

物探しを支援するためのウェアラブル拡張記憶システムの 実現に向けて

上岡 隆 宏[†] 河村 竜 幸[†] 馬場 茂 幸^{††}
吉村 真 一^{††} 河野 恭 之[†] 木戸出 正 継[†]

我々は日常生活における物探しタスクの支援手法を提案し、*I'm Here!*というウェアラブルシステムを開発してきた。物探しタスクとは、道具などの対象物を日常生活環境の中で探索するタスクである。物探しタスクの対象物は人が手で把持して持ち運ぶ把持物体であり、その発生要因は対象物を最後にどこに置いたのか思い出せないという記憶の活動エラーである。*I'm Here!*は、ユーザが対象物を最後に把持していた時点の様子を頭部装着型のカメラから視野映像として蓄積し、その対象物を探すタスクが発生した時に蓄積された視野映像をユーザに提示する。*I'm Here!*を用いることで、ユーザは効率的に物探しを行うことが可能となり、物探しに浪費していた時間を別の有意義なタスクのために利用することができる。本稿では *I'm Here!* のシステムデザインを紹介し、次の3件の研究成果について述べる。1) 視野映像中の対象物を認識する物体認識手法に求められる物体認識率の要件を導出した。2) 物探しが発生する環境において、対象物の画像を低い計算コストでロバストに抽出するためのカメラデバイスとして、*ObjectCam2*を開発した。3) ユーザの認知的能力の観点から、物探しを支援する視野映像に求められる視野角の広さに関する要件を導出した。

Towards a Wearable Augmented Memory System for Supporting an Object-finding Task

TAKAHIRO UEOKA,[†] TATSUYUKI KAWAMURA,[†] SHIGEYUKI BABA,^{††}
SHINICHI YOSHIMURA,^{††} YASUYUKI KONO[†] and MASATSUGU KIDODE[†]

In this paper we introduce a wearable object-finding support system named *I'm Here!* that we have designed and developed since 2000. This paper also describes following three studies more exactly: 1) we have evaluate requirement for a function recognizing an object held by a user to construct a first-person video database, 2) we have developed a head-mounted camera named *ObjectCam2* to extract an image of a target object from ist background under environments that an object-dingind tasks occurs, and 3) we have investigated an appropriate range of the view angle of the first-person video so that the user can recognize contexts of the video needed to recall an event that he/she last place the target object. Human wastes time in the object-finding task, because he/she tend to forget where he/she last placed a target object. *I'm Here!* aims to transfer the wasted time to time for other productive tasks by supporting him/her to recall the location of the target object. These results contribute to develop a wearable augmented memory system that can make the user's object-finding task efficient in his/her everyday life.

1. はじめに

我々は、人の日常生活における物探しタスクを支援するために、コンピュータシステムを設計・評価する研究を行ってきた¹⁾。本稿では、我々が提案してきたシステムのデザインを紹介する。また、システムの性

能の要件に関する調査、システムの利用される環境に適したデバイスの開発、そしてユーザにとって望ましいシステム出力の要件に関する調査についての成果を紹介する。

近年、ウェアラブルコンピューティングの研究分野において、人の記憶活動を支援するための拡張記憶の研究が注目されている^{2),3)}。人は日常生活を送る上で、今すぐ使いたい物を自分がどこに置いたのか思い出せない、人に会ってもその名前を思い出せないなどの多様な記憶活動のエラーを、時間・場所を限定せずにとたたび起こす。そのような人の記憶活動を補強するた

[†] 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

^{††} ソニー木原研究所
SONY Kihara Laboratory

めには、いつでもどこでも利用可能なインタフェースとしてのウェアラブルコンピュータを利用し、人が体験する情報を常時蓄積しておくことが有効なアプローチとなる。

我々は、記憶活動のエラーの中でも物探しタスクについて着目した。物探しタスクとは、物を利用するタスクを遂行するための前準備としてその物を日常生活環境の中で探すタスクである。ある1つの家族が3,200個以上の物を所有していたという調査結果があるように⁴⁾、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。前準備としての物探しタスクを遂行することに手間取り、物を利用したタスクを行うまでに時間を浪費する場面は、人の日常生活で頻繁に発生する。一般のビジネスマンが物探しタスク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⁵⁾。コンピュータの支援によってユーザが物探しタスクを効率的に行えるようになれば、ユーザは浪費していた時間を他の有意義なタスクに費やし、ユーザの日常生活がより豊かになると期待できる。

これまでも、物探しタスクの支援を目的とする様々な研究が行われている。新西らは、あらかじめ物に貼付されたタグが、物探しタスクを行うユーザの呼びかけに応じて音を出して物探しタスクを支援するという *Hide and Seek* を提案している⁶⁾。一方、池井らは物探しタスクに関するユーザの記憶を補強するシステム、*iFlashBack* を提案している⁷⁾。*iFlashBack* は、ユーザが物を移動させた時点で、物を移動させたというイベントの映像をユーザに対して繰り返し提示し、イベントに関するユーザの記憶をより強固にする。我々も、ウェアラブルシステムを記憶活動の支援に利用するというアプローチから物探しを支援するアプリケーションを提案している。

2. *I'm Here!*システムデザイン

我々は、これまで物探しタスク支援を行うウェアラブルシステム *I'm Here!* を提案してきた⁸⁾。物探しタスクには、自分自身が最後に置いた物を対象とする場合と、自分が置いた後で他人が移動した物を対象とする場合がある。我々は前者の物探しタスクに関する支援に着目した。この場合、物探しタスクの効率が悪化する原因は、物を最後に置いた場所を思い出すことができないという記憶の活動エラーにある。人の視点に近い位置から撮影した視野映像を拡張記憶として蓄積・検索し、人の記憶活動を補強するというアプローチは、日常生活における物探しタスクを支援するサー

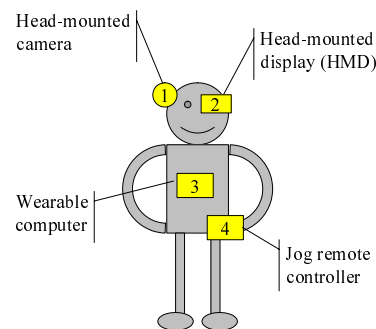


図1 *I'm Here!*のハードウェア構成
Fig.1 Hardware construction of *I'm Here!*

ビスに適している。

*I'm Here!*が支援の対象とする物(対象物)は、人によって把持され移動される物(把持物体)である。日常生活において、把持物体の数は多い。実際にある一人の学生に聞き取り調査したところ、彼の日常生活環境には355個の物が存在し、その中には118個程度の把持物体が存在した。人が把持物体を持って頻繁に移動するので、把持物体は物探しタスクの対象となることが多い。

*I'm Here!*は、ユーザの視野映像が撮影された時点の対象物の固有名を視野映像にインデックス情報として付加し、インデックス付きの視野映像を視野映像データベース(First-person video database)として蓄積する。物探しタスクを支援する場面において、*I'm Here!*は対象物の固有名をキーとして視野映像データベースを検索し、対象物がユーザによって最後に把持された時点の視野映像をユーザに対して提示する。

図1は *I'm Here!*のハードウェア構成である。*I'm Here!*が視野映像データベースを構築するためには、ユーザの視野映像を撮影する機能と、対象物を認識する機能が必要である。そのために、*I'm Here!*は頭部装着型カメラ(Head-mounted camera)を用いてユーザの視野映像を撮影し、視野映像に映る対象物の見目の画像に基づいて対象物を認識する。対象物を認識するための対象物データベース(Object database)と視野映像データベースは、ウェアラブルコンピュータ(Wearable computer)に蓄積される。ユーザは、ジョグリモートコントローラ(Jog remote controller)を用いて *I'm Here!*に指示を送り、頭部装着型ディスプレイ(Head-mounted display(HMD))によって *I'm Here!*から提示される情報を受け取る。

図2は *I'm Here!*の機能フェーズを示す。*I'm Here!*の機能フェーズは、登録(Registration)、インデクシング(Indexing)、検索(Retrieval)のフェーズから構

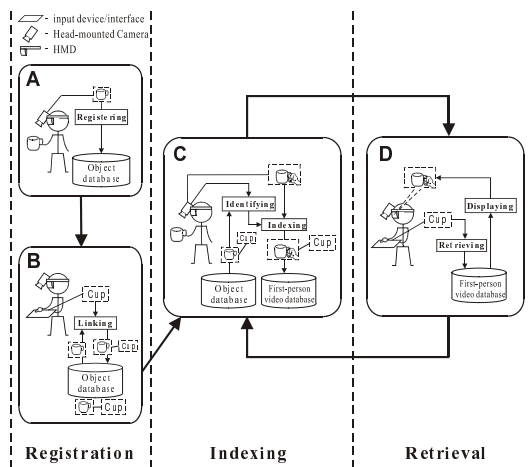


図 2 *I'm Here!*の機能フェーズ
Fig. 2 Functional phases of *I'm Here!*

成されている。

登録 (Registration) : ユーザは登録のフェーズを起動し、対象物を *I'm Here!* に登録する (図 2 A)。この時点でユーザに課される操作は、対象物を把持して目の前で回転させるという簡単なものであり、ユーザが対象物を利用するタスクのついでに気軽に行える。その後、ユーザは対象物に固有名を入力する (図 2 B)。A において登録された対象物の画像的な特徴は、B で入力された固有名と関連付けられ、*I'm Here!* の対象物データベースに格納される。

インデクシング (Indexing) : *I'm Here!* は、登録のフェーズで構築された対象物データベースを利用し、日常生活を送るユーザの視野映像に対して自動的にインデックスを付加して視野映像データベースを構築する。ユーザは、このフェーズでは *I'm Here!* に指示をする必要は無い。

検索 (Retrieval) : ユーザは検索のフェーズを起動し、*I'm Here!* に登録された対象物の一覧から検索対象となる対象物の固有名を指定する。*I'm Here!* は対象物の固有名を検索キーとして視野映像データベースのインデックス情報を検索し、最後に対象物が把持された時点の視野映像をユーザに対して提示する。

以降の節では、我々が *I'm Here!* の実現に向けて行ってきた研究の成果について紹介する。3 章では、*I'm Here!* のシステムデザインが実際に物探しタスクを支援する性能を発揮するための物体認識率に関する要件の調査について述べる。4 章では、物探しタスクが発生する環境で対象物を認識することを可能とするウェ

アラブルカメラの開発について述べる。5 章では、*I'm Here!* がユーザの物探しタスクを支援するために提示する視野映像の適切な視角条件に関する調査について述べる。6 章では、*I'm Here!* が今後物探しタスクをより効果的に支援するための展望を述べる。

3. 物体認識性能の要件調査

日常生活環境において物探しの支援に効果を発揮する *I'm Here!* を実現するための要件として、我々は *I'm Here!* の物体認識性能に着目し、調査を行った⁹⁾。*I'm Here!* は視野映像に映る対象物の画像に基づくビジョンベースの物体認識手法によってインデックスを構築する。日常生活環境では、部屋ごとに異なる室内照明の色合いや、時刻を追うごとに変化する太陽光の光量・色合いなどによって、*I'm Here!* が運用される環境の照明条件は変化し、対象物の見た目に影響を及ぼす。そのような条件下では、ビジョンベースの物体認識の結果が常に正しいことは保証されない。構築されるインデックスに誤りが含まれる可能性を考慮して、物体認識手法が最低限でもどの程度の性能を発揮すれば *I'm Here!* が物探しタスク支援の効果を発揮することができるかを調査する必要がある。

我々は、物体認識率を複数段階に設定可能な実験用の視野映像データベースを有する仮想システムを被験者に使用させる実験を行った。この被験者実験によって、*I'm Here!* が物探しタスク支援の効果を発揮するためには少なくとも 67% 以上の物体認識性能を有する必要があることがわかった。また、被験者に対する聞き取り調査を行った結果、*I'm Here!* が提示する視野映像が最新のものではない場合、ユーザは提示された映像の妥当性を判断し、映像を信用して物探しを行うかどうかを決めていることがわかった。

今後は、物探しタスクが発生するあらゆる場所で物体認識率の要件を満たすことができる物体認識手法の開発が望まれる。また、実時間でインデックスを構成するためには、様々な角度で観測される対象物を高速に認識する必要がある。そのため、対象物の姿勢変化を考慮した検索効率の良い画像特徴量を構成することが望まれる。

4. カメラデバイスの開発

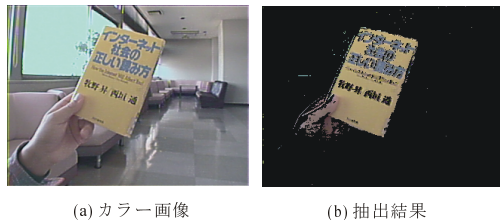
I'm Here! がインデクシングのフェーズにおいて視野映像データベースを逐次構築するには、ユーザが把持した対象物の画像を実時間で入手し、物体認識を行う必要がある。我々は、背景領域から対象物の画像を実時間で抽出する機能を有する頭部装着型カメラ



図3 ObjectCam2 装着外観

Fig. 3 An appearance of ObjectCam2

ObjectCam2を開発した¹⁰⁾。図3は装着状態のObjectCam2である。ObjectCam2は、カメラ前部から前方の環境へ向けて赤外光を照射し、その反射光を計測する。ObjectCam2の受光素子には赤外光カットフィルタが付加されていないので、可視光領域の光に加えて赤外光領域の光も感知することができる。ObjectCam2は赤外光源を明滅させ、消灯時にはカラー画像を、点灯時には反射してくる赤外光を含むカラー画像を交互に撮影する。そして、ObjectCam2は消灯時と点灯時の画像の明度を差分し、照射された赤外光の反射光のみを観測した画像（反射赤外画像）を得る。



(a) カラー画像

(b) 抽出結果

図4 ObjectCam2による対象物の画像抽出

Fig. 4 Object image extraction with ObjectCam2

I'm Here!は、ObjectCam2を用いることでユーザ視点からのカラー画像と反射赤外画像を共に30fpsで得ることができる。I'm Here!はそれらの画像を利用し、ユーザが把持している対象物の画像を簡単に抽出する。光の強度が距離の二乗に反比例するという原理に基づいて反射赤外画像を単純に二値化することで、I'm Here!はカメラと距離が近い物体の領域（近接領域）を得ることができる（図4）。近接領域からユーザの手の領域を肌色に基づいて排除することで、I'm Here!はユーザが把持している対象物のカラー画像・反射赤外画像を得る。I'm Here!はこれらの画像を用い

て、対象物の認識に適したリッチな画像特徴量を構成する。

実際の物探しタスクは、直射日光を受ける場所での発生頻度は低いものの、窓際や軒下などの間接的な太陽光（間接日光）を受ける環境において発生頻度が高い。ObjectCam2のプロトタイプとして我々が開発したObjectCamは、赤外光源を常時点灯して反射赤外画像を取得していたので、間接日光に含まれる赤外光成分の影響を排除できない。それに対して、ObjectCam2が取得する反射赤外画像は間接日光の影響を受けない。I'm Here!は、ObjectCam2を利用することで、物探しタスクを支援するサービスを窓際環境まで拡張して提供することができる。

我々は、ObjectCam2が窓際環境で対象物の画像を抽出する性能を、ObjectCamとの比較実験によって評価した。実験では、ObjectCamとObjectCam2の両方に関して、対象物の画像を抽出するための領域（抽出領域）を示すマスク画像を作成した。その後、各マスク画像の背景領域に発生する抽出領域をノイズとして、マスク画像のN/S比をカメラ間で比較した。実験の結果、ObjectCam2は間接日光が照射する窓際環境において、ObjectCamよりも10倍程度、N/S比を改善することがわかった。

赤外光カットフィルタを持たないObjectCam2は、カラー画像に赤外光領域の光を上乗せして撮影している。そのため、ObjectCam2を直射日光などの赤外光成分の強度が強すぎる環境光条件の下で用いる場合、反射赤外画像が飽和するという問題が生じる。撮影する光量を絞ることで反射赤外画像の飽和を防いだとしても、逆にカラー画像を撮影するための光量が不足してしまう。より多くの日常生活環境で物探しタスクを支援するためには、より強い赤外光成分を含む環境光条件にObjectCam2を適応させる必要がある。また、現状のObjectCam2の大きさ・重さではユーザが常時頭部に装着するには負荷が大きいため、今後さらにObjectCam2を小型化・軽量化する必要がある。

5. 視野映像の視野角に関する要件調査

我々は、I'm Here!がユーザに対して提示する視野映像の視野角に関する要件について着目し、調査を行った¹¹⁾。頭部装着型カメラで取得される視野映像の視野角は、カメラに装着されるレンズの視野角に規定された上限を有する。視野映像に含まれる情報は、視野映像の視野角の広さに応じて変化する。広角レンズによって視野映像の視野角が広がる場合、多くの環境に設置された物が視野映像に映る。但し、視野映像に

映る物の大きさは視野角が広いほど小さくなる。逆に視野映像の視野角が狭くなる場合、視野映像に映る物の大きさは大きくなるが、一度に広い領域が映らなくなる。そのため、ユーザによって置かれようとしている対象物は、ユーザが頭部を動かすことで簡単に視野の外に消えてしまい、視野映像の中に留まりにくい。実際に我々が視野映像を撮影して調査した結果、ユーザによって置かれようとする対象物が視野の外に消えるタイミングは、視野角が狭いほど早くなることがわかっていて、さらに、視野映像の視野角の広さは、視野映像のセグメンテーションにも影響を及ぼす。I'm Here!は、対象物が視野の中に映っている場合に限り視野映像へのインデクシングを行う。ユーザに対して提示する視野映像は視野映像データベースのインデックスに基づいてセグメンテーションされるため、その時間的範囲は視野映像の視野角の広さに依存する。

I'm Here!が提示する視野映像は、ユーザが物探しタスクを効率的に遂行するために必要としている情報を含んでいなければならない。ユーザがI'm Here!の提示する視野映像を見て対象物が最後に置かれた場所を判断する場合、ユーザはその映像中で対象物が置かれようとしているかどうか（行為の判断）、映像に映る場所がどこか（場所の判断）、という二つの判断を、映像に含まれる情報を認知することで行う。行為の判断では、ユーザは対象物が置かれようとする場面の対象物や手の動きをヒントとする。視野の中で対象物が置かれる場面をより多く含む視野映像を撮影するためには、視野角は広いほうが良い。一方、場所の判断では、ユーザは視野映像の中に映る環境に設置された物をヒントとする。視野角の広さは、ユーザが環境に設置された物が何であるかを判断することのできる最小限の広さに設定される必要がある。物探しタスクを行うユーザを効果的に支援するには、これら二つのユーザによる判断に必要な情報を含む視野映像データベースを構築する必要がある。

我々は、被験者実験を通じて視野映像の視野角条件を求めた。実験では、あらかじめ撮影され10段階の視野角条件にあわせて編集された実験者の視野映像を用いた。被験者は、実験者の視野映像が撮影された環境で日常生活を過ごす学生である。実験を通じて、被験者が実験用の視野映像を見ることによって場所の判断と行為の判断を行えたかどうかを、アンケート形式で調査した。我々はその実験結果から、視野角が115°から125°の範囲に設定された視野映像が物探しタスクの支援に適していることを求めた。

実験を通じて、視野映像に映る対象物を置く行為を

ユーザが誤解する可能性があることがわかった。その誤解を防ぐには、対象物を置くという行為以外にも、立ち上がった移動などの行為によって映像をセグメンテーションするなど、対象物を実際に置いたかどうかを判定するためのヒントをユーザに対して多く与えることができる視野映像の提示手法を考慮する必要がある。また、I'm Here!が実際にユーザにとって望ましい視野映像を構築することができるように、今回の実験で求められた視野角条件を有するレンズを用いた頭部装着型カメラを開発し、そのカメラで撮影された視野映像に映る対象物を認識する手法を開発する必要がある。

6. 展 望

本稿で紹介したI'm Here!は、他者が対象物を移動させないという条件付きの物探しタスクに対応したシステムであった。2章で述べたように、実際の日常生活環境では、複数の人が対象物を利用する場合の物探しタスクも存在する。そのような物探しタスクを支援するためには、次のような問題を解決し、複数のユーザによって利用可能なI'm Here!(協調型I'm Here!)を実現する必要がある。

- (1) 対象物の登録に関する問題：本稿で示したI'm Here!では、ユーザ自身があらかじめ対象物を登録する。複数のユーザが存在する条件下では、あるユーザが探している対象物を他ユーザがまだ登録していないという問題が起こりうる。協調型I'm Here!では、対象物を登録する方法や既に登録された対象物データベースの共有方法を考慮する必要がある。
- (2) 最後に対象物を移動したユーザの特定に関する問題：実際に複数のユーザが関係する物探しタスクを解決しようとすると、誰が対象物を最後に移動したかを決定しなくてはならない。協調型I'm Here!を実現するためには、システムを装着し視野映像データベースを構築する複数のユーザの中から、対象物を移動させたか否かを調査するユーザを決定する必要がある。
- (3) ユーザのプライバシーに関する問題：協調型I'm Here!は、あるユーザの視野映像データベースを他ユーザの物探しタスク支援に利用することで複数のユーザによる物探しタスクを支援する。そのため、協調型I'm Here!のシステムデザインは、視野映像データベースを利用されるユーザに対するプライバシーの問題を考慮しなければならない。同時に、物探しタスクを遂行する

ユーザに対するプライバシー問題として、対象物を探しているという情報を他ユーザに通知するか否かについても考慮する必要がある。

7. おわりに

本稿は、物探しタスクを支援するためのウェアラブルシステム *I'm Here!* の実現に向けて、システムデザインを紹介し、3 件の研究成果を紹介した。初めに、*I'm Here!* が実際に物探しタスクを支援するための要件として、対象物を認識する機能に 67% 以上の物体認識率が必要であることを示した成果を紹介した。次に、*I'm Here!* の頭部装着型カメラとして *ObjectCam2* を実装し、*ObjectCam2* が物探しタスクの行われる環境において対象物の画像を抽出する機能を持つことを示す研究成果を紹介した。最後に、物探しタスクを行うユーザを効果的に支援する視野映像の視野角として 115° から 125° の範囲が適していることを求めた研究成果を紹介した。我々は、日常生活への親和性が高い効果的な物探しタスク支援サービスを実現する際に、これらの成果が具体的な指標となると考える。

日常生活の中で物探しタスクを遂行する人の動機には、個別の対象物そのものを見つけたい場合と、対象物が持つ機能を利用して目的のタスクを遂行したい場合がある。前者の動機から *I'm Here!* を利用するユーザは、対象物を個別の名前で *I'm Here!* に登録しておかなければならない。一方、後者の動機を持つユーザにとっては、複数の対象物が同様の機能を有していればどれを探しても同じなので、同様の機能を有する複数の対象物をグループとし、そのグループごとに高い抽象度の名前（抽象名）を付けて *I'm Here!* へ登録することができればよい。対象物の抽象名による登録が可能な *I'm Here!*（抽象名対応型 *I'm Here!*）が実現すれば、物探しタスクを事前に回避し、ユーザの日常生活におけるタスクを効果的に支援することが可能となる。例えば、コーヒーを作るというタスクは、カップを持ち、スプーンを持ち、コーヒーの瓶の蓋を開け、スプーンで粉をカップへ掬い入れ、ポットからカップへ湯を注ぐというように、人が物の機能を利用して行う操作の系列で構成されている。ユーザが、複数のスプーン、複数のカップ、そして複数のコーヒー瓶を、「スプーン」「カップ」「コーヒー瓶」などの抽象名で抽象名対応型 *I'm Here!* に登録しておけば、ユーザがコーヒーを入れるタスクを行うたびに、抽象名対応型 *I'm Here!* は「スプーン」「カップ」「コーヒー瓶」などの抽象名の系列をインデックスとする視野映像データベースを構築する。抽象名対応型 *I'm Here!* は、抽象

名の系列パターンの類似性を分析し、関連性が強い抽象名の組み合わせを保持する。その後ユーザがカップとコーヒー瓶を持った場合、抽象名対応型 *I'm Here!* は、ユーザが「スプーン」という抽象名で登録された対象物を必要としていることを、関連性の強い抽象名の組み合わせに基づいて推測する。その推測結果に基づいて、抽象名対応型 *I'm Here!* はユーザに対して「スプーン」として登録された対象物の視野映像を自動的に提示する。

謝辞 本研究は、科学技術振興機構 (JST) の戦略的基礎研究推進事業 (CREST) 「高度メディア社会の生活情報技術」プログラムによる。

参考文献

- 1) 上岡隆宏, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正雄. *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.
- 2) Forget-me-not: Intimage Computing in Support of Human Memory. *Proc. FRIENDS21: International Symposium on Next Generation Human Interface*, pp.125-128, 1994.
- 3) R. J. Rhodes. The Wearable Remembrance Agent: a System for Augmented Memory. *Proc. ISWC'97*, pp. 123-128, 1997.
- 4) 国立民族学博物館. マルチメディア番組: 2002 年ソウルスタイル: 李さん一家の素顔のくらし. 2002.
- 5) L.Davenport. Order from Chaos. *Three Rivers Press, New York*, 2001. (邦訳: 気がつくときがぐちゃぐちゃになっているあなたへ. 平石律子訳, 草思社, 2002)
- 6) 新西誠人, 伊賀聡一郎, 樋口文人, 安村道晃. Hide and Seek: アクティブに応答する ID タグの提案. *WISS'99 インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ*, VII, 2003.
- 7) 池井寧, 廣瀬洋二, 広田光一, 廣瀬通孝. ウェアラブル記録補助システム iFlashBack の映像提示法. ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.5, No.4, pp.35-36, 2003.
- 8) T. Ueoka, T. Kawamura, Y. Kono and M. Kidode. *I'm Here!*: a Wearable Object Remembrance Support System. *Proc. MobileHCI 2003 (Fifth International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services)*, pp.422-427, 2003.
- 9) T. Ueoka, T. Kawamura, Y. Kono and M. Kidode. Functional Evaluation of a Vision-based Object Remembrance Support System. *Proc. ICME'04 (The 2004 IEEE International Conference on Multimedia and Expo)*, 2004.
- 10) T. Ueoka, T. Kawamura, S. Baba, S. Yoshimura, Y. Kono and M. Kidode. Wearable Camera Device for Supporting Object-Triggered Memory Augmentation. *Proc. the 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing*, pp.46-53, 2004.
- 11) T. Ueoka, T. Kawamura, Y. Kono and M. Kidode. View Angle Evaluation of A First-person Video to Support an Object-finding Task. *NAIST Information Science Technical Report*, NAIST-IS-TR2005002, 2005.