 2004)*, pp. 48–55, 2004.
- [14] 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. 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 11, pp. 2628–2637, 2003.
- [15] Mik Lamming and Mike Flynn. “Forget-me-not” Intimate computing in support of human memory. In *Proceedings of International Symposium on Next Generation Human Interface '94*, pp. 150–158. FRIEND21, 1994.
- [16] 安藤繁, 田村陽介, 戸辺義人, 南正輝 (編). センサネットワーク技術 – コピキタス情報環境の構築に向けて. 東京電機大学出版局, 2005.
- [17] Nickey Kern and Bernt Schiele and Holger Junker and Paul Lukowicz and Gerhard Tröster and Albrecht Schmidt. Context annotation for a live life recording. In *Pervasive 2004 Workshop on Memory and Sharing of Experiences*, 2004.
- [18] Jennifer Healey and Rosalind W. Picard. StartleCam: A cybernetic wearable camera. In *The 2th International Symposium on Wearable Computers (ISWC'98)*. IEEE, 1998.
- [19] Brian P. Clarkson. *Life Patterns: Structure from Wearable Sensors*. PhD thesis, MIT Media Lab, 2002.
- [20] Daniel Ashbrook and Thad Starner. Learning Significant Locations and Predicting User Movement with GPS. In *The 6th International Symposium on Wearable Computers (ISWC 2002)*, pp. 101–108. IEEE, 2002.
- [21] 特集「コミュニティ支援システムの実践」. 人工知能学会誌, Vol. 18, No. 6, pp. 629–681, 2003.
- [22] 垂水浩幸, 森下健, 中尾恵, 上林弥彦. 時空間限定型オブジェクトシステム: SpaceTag. 安村通晃 (編), インタラクティブシステムとソフトウェア VI (WISS'98), pp. 1–10. 日本ソフトウェア科学会, 近代科学社, December 1998.
- [23] 上田紀之, 中西泰人, 本江正茂, 松川昌平. 時空間ボエマー: GPSカメラケータイを用いた WebGIS の運用実験とその評価. *インタラクシオン 2004*, pp. 145–152. 情報処理学会, 2004.
- [24] 上松大輝, 沼見介, 徳永徹郎, 大向一輝, 武田英明. 場 log: Weblog 環境における位置情報利用の提案. 人工知能学会セマンティックウェブとオントロジー研究会, Vol. SIG-SWO, No. A401, 2004.
- [25] 大高雄介, 角康之, 西田豊明. 写真投稿のゲーム化による体験共有支援. *エンタテインメントコンピューティング 2005*. 情報処理学会, 2005.
- [26] 角康之, 間瀬健二, 小暮潔, 土川仁, 片桐恭弘, 萩田紀博, 伊藤禎宣, 岩澤昭一郎, 中原淳, 神田崇行. コピキタス環境における体験の記録と共有. *システム制御情報学会誌「システム/制御/情報」*, Vol. 48, No. 11, pp. 458–463, 2004.
- [27] 角康之. 映像と音声のコラージュによる体験のウェアネス支援. *日本バーチャルリアリティ学会誌*, Vol. 10, No. 2, pp. 83–87, 2005.
- [28] 岡田昌也, 山田暁通, 吉田瑞紀, 垂水浩幸, 粥川隆信, 守屋和幸. 現実・仮想経験拡張型システム DigitalEE II による協調型環境学習. 情報処理学会論文誌, Vol. 45, No. 1, pp. 229–243, 2004.
- [29] Jun Rekimoto, Yuji Ayatsuka, Hitoraka Uoi, and Toshifumi Arai. Adding another communication channel to reality: An experience with a chat-augmented conference. In *CHI'98 Conference Summary*, pp. 271–272. ACM, 1998.
- [30] 美崎薫, 河野恭之. 「記憶する住宅」 – 55 万枚のデジタルスキャン画像の常時スライドショー・ブラウジングによる過去記憶の甦りの実践. *インタラクシオン 2004*, pp. 129–136. 情報処理学会, 2004.
- [31] 桑原教彰, 桑原和宏, 安部伸治, 須佐見憲史, 安田清. 写真のアンテーションを活用した思い出ビデオ作成支援. 人工知能学会論文誌, Vol. 20, No. 6, pp. 396–405, 2005.
- [32] やまだようこ (編). 人生を物語る. ミネルヴァ書房, 2000.
- [33] Norman Lin, Kenji Mase, Yasuyuki Sumi, and Tomoji Toriyama. Enabling communication-based interactive storytelling through a tangible mapping approach. In *International Conference on Virtual Storytelling 2005*, 2005.
- [34] 角康之, 保呂毅, 三木可奈子, 西田豊明. 体験共有コミュニケーションを促すガイドシステム. 第 19 回人工知能学会全国大会, 2005.
- [35] 新垣紀子, 野島久雄, 佐藤浩司, 北端美紀, 小野澤晃. 人はどれだけのモノに囲まれて生活をしているのか?: コピキタス環境における人とモノのインタラクション支援に向けて. *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, Vol. 7, No. 2, pp. 179–187, 2005.
- [36] Jun Rekimoto, Yuji Ayatsuka, and Kazuteru Hayashi. Augment-able reality: Situated communication through physical and digital spaces. In *The Second International Symposium on Wearable Computers (ISWC'98)*, pp. 68–75. IEEE, 1998.
- [37] 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. J88-D-I, No. 7, pp. 1143–1155, 2005.