

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

河野 恭之^{†1} 三宅 祐子^{†2} 才 脇 直 樹^{†3,†4}
河 村 竜 幸^{†1} 木戸出 正 継^{†1}

本稿では、物探しタスク支援システムの日常での普及を目指して、衣生活に溶け込むシステムデザインを提案すると共に、その有効性を検証する。我々はこれまでに、身体装着カメラなどのセンシングデバイスにより日常生活体験を常時記録しておき、その記録を後で利用することによりユーザの日常生活を支援する体験メディア研究の分野において、もの探しを支援するウェアラブルシステム“*I'm Here!*”の提案と実装を行ってきた。本稿では特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検証する。被験者実験により、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。

Evaluation of Waist-Mounted Camera for Object-Finding in Everyday Life

YASUYUKI KONO,^{†1} YUKO MIYAKE,^{†2} NAOKI SAIWAKI,^{†3,†4}
TATSUYUKI KAWAMURA^{†1} and MASATSUGU KIDODE^{†1}

In this paper, we propose a casual design for wearing an object-finding support system. The goal of this research is to integrate useful functions in everyday life into elegant fashion. This system, called “*I'm Here!*”, supports the user finding a handheld object with the camera attached with his/her body. This paper presents our new design where the camera is set on the waist. Its appearance naturally integrates the system functions into everyday clothing, which is crucial for ordinary people to use the function in their everyday life. Evaluation results have shown that 1) the waist-mounted camera successfully caught the object held by the user from the posture completely different from its previous design, 2) the subjects successfully recognized the action to each object and 3) the location the object was settled.

1. はじめに

本稿では、ウェアラブル型もの探し支援システム“*I'm Here!*”^{†1),†16)}において、衣生活に溶け込むシステムデザインの観点から特にカメラデバイスの装着位置を検討すると共に提案デザインの有効性を検証する。計算機のメディア処理能力の向上と HDD 等の記録デバイスの大容量化に伴い、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拡張記憶⁸⁾、体験メディア¹²⁾ インタフェースの研究が盛んになりつつある。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常時記録しておき、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。本研究の目的は、極めて日常生活に密着した使用が想定される着用型体験メディアシステムにおいて、(1) 機能性、すなわちユーザが求める情報を求める場面で提供できることと、(2) ファッション性、すなわち日常の衣生活の中に違和感なく溶け込むことを両立させることである。

従来提案されてきた体験メディアインタフェースの多くでは、ユーザが頭部^{1),6),9),12),16)}、肩部^{10),11)}あるいは胸部^{3),5),13)}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。前者はカメラ

†1 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, NAIST
†2 奈良女子大学大学院人間文化研究科 (現在、デンソーアイセム)
Graduate School of Humanities and Sciences, Nara Women's University (Currently, DENSO ISM Corp.)
†3 奈良女子大学生活環境学部
Faculty of Human Life and Environment, Nara Women's University
†4 立命館大学 COE 推進機構
Center for Promotion of the COE Program, Ritsumeikan University



図 1 従来の I'm Here!! デバイス装着の様子
Fig.1 Wearing the Conventional I'mHere

などの映像メディア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、記録される映像はユーザが記録時に見た光景にほぼ一致する^{*}。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は視認性が良くなく、そ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検証する。被験者実験により、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。

2. I'm Here!

本節では、我々がこれまでに提案してきた *I'm Here!* のコンセプトとそのプロトタイプを概説すると共に、提案システムが満たすべき機能性ニーズを整理する。

^{*} 厳密には眼球運動によるずれが生じる。また、人間の有効視野角は極めて広く、人の視野内のできごと全てを閲覧に適したクオリティで取得するためには⁵⁾ のようなまさに「装着」する衣服を制作する必要がある。

^{**} この問題のために身体の正面を安定して捉えるのに適した胸部や肩部への設置が上記のように試されている。

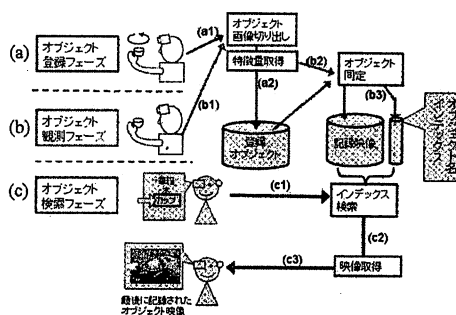
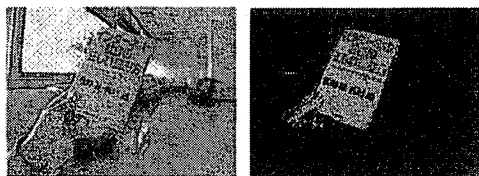


図 2 I'm Here! のシステム構成
Fig.2 Block Diagram of I'mHere

2.1 システム概要

我々が提案してきた *I'm Here!* は、ユーザのもの探し支援を行うウェアラブルシステムである^{14),16)}。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、あるいは自分が置いた後で他人が移動し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) ユーザが物体を手にとっていればその把持物体が何であるか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。

図 2 に *I'm Here!* の機能構成を示す。システムは入力インターフェースを通したユーザからの指示により、登録・観測・検索の各フェーズ間を移行する。オブジェクト登録時（図 2(a)）には、システムはユーザが対象物を手にとり回転させる場面を記録し、記録された映像からオブジェクト画像群を抽出する。そして登録対象物画像群からオブジェクト特徴量を抽出し辞書に登録



(a) カラー画像

(b) 抽出結果

図3 ObjectCam2 による把持物体領域抽出

Fig.3 Object image extraction with ObjectCam2

する。登録が終了すると、システムはデフォルト状態である観測フェーズに移行する(図2(b))。観測フェーズでは、映像の記録と把持物体の認識を並行して行う。オブジェクト認識においてシステムは、辞書を参照してユーザが把持している物体を認識する。そして認識結果の物体名を映像記録に索引として付与し、拡張記憶を構築する。ユーザが対象物の設置場所を知りたい時は検索フェーズを利用する(図2(c))。システムは辞書に登録されている対象物の一覧をユーザに提示する。ユーザが対象物を選択するとシステムは拡張記憶を検索し、対象物が最後に観測された時点を中心にした規定の時間枠の映像をユーザに提示する。

2.2 把持物体領域画像抽出カメラ ObjectCam2

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¹⁷⁾。図1においてヘルメットに装着されたデバイスが ObjectCam2 である。ObjectCam2 の受光素子である CMOS センサは 90fps で入力画像を出力でき、また赤外光カットフィルタを装備していないため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、カメラ正面に取り付けた赤外光源(赤外線 LED)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。そして消灯時と点灯時の画像の明度を差分することにより、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。

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(図3(a))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、1) 反射光の強度が光源からの距離の二乗に反比例するという原理に基づいて、二値化した反射赤外画像をカラー画像のマスクとして用いることで、カメラからの距離が近い物体の領域(近接領域)画像を生成し、近接領域画像から肌色領域を排除することで、把持物体のカラー画像(図3(b))を得る。実

際のもの探しタスクは、窓際や軒下などの間接的な太陽光(間接日光)を受ける日常的な屋内環境において発生頻度が高いと考えられる。ObjectCam2 は赤外光源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、図3に示すように間接日光環境下でも安定して把持物体領域画像を獲得できる¹⁷⁾。

2.3 装着カメラ配置問題

これまでに述べてきたように *I'm Here!* は、1) 身体装着型カメラ ObjectCam2 で捉えた把持物体を認識し、2) 同カメラで撮影し蓄積していた体験記録から求める物体を最後に捉えた際の映像をユーザに提示して、3) 提示映像を閲覧したユーザがそれが探しているものを置いた際の映像であるか否かを判断すると共に、4) 置いた際の映像であれば、ユーザがその映像を基に置いた場所を判断する、ことでユーザのもの探しを支援する。このような *I'm Here!* のシステムデザインから、下記のポイントを考慮して ObjectCam2 をユーザの身体に配置する必要がある。

- A) 対象物の捕捉 ユーザが正しく探しものの場所を知るためには ObjectCam2 の視野内に把持物体が可能な限り捉えられ、かつユーザが把持物体を置く直前まで捕捉状態が継続していることが必須かつ重要である。
- B) 設置行為の認知 ユーザは提示された体験記録映像の中で対象物が置かれた、すなわち設置行為が実行されたかを判断できる必要がある。対象物が最後に認識された直後に、例えばユーザがカメラの視野外で対象物をポケットに収納するなどの非設置行為が行われていれば、当該提示映像を基にユーザが設置場所を判断することはかえってもの探しの妨げになる。
- C) 設置場所の認知 提示映像、すなわち対象物が最後に認識された映像を見て、ユーザはその撮影場所を判断できる必要がある。このためには、設置場所を判断するための背景情報を提示映像が豊富に含んでいることが重要である。

次節以降では、上記の機能性ニーズを評価軸として提案システムを衣生活に溶け込ませ実生活で使えるようにするためのデザインを提案し評価する。

3. 衣生活に溶け込むデザインの提案と実装

3.1 デザインニーズ

2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

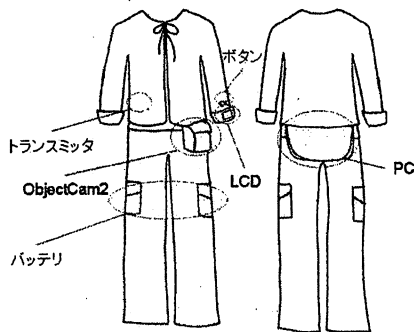


図 4 機器配置

Fig. 4 Allocation of body-worn devices

えることなく装着デバイスのみで動作するよう設計されている[☆]。しかしながら図 1 のプロトタイプシステムを日常生活に持ち込むには、下記の問題を解決する必要がある。

身体への局所負荷 プロトタイプシステムではおよそ 400g の *ObjectCam2* と、それを駆動するバッテリーをヘルメットに取り付けている。頭部にこのような重量物を装着することは、ユーザの首や肩に局所的な負担をかけることになる。

ファッション性 デバイスが将来的に小型化される期待があるとは言え、頭部にカメラのような光学系にある程度の容積を必要とするデバイスを装着することは、髪型を隠す・崩すなどファッション性を損なう。

本研究では、2.3 節で述べた対象物の捕捉、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、上記のように身体への負荷が少ないようにデバイス群を身体各部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の実現を目指す。

3.2 機器配置の設計と実装

本節では、3.1 節で挙げた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の提案を行う。提案デザインにおける装着機器の配置を図 4 に、それぞれの機器の外寸、重量を表 1 に、女性用衣装に実装したデザインを図 5 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で抵抗が少なく、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。従って図 4 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ェストバッグ（ヒップバッグとも言う）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!* 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。図 4 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盤を流用した 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」

[☆] 実生活においてはユーザー一人がものを移動させるのではなく環境中にある人物全員が対象物を把持して移動させる可能性があるため、適切にもの探しを支援するためには環境中のユーザ間で把持物体情報を含む体験記録を共有する必要がある。

表 1 装着機器一覧

Table 1 Specification and allocation of body-worn devices

機器	外形寸法 (mm)	重量 (g)	装着箇所
ObjectCam2	W95 × H70 × D90	390	ウェストバッグ
ミニノート PC	W210 × H165 × D33	1000	ヒップバッグ
バッテリー (4 個)	各 W50 × H60 × D11	各 120	パンツ (大腿部パッチポケット)
LCD	W46 × H50 × D18	55	ジャケット (袖部)
操作ボタン	W20 × H40 × D5	20	ジャケット (袖部)
トランスミッタ	W71 × H70 × D34	115	ジャケット



図 5 提案デザインの実装

Fig. 5 Implementation of the proposed design

(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。

4. 腰部装着カメラの評価

前節において本研究の課題としてきたデザインニーズを満たす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提案、実装した。本節では 2.3 節で示した *I'm Here!* の機能性ニーズ、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す。

4.1 対象物捕捉率実験

既に述べたように、頭部装着カメラはユーザが「見た」一人称映像が獲得できるため、従来提案されてきた体験メディアシステムでは頭部装着カメラの利用が

主流であった。本実験は、体験メディアシステムにおいて身体装着カメラがユーザが把持する物体を捉える機能について、本研究で提案する腰部装着型と頭部装着型とで優劣を確認する。具体的には、複数の被験者がある一連の行動を自然に行った区間のうち、頭部・腰部装着カメラが被験者の把持する対象物を捉えていた区間の割合である対象物捕捉率を調べた。

4.1.1 実験設定

実験は大学内の一室で実施し、被験者は実験環境で日常を送る大学生と大学院生あわせて 9 名で、全員女性である。被験者はクロダオプトニクス製超小型 CCD カメラ OCN-2712YS (直径 7mm) を頭部と腰部の 2ヶ所に装着し行動を記録した^{*}。我々は既にもの探しタスクにおける頭部装着カメラの適正水平視野角が 125° 程度という実験結果を得ている^{7), 18)}。その結果を援用し、各カメラにおいて狭角レンズ条件 (水平 51°, 垂直 42°)、及び広角レンズ条件 (水平 110°, 垂直 85°) の 2 条件で実験した。

各被験者には上記の設定のカメラと DVD レコーダを装着し、予め設定した 1~10 の一連の行動を日常と同様に自然に行わせた。行動 1~10 は続けて行い、これを一試行とする。各試行の実施中、各カメラの映像を DVD レコーダに記録する。1 被験者の試行回数は 4 回で、最初の 2 回は広角レンズ条件、続いて狭角レンズ条件で 2 回試行する。一連の行動は、把持対象物进行操作する場合の作業に関するこれまでの知見¹⁵⁾ から、“取り出す”、“移動する”、“腰掛ける”、“置く”の 4 基本行動を含むように下記のように設定した。

1. 戸棚からマグカップ (対象物) を取り出し、シンクに移動する。
2. シンクに置かれたポットから対象物に紅茶を注ぐ。
3. 対象物を持って指定された机の席に移動する。
4. 椅子に座る。

^{*} 頭部装着カメラはキャップのツバ左側に設置し立位時視方向 (水平に顔を向けた際に 10° 下方にカメラが向く) に、腰部装着カメラは右腕を直角に曲げて腰に肘を当てた状態で掌を身体の正面に持ってきた際に画面中央に掌が撮像されるようにそれぞれ調整した。

表 2 カメラ装着部位による捕捉率の相違
Table 2 Rates of captured operation duration

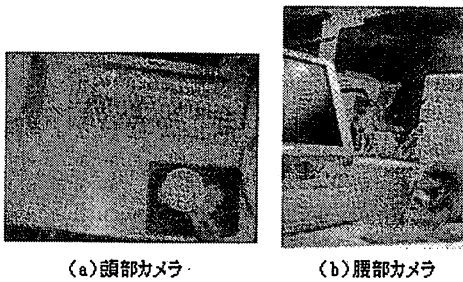
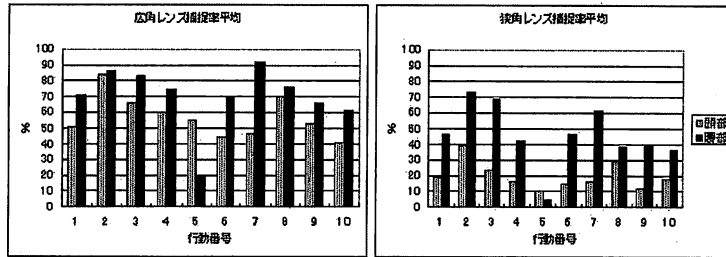


図 6 設置時のカメラ画像の例

Fig. 6 Example images captured by body-worn cameras

5. 適当に作業する (紙面記入, 雑談をするなど) .
6. 立ち上がる.
7. シンクに移動する.
8. 対象物を洗う.
9. 対象物を拭く.
10. 対象物を戸棚の元の場所にしまう.

なお, カップを把持する手 (右手, 左手) の選択や椅子に座る際の動作の詳細 (カップを置いてから座る, 座ってからカップを置くなど) は被験者の自由とした.

本実験で得られた被験者 9 名分の記録映像 (9 人 × 4 試行 × 2 設置場所 = 72 データ) をデータ毎に 1~10 の行動に人手で区分し, 各行動を行っている区間 (行動区間) とその所要時間を決定する. 次に, 各行動区間で対象物 (マグカップ) がカメラ視野内に納まっている映像区間の合計時間を計測する. これにより, 各行動に費やした時間のうち, 各設定のカメラが対象物を捉えていた時間比として対象の捕捉率を決定する. すなわち対象物捕捉率は, 対象物の把持を含む基本行動の実施時間中で各カメラがどれだけの時間割合で対象物を捕捉していたかを表す.

4.1.2 実験結果

広角レンズ, 狭角レンズそれぞれの行動別平均捕捉率を表 3 に示す. 1~10 の全行動において, 頭部, 胸

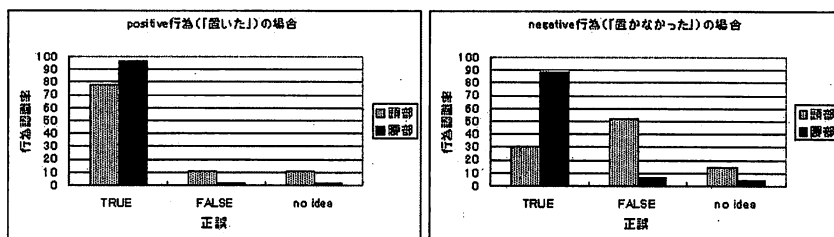
部カメラ共に広角レンズの捕捉率が狭角レンズのそれを上回っている. また両レンズ条件において, 腰部カメラからは机上の対象物が机面で隠蔽されてしまう着座状況の行動 5 「適当に作業する」以外は, 腰部カメラの捕捉率の方が頭部カメラのそれよりも高く, しかも狭角レンズ条件ではその傾向がより大きくなる. 以上から, 機能性ニーズ A) の対象物捕捉に関して提案デザインは従来主流であった頭部装着カメラよりも優れていることがわかった. なお提案デザインは腰部カメラは利き手に把持した対象物を捉えることを主目的に設計を行ったが, 本実験において一連の行動の半分以上で対象物を右手に把持していた被験者は 9 名中わずか 2 名であった. しかしながら腰部カメラを左腰に装着する本実験の設定においても, 被験者が左手に把持した対象物を腰部カメラが捉えているケースが少なからずあり, 腰部カメラの捕捉率向上に寄与した.

4.2 行為認知率・場所認知率実験

本節では 2.3 節の B) 設置行為の認知, C) 設置場所の認知について提案デザインの優位性を検証する. *I'm Here!* が認識処理を伴うシステムである以上, システム設計上の仮定に基づく制約, 及び認識誤りに起因する誤提示は不可避である. *I'm Here!* のシステムデザインにおいて, ある把持対象物が最後に認識された時点の近辺でユーザがその対象物を置いたと仮定している. しかしながら例えば把持対象物が視野外に出ただけで把持され続けたような場合, システムが提示する映像はその対象物が設置された時点とは異なるシーンが提示されることとなる. このような場合, ユーザがその映像を見て設置行為を行っていないと判断できなければ, 本システムは逆にユーザをミスリードすることになってしまう. また本システムを用いてもの探しを遂行するためには, ユーザが提示された映像を見た際に対象物が映っている場所を正しく想起できなければならない. 以上のような観点から本節では, 提案する腰部装着カメラについて次の 2 点を検証する.

表 3 行為認知実験結果

Table 3 Result of operation recognition



行為認知の正確性 ユーザが腰部カメラ映像を見た際に、「対象物を置いた/置かなかった」という行為を正しく判断できるか否か。

場所認知の正確性 ユーザが腰部カメラ映像を見た際に、映像に映った場所を正しく判断できるか否か。

4.2.1 実験設定

被験者は後述する提示映像の撮影場所を日常活動の場とする大学生、大学院生 13 名で、全員女性である。実験で用いるサンプル映像の撮影にはコニカミノルタ製のデジタルカメラ（視野角水平 51°, 垂直 42°）を使用する。実験の事前準備として、被験者が行為判断と場所判断を行なうための映像を 20 サンプル用意する。これは大学内に設定した 10ヶ所を撮影する。この 10ヶ所は被験者が日常生活で利用する大学内の 4つの教室に設定し、カメラを頭部に装着した場合と腰部に装着した場合の映像を撮影する。その際、各撮影場所では次に挙げるどちらかの行為を行なう。

positive 行為 対象物（マグカップ）をそこへ置いて立ち去る。

negative 行為 対象物を持ってそこへ来たが、保持したまま他の作業をしその場を立ち去る。

positive 行為/negative 行為は頭部カメラ映像で各 5 サンプル、腰部カメラ映像で各 5 サンプルとする。ただし設定したそれぞれの箇所では頭部・腰部同じ行為をしているとは限らない。次に、撮影した 20 の映像から対象物が“最後に映っている”5 秒間を抽出編集し、行為判断・場所判断実験用映像とする。

positive 行為/negative 行為の映像 20 サンプルを被験者に提示し、被験者は 1 サンプルごとに質問紙の 2つの項目に回答する。質問 (1) は「置いた/置いていない」の行為判断を問い、質問 (2) はサンプル映像の撮影場所を問うものである。サンプル映像の提示は、頭部映像を 10 サンプル、腰部映像 10 サンプルの順で行い、撮影 10ヶ所の提示順序はランダムとする。被験者はディスプレイ上に表示される各映像を繰り返し見ることができるが、一時停止は禁止とする。

4.2.2 行為認知実験結果

positive 行為と negative 行為それぞれの認知率を図 3 に示す。どちらの場合も腰部カメラ映像が頭部カメラ映像を上回る結果となった。特に negative 行為の場合は認知率に顕著な差がみられる。サンプル映像を分析したところ下記の傾向が得られた。

- 頭部カメラ映像では対象物の動作を行為終了まで捉えているケースが少数派であった。positive 行為の場合人は目的の場所に置けると判断すると、行為完了前に顔を次の行動の方向へと向け、一方、negative 行為の場合は他の作業に関心がゆき、顔がそちらの方向を向くためカップを捉えていないと推測される。
- 腰部カメラの場合カップを横方向から捉えており、カップと設置場所の設置面との間の距離が映像からわかりやすいのに対し、頭部カメラではカップを見下げる状況になるため、設置面とカップとの間の距離が判断しづらい（図 6）。

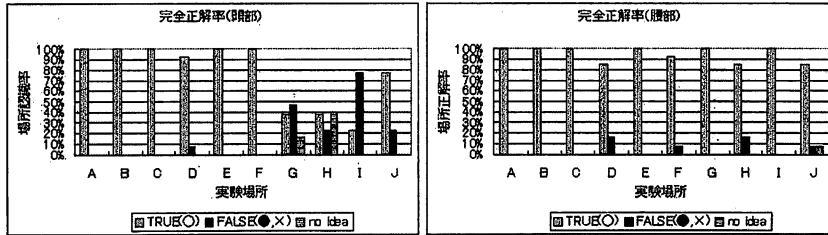
4.2.3 場所認知実験結果

撮影場所毎の回答正解率を表 4 に示すように、腰部カメラの場所認知率は全体的に 8 割以上の高い値になったのに対し、頭部カメラの場所認知率は撮影場所によって差が見られる。腰部カメラの映像は図 6 右のように腰の高さから縦長に状況を捉えている。このため背景映像にその場所の周囲の情報を多く含んでいる。一方、頭部カメラの映像には図 6 左のようにカップの背景に設置面周辺が映されるため、設置面にその場所を想起させる特徴的なものがない場合、腰部カメラの映像に比べ場所の特定が困難になると考えられる。頭部の正解率の低い場所 G, H, I, J は、周辺環境は異なるもののどれも似たような白い長机のそばである。

5. まとめ

本研究では、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着用型もの探し支援服のデザインを提案した。対

表 4 場所認知実験結果
Table 4 Result of location recognition



象物捕捉, 行為認知, 場所認知の観点から, 特に腰部装着カメラの有効性を検証する実験を行い, 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。

謝辞 ObjectCam2 は (株) ソニー木原研究所の設計, 提供による。

参 考 文 献

- 1) 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).
- 2) Davenport, L.: *Order from Chaos, Three Rivers Press, NY* (2001).
- 3) 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).
- 4) Gemperle, F., Kasabach, C., Stivoric, J., Bauer, M. and Martin, R.: Design for Wearability, *Proc. ISWC1998*, pp.116-122 (1998).
- 5) 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).
- 6) 伊藤慎宣, 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).
- 7) 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 (2006, 掲載予定).
- 8) 河野恭之: 拡張記憶インタフェース, 日本バーチャルリアリティ学会誌, 特集「ユビキタスと VR」解説記事, Vol.10, No.2, pp.72-76 (2005).
- 9) 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).
- 10) Mayol, W.W., Tordoff, B. and Murray D.W.: Wearable Visual Robots, *Proc. ISWC2000*, pp.95-102 (2000).
- 11) Sakata, N., Kurata, T., Kato, T., Kouroggi, M. and Kuzuoka, H.: WACL: Supporting Telecommunications Using Wearable Active Camera with Laser Pointer, *Proc. ISWC2003*, pp.53-56 (2003).
- 12) 角康之, 伊藤慎宣, 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, 情報学論, Vol.44, No.11, pp.2628-2637 (2003).
- 13) ユビキタスマン・カワイ (川井拓也): LifeSlice, <http://www.lifeslice.net/>
- 14) Ueoka, T., Kawamura, T., Kono, Y. and Kidode, M.: I'm Here!: A Wearable Object Remembrance Support System, *Proc. Mobile-HCI2003*, pp.422-427 (2003).
- 15) Ueoka, T., Kawamura, T., Kono, Y. and Kidode M.: Functional Evaluation of a Vision-based Object Remembrance Support System, *Proc. ICME'04* (2004).
- 16) 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).
- 17) 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).
- 18) Ueoka, T., Kawamura, T., Kono, Y. and Kidode, M.: View Angle Evaluation of a First-person Video to Support an Object-finding Task, *Technical Report NAIST-IS-TR2005002*, NAIST Japan (2005).