



ユーザの関心事へと引き込みを行なう常時映像閲覧システム（特集論文 コンテンツインタラクション）

磯山, 直也
寺田, 努
塚本, 昌彦

(Citation)

ヒューマンインタフェース学会論文誌, 17(1):39-51

(Issue Date)

2015

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(Rights)

© 2015 ヒューマンインタフェース学会

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90005194>



ユーザの関心事へと引き込みを行なう常時映像閲覧システム

磯山 直也^{*1} 寺田 努^{*1,*2} 塚本 昌彦^{*1}

A System for Shepherding User into His/her Interests by Continuous Pictures Presentation

Naoya Isoyama^{*1}, Tsutomu Terada^{*1,*2} and Masahiko Tsukamoto^{*1}

Abstract – Recently, the environment that user can always see the information is becoming realistic by the development of the wearable computing, and researchers have proposed various methods, which present information appropriately according to a situation after recognizing the user's action or the state. However, in the environment, since the user does not always need the particular information, free time arises on the device for presenting information and the user can see the information that does not have a specific meaning at this time. Therefore, in this research, we propose the system that unconsciously leads the user to the specific information by presenting the visual information that is related to user's interest. Our system utilizes the concept of priming effect, which means the user is affected by the contents presented on the system. Evaluation results confirmed that the related information affects user getting the information. Moreover, we implemented a prototype of the system that presents information related to user's interest.

Keywords : 情報提示, 頭部装着型ディスプレイ, プライミング効果, 認知心理学

1. はじめに

近年の計算機の小型化・軽量化にともない、コンピュータを身に着けて利用するウェアラブルコンピューティングへの期待が高まっている。ウェアラブルコンピューティング環境では、頭部装着型ディスプレイ (HMD: Head Mounted Display) に代表されるように、ユーザは移動中や他の作業を行なっている途中など様々な状況においてハンズフリーで常時情報閲覧が可能である。HMD を用いることにより、移動中でもメールのチェックや電車の乗り換え案内等をモバイル端末を取り出すことなく確認できるため、ユーザのニーズや状況に合わせた多くの情報提示手法が提案されている^{[2]~[4]}。一方、ユーザに対して有用な情報を提示し続けることは困難である。これは、ユーザが有用であると思う情報を常に生成することが困難であるとともに、閲覧しなければいけない情報を大量に提示することはユーザの認知負荷を高め、システムを快適に利用できなくなるためである。したがって、情報提示システムには閲覧が必要な情報を提示しない空き時間が生じるが、提示内容自体は無価値で、その内容把握をユーザに求めない情報であればユーザに負荷をかけることなく提示し続けてもよいのではないかと考えた。

認知心理学の分野では、先行刺激を与えることに

よって、後続の刺激に対する処理が無意識的に促進されるプライミング効果^[1]が存在する。例えば、連想ゲームをする前に野球の話をしておくと、道具という言葉から「バット」や「グローブ」が連想されやすくなる。本研究では、このプライミング効果の考え方を情報提示システムに適用し、ユーザが取得したい情報に関連する映像を提示することで、低負荷で無意識的に価値のある実世界情報を取得できるシステムを提案する。例えば、街中にはポスターやパブリックディスプレイなどに広告が表示されており、その中にはお気に入りのアーティストの情報や特売の情報などの個人ごとの関心事に関する情報が含まれているが、関心のない他の情報に隠れてしまい見落とすことも多い。こういった問題に対し、HMD 上へ関連情報を提示し、プライミング効果を引き起こすことによりこれらの情報に気づきやすくなることを狙う。

以下、2 章で関連研究を説明し、3 章で提案システムの構成、4 章で利用例について記述する。5 章で予備実験、6 章で HMD を使った評価実験を行ない、7 章で実装について説明する。8 章で提案システムについて考察を行い、最後に 9 章で本研究をまとめる。

2. 関連研究

ウェアラブルコンピューティング環境の常時情報閲覧可能という特徴を活かすため、ユーザの状況や行動に応じた多くの情報提示手法が提案されている。

岡田らは HMD を使用して司会進行を支援するシステムを提案している^[2]。HMD には、話す内容、講演タ

*1: 神戸大学大学院 工学研究科

*2: 科学技術振興機構 さきがけ

*1: Graduate School of Engineering, Kobe University

*2: PRESTO, Japan Science and Technology Agency

イトル、時間進行などを提示し、スムーズな司会進行が支援されている。メンテナンスサポートシステム^[3]では、自転車メンテナンス時のネジ回しや空気入れなど詳細な動作を認識し、作業部分の設計図をHMDに自動表示したり、間違った作業を行った場合に警告するシステムを実現している。コミュニケーション支援として、外国人と話すときに、外国語をリアルタイムで翻訳してHMDに提示したり、会話の関連情報を自動的に検索してHMDに表示するシステムが開発されている^[4]。しかし、これらにおける提示内容はユーザが能動的に必要としている情報そのものであり、ユーザが意識して情報を閲覧し、提示内容が正しく受け取られることが前提とされている。提案システムは、その提示情報自体には直接的には価値がないが、提示情報により人間の行動が変化することに着目している点でこれらと異なる。

情報が正しく受け取られるために、田中らはウェアラブルコンピュータのための知覚影響度に基づく情報提示手法^[5]を提案しており、ユーザの利用できる情報提示デバイスの特徴から提示可能なデバイスを選択し、最適な提示方法で情報を提示する機構を開発している。矢高らはユーザ状況を考慮した音声情報提示手法を提案している^[6]。これらの手法を考慮することで、本手法の提示内容が自然に閲覧されるように制御できる可能性がある。

人は主に視覚と聴覚を用いて情報を認知しており、また視覚と聴覚は互いに影響し合い、これまでの経験から成る潜在記憶も認知に影響を与える。これらを利用して目標の情報を見つけ出しやすくするために、Lupyanらは目標物の名称を声に出して(あるいは頭の中で)繰り返すことにより、目標の情報を早く見つけ出せることを確認している^[7]。Vickeryらは目標物の画像を事前に閲覧させることにより、実物を認知しやすくなるかを評価している^[8]。これらの評価は目標とする情報があることや、その情報を見つけ出すために集中する必要があることが本研究と異なる。本研究の目的は、特定の目標の情報ではなく提示内容自体は無価値で不定の情報を与えることで、情報に無意識的に注意しやすくなるシステムを構築することである。

特定の情報が提示されることにより、人に何らかの効果があることを調べた研究も多数ある。Jenniferらは、被験者が作業中に食品の広告を見せられることにより、間食の量が増えることを発見している^[9]。The Memory Glasses^[10]では、テキストをHMD上に提示することにより、記憶の補助を行なっている。これらのように、本研究においてもHMD上に特定の情報を提示することにより、ユーザに影響を与え、その生活をより豊かにすることができると考えられる。

3. 提案手法

ウェアラブルコンピューティング環境のように常時ユーザが情報を閲覧できる環境では、常に特定の取得すべき情報があるわけではないので、その空き時間を利用し、内容取得を目的とはしていない、本来の人間の機能を補間したり拡張できるような情報を提示することが可能である。本研究では、ウェアラブルコンピューティング環境においてユーザが提示された内容に関する情報へとひきつけられ、日常生活の物事に気付きやすくなる低負荷な情報提示手法を提案する。

ユーザに対し無意識的に関心事への気付きを与えるために、本手法ではプライミング効果を利用する。プライミング効果とは、先行してある事柄を見聞きしておくことにより、別の事柄を記憶しやすくなったり、思い出しやすくなるなど、後続する事柄の処理が無意識的に促進される効果である^[1]。先行する事柄のことをプライムといい、それには単語、絵、音などの視覚情報や聴覚情報がありうる。本手法ではユーザの関心事に関連する情報をプライムとし、日常生活において空き時間に常時提示することにより、集中して提示内容を閲覧することなく無意識的に関心事に気付きやすくなることを目指す。プライミング効果は24時間以上持続するとの報告もあり^[11]、実験室環境にとどまらず屋外においてもその効果は期待できる。

本研究では視覚情報をプライムとし、HMD上に提示することでユーザが受動的に情報を閲覧できる環境を想定している。視覚情報は静止画像(以下、画像)、動画像(以下、動画)のどちらかを提示し、その内容は写真、イラスト、撮影映像やアニメーションなどである。例えば、ユーザがお気に入りのアーティストに関する情報を取得したい際には、そのアーティストの写真やプロモーションビデオをHMD上に提示する。提示内容によってプライミング効果が起こり、ユーザは潜在的にそのアーティストに注目するようになり、街中で関連する情報を得やすくなると考えられる(図1)。

図2にシステム構成図を示す。ユーザはHMD本体のストレージやサーバ上に、気づきたい情報に関連する画像や動画のデータを、カメラで撮影したりインターネット上のデータをダウンロードしたりして蓄積し、状況に応じてHMDの画面上に表示する。画像データ等を事前に用意していない際には、リアルタイムでインターネット上で検索を行ない、その結果を表示する。

4. 利用例

本提案システムのいくつかの利用シナリオを以下に示す。

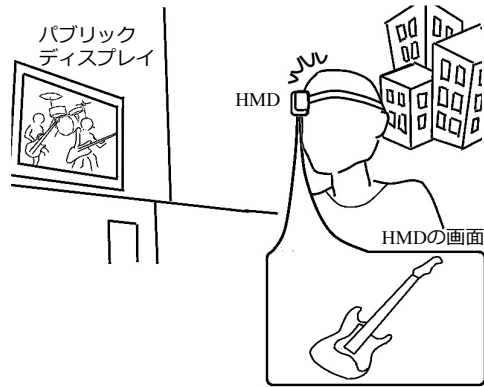


図1 想定環境

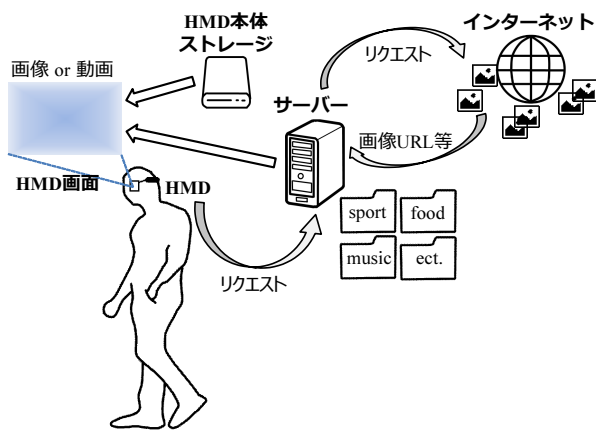


図2 システム構成図

平日、会社に出勤する。

(A) 朝、電車に乗って会社へ向かう。好きな俳優やミュージシャンの誰かが電車内や駅での広告等で話題になっているのが見つかる嬉しい。

(B) お昼休憩、上司と定食屋に行く。ラーメン、ハンバーグやカレーが好きなので、それぞれ新しいお店ができていないかを外へ出たついでにチェックしておきたい。

(C) 営業で外回りに出る。次の訪問まで時間があるのでどこかで休憩しようと考えた。あまり来ないところなのでどこにカフェ等があるのかわからないが、どこか途中で見つければ寄ることにする。

(D) 仕事を終え、家に帰る。奥さんの誕生日が近付いてきている。奥さんは読書が好きで、最近インテリアに興味があるようだ。街中で奥さんの興味・関心についての事柄を見つけて情報収集しておいて、良いものをプレゼントに買えるようにしよう。

休日、街へ出かける。

(E) 最近ファッションで何が流行っているのか、どのように取り入れられているのかチェックしておきたい。他の人の着こなしを参考にしつつ、いいものがあれば

買おう。

(F) 街をぶらついていると、展覧会的话题をしている人たちがいた。何の展覧会かはわからないけど、少し気になる。どこでやっているのか、自分に興味ある内容なのか、他に話題にしている人たちがいないか、なかったら行ってみよう。

(G) 帰り道に雑貨店があるけど、日用品でストックがなくなりつつあるものがあつただろうか。何か思い出したら買って帰ろう。

休日、観光に行く。

(H) 目的の観光地の駅に着いた。「ブライ」という食べ物がたくさん売られていて、名物であることがわかった。まだお腹が減っていないけど、後でどこかのお店に立ち寄って食べよう。

(I) この観光地では、「ミング」という花が有名で、様々な場所に咲いているらしい。たくさん見つけて写真に収めたい。

(A) や (B) のように、自身の興味・関心であっても見落としている可能性もあるので、見つけたい情報に関係する画像を蓄積し、そのうちのどれかの画像を表示しておくことで気づきやすくなる。(G) についても同様に日用品の画像を蓄積しておき、それらの画像を表示する。

(C) や (F)、(I) のように、ふと考えたものや、日常生活では気づく必要がないがその場では気づきたい情報は、蓄積していないため、その情報についてインターネットで画像検索した結果を表示する。(E) のように、その時々流行りにについてもトレンド情報とそれに関する画像をインターネットで検索し、表示する。また視覚的な情報だけでなく、(F) のように他人の会話など聴覚情報にも気づきやすくなることも目的とする。(D) のように、日常的ではないがある程度の期間がある情報についてはその都度、画像を蓄積する。この例のように自身の興味・関心以外にも対応することを想定している。

(H) のように、その場で気づいたものはカメラで撮影して、その画像を提示する。日常的に気づきたい情報についてもカメラによる撮影画像を保存し、随時蓄積する。

5. 予備実験

特定の情報を常時視界内に提示することによって、それに関連する情報に気づきやすくなるかを実験により評価する。実験では画像をプライムとして用い、その画像に対して現実世界の視覚的な情報に気づくか、および現実世界の聴覚的な情報に気づくかをそれぞれ評価する。これまでの研究におけるプライミング効果を



図3 動画中の関連画像の例 (視覚情報取得)

調べる実験としては、後続する刺激への反応時間を測定として研究が行なわれていることが多く、対象は語彙判断などの文字に対して実験されることがほとんどであった。プライミング効果は、ある概念が処理された時には、その概念と結びついている関連ある他の概念に対しても活性化が広がっていくことにより起こるとされており、本研究での狙いである HMD 上に画像を提示して実世界上の関連する情報に気づきやすくなることにも効果があるかを本実験により調査する。具体的な手順としては、大学構内を歩行する動画を撮影し、その動画中の左上に特定の画像が表示される動画を3種類ずつ(それぞれ画像部分以外は同じ内容の動画)作成した。これらの動画を1人の被験者につき1つPC上で閲覧させ、関連した情報に気づいたかどうかを調べる。

5.1 視覚情報取得への影響

常時提示された情報による、関連した視覚情報の取得への影響について調査する。

5.1.1 実験方法

大学構内を歩行する動画の道中の道脇やベンチの上などには、サッカー関連オブジェクト(サッカーボール3個、ユニフォーム、サッカー雑誌)と、野球関連オブジェクト(バット2本、グローブ2個、野球ボール)のそれぞれ5つずつが計10箇所に配置されている。作成した3種類の動画はそれぞれ左上にサッカー関連画像、野球関連画像が表示されるか、画像表示が無い動画である。サッカー関連画像はボール(図3左上)やゴールポスト(図3右上)、試合中の写真、野球関連画像はグローブ(図3左下)やスコアボード(図3右下)、試合中の写真である。動画の長さは約4分半で、解像度は960×540、左上の画像はそれぞれ6種類で10秒ごとに切り替わり、解像度は200×150である。動画のスクリーンショットを図4に示す。

被験者は10代から50代の男女45人で、3種類用意

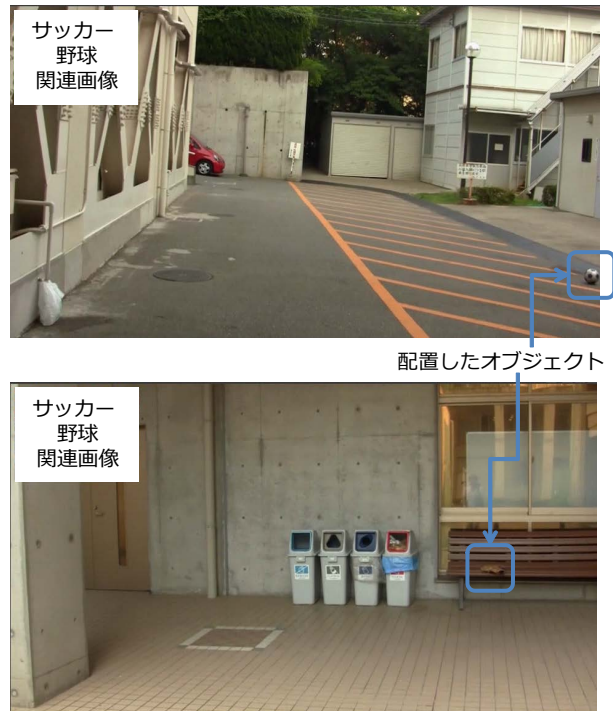


図4 実験(視覚情報取得)用動画のスクリーンショット

した動画を15人ずつに閲覧させた(以下、サッカー関連画像付動画閲覧グループをグループVS、野球関連画像付動画閲覧グループをグループVB、関連画像が無い動画を閲覧した被験者のグループをグループVNとする)。被験者には実験の意図やオブジェクトが配置されていることは伝えずに閲覧させた。動画終了後、以下の問いに答えさせた。

・サッカー関連の物をいくつ見つけましたか？

(左上の写真ではなく、歩行している動画において)

・野球関連の物をいくつ見つけましたか？

(左上の写真ではなく、歩行している動画において)

次に、以下の問いに答えさせた。

・それぞれ何を見つけましたか？

(覚えている範囲でかまいません。)

・それぞれどこにありましたか？

(覚えている範囲でかまいません。)

「(覚えている範囲でかまいません。)」として、回答することを必須にしていけないのは、返答の煩わしさから回答が煩雑になることを避けるためである。最後に自由記述欄も設けた。

ユーザの関心事へと引き込みを行なう常時映像閲覧システム

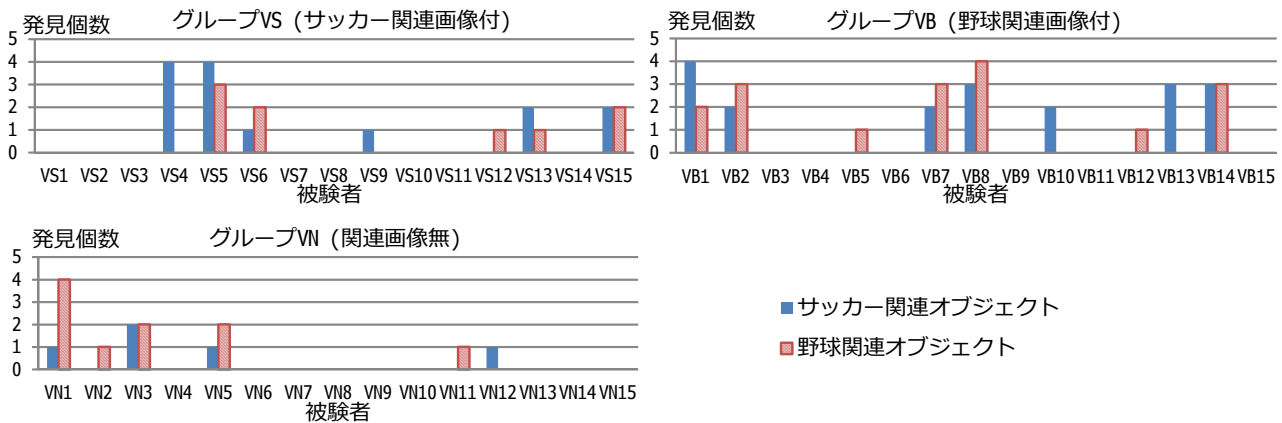


図5 予備実験 (視覚情報取得) の結果 1

表1 予備実験 (視覚情報取得) の結果 2

項目	グループ VS	グループ VB	グループ VN
a. サッカー関連オブジェクト発見個数平均 (個/5 個)	0.93	1.3	0.33
b. 野球関連オブジェクト発見個数平均 (個/5 個)	0.60	1.1	0.67
c. サッカー関連オブジェクト発見個数の標準偏差	1.4	1.4	0.60
d. 野球関連オブジェクト発見個数の標準偏差	0.95	1.4	1.1
e. サッカー関連オブジェクトの方を多く発見した人数 (人/15 人)	4	3	1
f. 野球関連オブジェクトの方を多く発見した人数 (人/15 人)	2	5	4

表2 予備実験 (視覚情報取得) の結果の再現率

	グループ		
	VS	VB	VN
サッカー関連	19%	26%	6.6%
野球関連	12%	22%	13%

5.1.2 実験結果と考察

結果を図5に示す。図5左上はグループVSの結果であり、縦軸にサッカー関連オブジェクト、野球関連オブジェクトそれぞれの発見された個数を示し、横軸に被験者をとっており、15人の被験者をVS1～VS15で表している。図右上、図左下も同様であり、被験者はVB1～VB15, VN1～VN15と表している。また表1に項目a～fに対する数値を示し、以下の記述においてグループVSの項目aをVS-aとし、その他同様にVS-b～VS-f, VB-a～VB-f, VN-a～VN-fとする。オブジェクトについて何を見つけたかについてほぼ全ての被験者が回答を記述しており、平均して各自見つけた内の6割ほどについて書き込まれた。記述の中で唯一あった勘違いが、「コーン」という記述で、工事用のコーンをサッカー関連だと考えられる。その回答については報告数から引き、これ以外には勘違いはなかった。この結果と、動画中にはボールなどが実験用に配置したもの以外には存在していなかったことから勘違いによる報告はほぼ無く、回答の適合率は100%であったと考えている。また再現率については表2に示す通りである。

まず、VN-a, bを見ると、0.33と0.67であり、VN-b

の方が多いが大きな差はなく、動画中のオブジェクトを発見する難易度は少し野球関連のオブジェクトの方が見つけやすかったと考えられる。

VS-aとVS-b, VB-aとVB-bをそれぞれ比べると、ともに項目aの方が多かったが、VS-aとVN-a, VB-bとVN-bをそれぞれ比べてみると、どちらも関連画像がある方が多い。個人ごとの結果については、VS-eとVS-f, VS-eとVS-fをそれぞれ比べると、どちらのグループも関連画像が与えられていた方を多く発見した被験者が多かった。

各グループ(3)×発見個数(2)によって閲覧情報による発見個数への影響を分析した。分散分析の結果、有意差は見られなかった。また表1のe, fの項目について χ^2 検定を行なったところ、有意差は見られなかった。

本実験はサッカーと野球で行なっており、どちらもスポーツであったため、被験者はスポーツや球技といった情報に引きつけられていた可能性がある。実際に、VN-a, bの合計とグループVS, VBの両オブジェクト合計発見個数の平均を比べると、前者の値は1.0に対し後者は2.0であり、10個のオブジェクトの内1個の違いがあった。

回答後の自由記述を見てみると、グループVNの中には何をどこで見つけたかを書く欄で本来野球ボールがある箇所に「馒头があった」と書いている等、オブジェクトに目が向いているもののそれが関連オブジェクトだと気付いていない被験者がいたが、グループVS, VBにはそのような被験者は見られなかった。

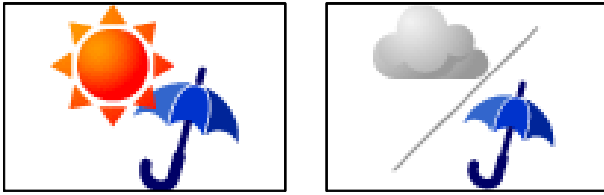


図6 動画中の関連画像の例 (聴覚情報取得)

5.2 聴覚情報取得への影響

常時提示された情報による、関連した聴覚情報の取得への影響について調査する。

5.2.1 実験方法

作成した3種類の動画はそれぞれ左上にサッカー関連画像、天気関連画像が表示されるか、関連画像が無い動画である。サッカー関連画像は視覚情報取得への影響についての実験と同じ写真、天気関連画像は天気予報のアイコン(図6)や、天気予報番組の写真と雲の映った衛星写真である。動画中では、サッカーについて話す人たち5組と、天気について話す人たち5組とすれ違う。それぞれ話す人はすれ違う際に関連する単語(「シュート」や「ボール」,「雨」や「寒い」)を発しており、全て男性である。動画の長さは約5分で、解像度は720×540、左上の写真はそれぞれ6種類で10秒ごとに切り替わり、解像度は160×120である。動画のスクリーンショットを図7に示す。

被験者は20代から30代の男女36人で、3種類用意した動画を12人ずつに閲覧させた(以下、サッカー関連画像付動画閲覧グループをグループAS、天気関連画像付動画閲覧グループをグループAW、関連画像が無い動画を閲覧した被験者のグループをグループANとする)。被験者は視覚情報取得への影響を調べた実験の被験者とは全員違う人であり、動画中で関連する話題をしている人とは面識がない。被験者には実験の意図は伝えず、インターネット上で配布した動画を閲覧させたが、音声を聞かせる必要があるため、動画添付ページの前ページで音量の調整を行わせた。この際に、音声を聞き取ることに注意を向けさせないために、輝度の調整やキーボードの設定も加えて行わせた(図8)。動画終了後、5.1節の実験と同様にサッカー関連の話題をする人と何組すれ違ったか、天気関連の話題をする人と何組すれ違ったか、それらはどのような話題で、どこで話していたかを答えさせた。またサッカーが好きか、そうでないかを答えさせ、最後に自由記述欄を設けた。

5.2.2 実験結果と考察

結果を図9に示す。図9左上はグループASの結果であり、縦軸にサッカー関連話題、天気関連話題それぞれの発見された話数を示し、横軸に被験者を取り、

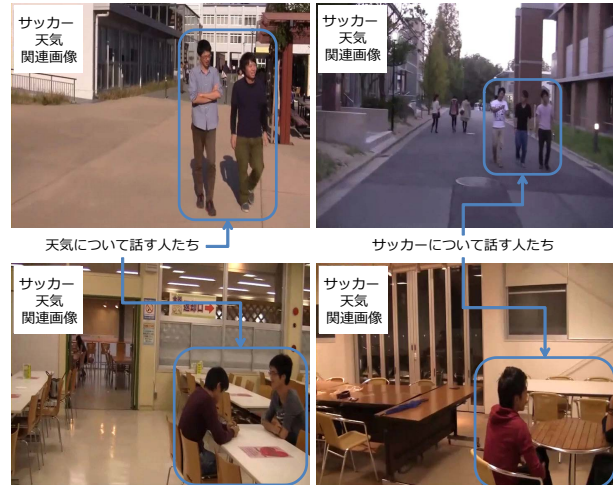


図7 実験(聴覚情報取得)用動画のスクリーンショット



図8 実験前に設定を行なわせたブラウザのスクリーンショット

12人の被験者をAS1-AS12で表し、サッカーが好きと答えた被験者の番号にはピリオドを付けた。図右上、図左下も同様であり、被験者はAW1-AW12, AN1-AN12と表している。また表3に項目a-fに対する数値を示し、以下の記述においてそれぞれのグループの各項目に対する数値をAS-a-AS-f, AW-a-AW-f, AN-a-AN-fとする。どのような話題に気付いたかについてほぼ全ての被験者が回答を記述しており、平均して各自見つけた内の6割ほどについて書き込まれた。回答中に勘違いは無く、実験用の会話以外に、サッカーや天気に関する会話は無かったので、回答の適合率は100%であったと考えられ、再現率は表4に示す通りである。

まず、AN-a, bを見ると2.0と1.9であり、動画中のそれぞれの話題を発見する難易度は同程度であったと考えられる。

AS-aとAS-b, AW-aとAW-bをそれぞれ比べてみると、どちらのグループも関連画像が与えられていた方を多く発見した被験者が多かった。AS-aとAN-a, AW-bとAN-bをそれぞれ比べてみると、どちらも関連画像がある方が多くなっている。グループASでは

ユーザの関心事へと引き込みを行なう常時映像閲覧システム

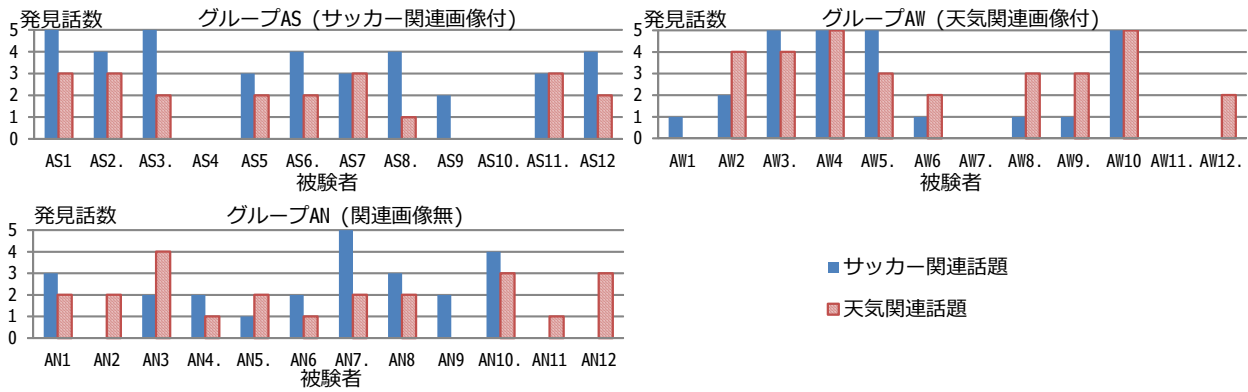


図 9 予備実験 (聴覚情報取得) の結果 1

表 3 予備実験 (聴覚情報取得) の結果 2

項目	グループ AS	グループ AW	グループ AN
a. サッカー関連話題発見組数平均 (組/5 組)	3.1	2.2	2.0
b. 天気関連話題発見組数平均 (組/5 組)	1.8	2.6	1.9
c. サッカー関連話題発見組数の標準偏差	1.6	2.1	1.5
d. 天気関連話題発見組数の標準偏差	1.2	1.8	1.0
e. サッカー関連話題の方を多く発見した人数 (人/12 人)	8	3	7
f. 天気関連話題の方を多く発見した人数 (人/12 人)	0	5	5

天気関連を多く発見した被験者はいなかった。AW-e が 3 人であるが、そのうちの 2 人はサッカーが好きと答えているため、元々興味のあるサッカーに気付いたのだと考えられる。一方で、AW8, 9, 12 はサッカーが好きと答えているが、天気関連を多く発見している。

各グループ (3) × 発見組数 (2) によって閲覧情報による発見個数への影響を分析した。分散分析の結果、交互作用が有意であった ($F_{(2,33)} = 4.44, p < .05$)。発見組数の単純主効果を検定したところ、グループ AS において、有意であり ($F_{(1,33)} = 9.71, p < .01$)、その他は有意でなかった。

また表 3 の e, f の項目について χ^2 検定を行なったところ、人数の偏りは有意であった ($\chi^2_{(2)} = 7.13, p < .05$)。残差分析によると (表 5)、サッカー関連情報を見つつ、サッカーの方を多く見つけた人数がプラスに有意であり、天気を多く見つけた人数がマイナスに有意であった。その他、天気関連情報を見つつ、サッカーを多く見つけた人数がマイナスに有意 (有意傾向)、天気を多く見つけた人数がプラスに有意 (有意傾向) であった。この結果から、関連情報を与えることで発見への影響を与えられていたと考えられる。天気関連に関しては有意ではなかったが、話題発見の難易度が同程度と考えられる条件であるため、本手法では影響の起こりやすい目的の情報、もしくは影響を起こしやすい提示情報がある可能性があることがわかった。

5.1 節、5.2 節の 2 つの予備実験の結果により、視覚情報を与えることにより関連情報へとひきつけられることがわかり、提案手法はユーザの関心への気づきを

表 4 予備実験 (聴覚情報取得) の結果の再現率

	グループ		
	AS	AW	AN
サッカー関連会話	62%	44%	40%
天気関連会話	36%	52%	38%

表 5 表 3 の各セルの調整された残差

	グループ AS	グループ AW	グループ AN
e.	2.49*	-1.87 [†]	-0.57
f.	-2.49*	1.87 [†]	0.57

[†]p < .10 *p < .05

与えることに効果があると期待できる。

6. 実環境での評価

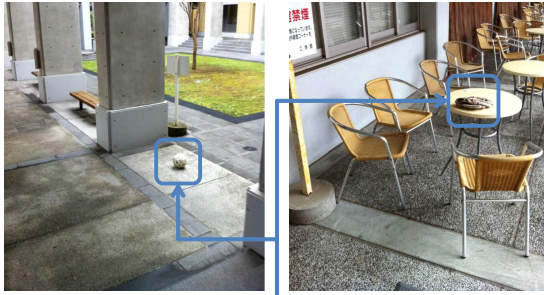
HMD を装着して実環境中を移動する際にどのような影響が出るかを 2 種類の実験により調べた。最初の実験では、予備実験と同様に、常時特定の情報を閲覧することによって、それに関連するオブジェクトに気づくかどうかを調べる。次の実験では、これまでの実験とは異なり、HMD 上に表示された情報によって、人の行動に影響があるかどうかを調べる。

6.1 実環境中の視覚情報取得への影響

本提案システムでは、これまで見落としていた情報に気づきやすくなることを目的としている。そこでこの実験では、HMD 上に表示された映像により、それに関連した情報に実世界上で気づきやすくなるかについて調べる。

6.1.1 実験方法

実験は HMD 上に指定の動画を表示した状態で、被験者に指示したコースを普段の歩行時のペースで歩か



配置したオブジェクト

図 10 オブジェクトを配置した様子

せた。コース上には図 10 のように予備実験と同じサッカー、野球関連のオブジェクトを 5 箇所ずつ間隔を空けて配置した。コースは徒歩約 5 分で回りきれ、被験者が歩き慣れている大学構内をコースとし、実験前にコースは記憶させた。被験者はそれぞれ 1 人で歩行し、コースを間違えないように著者が約 3m 後ろをついて行った。被験者は 20 代の男女 11 人で、HMD 上に PC から出力されたサッカーの試合動画が提示されている被験者が 6 人 (グループ VS'), 野球の試合動画が提示されている被験者が 5 人 (グループ VB') であり、5 章で行なった予備実験に参加した被験者はいない。コースを回中でオブジェクトが視界に入らずに気付かなかったのか、視線が向いているにも関わらず気付かなかったのかを調べるために、それぞれのグループで 2 人ずつアイトラッカを付けて視線を計測しながら実験を行わせた。オブジェクトが置かれていることや実験の意図は被験者には伝えず、コースを回り終えた後にそれぞれのオブジェクトをいくつか見つけたかを答えさせた。実験の様子を図 11 に示す。HMD は島津製作所の単眼シースルー HMD である DataGlass3/A を用いた。アイトラッカには株式会社ナックイメーゲテクノロジーのアイマークレコーダ EMR-9^[12] を使用した。この装置は、実環境下での視線の動きを追跡する用途を想定して携帯性重視の設計が行われており、歩行中における視線の動きも記録できる。図 12 はアイトラッカに装着されたカメラによる取得画像である。図中の赤枠で囲った部分に四角、バツ、丸が表示されているが、四角が右目、バツが左目を表しており、丸がそれらから算出される両眼で見ている位置である。本稿では丸がオブジェクトに重なると視線が向いたと判断する。例えば、図 12 ではサッカーボールに視線が向いたと判断している。

実験後には、サッカーの方が好きか、野球の方が好きか、どちらも好きか、どちらも特に好きというわけではないかを 4 択で回答させた。

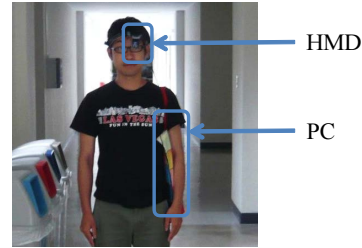


図 11 実験の様子



図 12 アイトラッカの取得画像

6.1.2 実験結果

実験結果を表 6 に示す。5 個のサッカー関連オブジェクトをそれぞれ OS1 - OS5 で、野球関連オブジェクトを OB1 - OB5 で表しており、グループ VS' の被験者を VS'1 - VS'6、グループ VB' の被験者を VB'1 - VB'5 とし、被験者ごとに発見したオブジェクトの列に赤い●印、右端 2 列にそれぞれのオブジェクトごとの発見個数を示しており、() 内の数字は被験者が視線を向けたオブジェクトの数である。10 個のオブジェクトについてそれぞれ見つけた人数を見ると、平均 1.6 人に見つけられ、その分散値は 1.24 であり、あるオブジェクトが突出して見つけられることはなかった。被験者 VB'4 は他の被験者に比べて多く見つけているが、ヒアリングの結果からコース序盤で実験の内容がオブジェクトを発見することであることに気付いてしまったことが原因であると考えられる。また、何をどこで見つけたかについて全て聞いたところ、勘違いや間違いは無く、回答の適合率は 100% であり、再現率は表 7 に示す通りである。

全体の結果を見てみると、被験者 11 人中 6 人が HMD 上に提示されている動画の関連オブジェクトの方を多く見つけている。提示された動画と違うオブジェクトの方を多く見つけた被験者は VB'2 のみであった。VB'2 はサッカーが好きであるためサッカー関連オブジェクトにより気付いたと考えられる。

VS'4 はサッカーの方が好き、VB'5 は野球の方が好きと答えており、元々の関心事であり、かつ提示された情報の関連オブジェクトの方が多く気付く、関心事でない関連オブジェクトには気づいていない。VS'3, 5

表 6 実環境中の視覚情報取得への影響の実験結果

被験者	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OB1	OB2	OB3	OB4	OB5	サッカー 発見個数 (/5)	野球 発見個数 (/5)
VS'1											0	0
VS'2											0	0
VS'3	●										1	0
VS'4	●		●								2	0
VS'5			●								1 (2)	0 (1)
VS'6											0 (3)	0 (1)
VB'1	●						●		●		1	2
VB'2					●						1	0
VB'3										●	0	1
VB'4	●	●			●	●			●	●	3 (4)	3 (3)
VB'5							●				0 (1)	1 (1)

表 7 視覚情報取得の実験結果における再現率

	グループ	
	VS'	VB'
サッカー関連オブジェクト	13%	20%
野球関連オブジェクト	0%	28%

表 8 視覚情報提示実験結果 (平均, 標準偏差)

グループ	VS'		VB'	
	サッカー	野球	サッカー	野球
発見個数				
Mean	0.67	0.00	1.0	1.4
S.D.	0.75	0.00	1.1	1.0

は野球, VB'1, 3 はサッカーの方が好きであるが, 提示された情報の関連オブジェクトの方が多く気づいている. VS'3, 5, VB'3 は自身の関心事に 1 つも気づいておらず, 普段の生活でも関心事を見落とす可能性があることがわかる. アイトラッカを用いた際の結果を見てみると, 視線が向いているにも関わらず気づいていないことがあるが, 関連動画を見ているオブジェクトには気付くことが多い.

各グループ (2) × 発見個数 (2) によって閲覧情報による発見個数への影響を分析した. 表 8 は各郡の発見個数の平均と標準偏差を示したものである. 分散分析の結果, 交互作用が有意 (有意傾向) であった ($F_{(1,21)} = 4.27, p < .10$). 閲覧動画の種類の単純主効果を検定したところ, 野球関連の発見個数において, 有意であり ($F_{(1,9)} = 9.25, p < .05$), サッカー関連の発見個数は有意でなかった. また発見個数の単純主効果はどちらも有意ではなかった.

実験後に動画により意識に変化があったかを質問したところ, 全被験者が変化はなかったと答えており, 負荷を与えることなく無意識的に提示情報の効果を受けていることがわかった.

6.2 実環境中の注意事象への影響

本提案システムでは, これまで気に留めることがほとんどなかった事柄にも注意が向くようになることも目的としている. そこでこの実験では, HMD に提示した映像により, 目につくものへの変化があるかについて調べる.

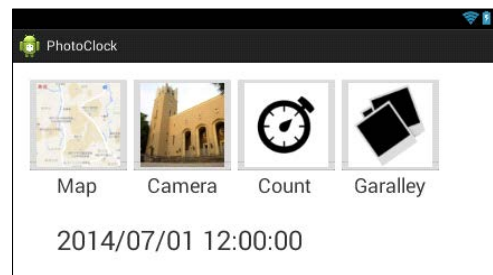


図 13 実験で使ったアプリケーション画面



図 14 実験で使ったアイコン用画面

6.2.1 実験方法

HMD 上で動作するカメラ撮影用アプリケーションを作成した. 図 13 にアプリケーションの画面を示す.

被験者は HMD を装着した状態で筆者の所属する研究室を出発点・終着点として 30 分以上自由に歩き周り, HMD 上のカメラで 8 枚以上の何気なく目についたものの写真を撮影する. 実験に使用した HMD は Vuzix 社の M100^[13] で, 動作する OS は Android 4.0.4 であり, アプリケーション開発は統合開発環境である Eclipse を用いて Java で行なった. アプリケーションの操作は M100 上の物理ボタンのみで行なうことができるが, このアプリケーション以外の機能の操作はできないようになっている. カメラ撮影を同じ地点で集中的に行わせないために, 1 度撮影したら 1 分間は次の撮影ができない. 図 13 中の 4 つのボタンは左から, “Map”, “Camera”, “Count”, “Garalley” となっている. “Camera” をクリックするとカメラが立ち上がり, 撮影ができる. “Camera” のアイコン画像について図 14 の 3 枚の画像を用意し, 被験者ごとにどれか 1 枚の画像をアイコンに用いる. (A) 建物, (B) 自然,

表 9 注意事象への影響の実験結果

被験者	撮影枚数				枚数割合 (%)			
	建物	自然	乗り物	その他	建物	自然	乗り物	その他
A1	0	2	0	8	0	20.0	0	80.0
A2	1	2	0	7	10.0	20.0	0	70.0
A3	3	1	0	6	30.0	10.0	0	60.0
A4	12	1	1	3	70.6	5.9	5.9	17.6
A5	3	0	0	8	27.3	0	0	72.7
B1	1	4	2	12	5.3	21.1	10.5	63.1
B2	3	4	0	10	17.6	23.5	0	58.9
B3	0	3	2	9	0	21.4	14.3	64.3
B4	1	4	1	8	7.1	28.6	7.1	57.2
B5	1	2	2	8	7.69	15.4	15.4	61.5
C1	4	4	0	9	23.5	23.5	0	53.0
C2	0	0	1	8	0	0	11.1	88.9
C3	4	2	1	5	33.3	16.7	8.3	41.7
C4	1	4	1	11	5.9	23.5	5.9	64.7
C5	1	0	5	7	7.7	0	38.5	53.8

(C) 乗物の写真により、被験者が撮影する画像にどのような変化が現れるかについて調べる。M100 のディスプレイの解像度は 432×240 であり、各アイコンの画像の大きさは 100×100 としている。“Count” をクリックすると次に写真が撮れるまでの時間を表示したり、アイコンが並ぶ画面に現在の時間を表示したりすることにより、被験者の視線が自然と HMD に向かうようにした。“Map” は研究室付近の地図が表示され、右端の“Gallery” は Android のギャラリーを開くことができるが、実験中に使うことはほとんどなく、“Camera” のアイコンが目立たないようにするために用意した。

被験者は筆者の所属する研究室の 20 代の男女 15 名で、それぞれの“Camera”アイコンについて 5 名ずつ実験を行なった。被験者には実験の意図・目的は知らせず、アプリケーションの操作方法について教えた後、「HMD とカメラの関係性について調べたいので、目についたものを自由に撮影してきてください。」と伝えて実験に協力させた。実験後に実験の意図に気づいたか尋ねたところ、気づいた被験者はいなかった。

6.2.2 実験結果

実験結果を表 9 に示す。(A) のアイコンが表示されていた被験者を A1 – A5 と表記し、同様に (B), (C) についても B1 – B5, C1 – C5 としている。それぞれの被験者が撮影してきた写真が、建物、自然、乗物、その他のいずれかのジャンルに分類されるかどうかを判断し、判断されればその枚数、また撮影してきた合計枚数を示し、それぞれに分類された枚数が合計枚数の内のどれだけの割合であったかを示している。表 10 には各アイコンを見たグループごとに建物、自然、乗物 (それぞれグループ A, グループ B, グループ C とする) への分類枚数の割合の平均を示す。分類については筆頭著者と研究室の学生 1 名がそれぞれ主観で行ない、両者の意見が一致した写真のみ分類している。学生 1 名には写真を全てデータで渡し、それぞれを建

表 10 注意事象への影響の実験結果の平均

被験者	枚数割合の平均 (%)			
	建物	自然	乗物	その他
グループ A	32.8	10.3	1.7	55.2
グループ B	7.8	22.1	9.1	61.0
グループ C	14.7	14.7	11.8	58.8



図 15 撮影された写真の分類例

物・自然・乗物・その他に自分が思うように分類するように指示し、その他については自由に項目を作って分類させており、筆頭著者と学生は別々に話し合いすることなく分類している。図 15 に撮影された写真とその分類の例を示す。

表 10 を見てみると、グループ A, B については、アイコン画像と同ジャンルと判断される写真を最も多く撮影した被験者が多かった。グループ A は建物と判

表 11 その他の写真を分類した枚数割合の平均

被験者	枚数割合の平均 (%)				
	看板・掲示	人物	物体	風景	不一致
A1-A5	19.0	3.4	10.3	0	22.5
B1-B5	9.1	6.5	2.6	5.2	37.6
C1-C5	14.7	14.7	1.5	1.5	26.4

表 12 撮影合計枚数の調整された残差

	建物	自然	乗物	その他
グループ A	3.70**	-1.44	-2.06*	-0.63
グループ B	-2.79**	1.76†	0.50	0.55
グループ C	-0.68	-0.43	1.46	0.04

†p < .10 *p < .05 **p < .01

断されなかったが建物の前にある看板、グループ B は自然と判断されなかったが木や草が含まれている写真を撮影していることが多かった。グループ C は、乗物の写真が最も多かったわけではないが、他のグループに比べて乗物関係の写真的割合が多く、C1 以外が 1 枚以上乗物関係の写真を撮影していた。A4 が多くの建物に関する写真を撮影しているが、図 15 右上のような建物の名前の写真が 12 枚の内 7 枚あり、自分なりにテーマを決めて撮影していたと考えられる。表 11 は、建物、自然、乗物に分類されなかった写真を分類した際の結果と、2 人の不一致となった枚数の結果である。これらの中では 20%を超える分類はなかったが、グループ A が建物の近くにある看板の写真を撮影していることが多かった。

各グループごとの撮影されたそれぞれの (建物・自然・乗物・その他) 合計枚数について χ^2 検定を行なったところ、枚数の偏りは有意であった ($\chi^2_{(6)} = 19.723$, $p < .01$)。残差分析によると (表 12)、建物を撮ってきた枚数では、グループ A がプラスに有意、グループ B がマイナスに有意であった。自然の枚数では、グループ B がプラスに有意 (有意傾向) であった。乗物の枚数では、グループ A がマイナス有意にであった。その他の枚数では、どのグループでも有意でなかった。

上記の結果から、HMD 上に表示された小さな画像によって、ふと目につく実世界上の事柄に影響があると考えられる。

7. 実装

これまでの実験から HMD 上に表示した映像はユーザに影響を与えていることがわかった。そこで、4 章で記述したようなシチュエーションで利用可能な、特定の映像を常時閲覧できるシステムのプロトタイプを実装した。実装したシステムは、HMD 上のアプリケーションとサーバ上のプログラムから構成され、HMD 本体に保存された映像を提示したり、サーバへリクエストを送ることで、サーバに保存された映像やウェブ上の映像を提示したりすることができる。HMD 上の

アプリケーションの開発は Vuzix 社の M100(OS: Android 4.0.4) 上で動かすことを想定し、Java により行なった。サーバは Windows Server 2012 を用い、プログラムは C#と PHP により実装した。

図 16 に HMD 上で働くアプリケーションの画面を示す。ボタンは、“Image”、“Video”、“Server”、“Search”、“Trend”、“Camera”、“Upload”、“GPS”である。“Image”をクリックすると Android のギャラリーが開き、選択した画像が画面に表示される。図 17 に画像が表示された状態の画面を示す。“Video”も同様にギャラリーから動画を選択でき、動画がグループ再生される。“Server”をクリックすると、サーバにリクエストを送り、サーバ上の画像が保存されているフォルダ名のリストが返され、ボタンで表示される。HMD 上でフォルダ名を選択するとそのフォルダ内に保存されている画像ファイル名のリストが返され、画像ファイル名を選択するとその画像が表示される。“Image”、“Video”、“Server”機能により、4 章 (A), (B), (G) のような状況に対応する。“Search”をクリックして、HMD 上で文字を入力すると、入力された文字がサーバへと送信される。サーバ上のプログラムは受信した文字で Google 画像検索を行ない、その画像の URL を返し、HMD 上では検索結果の画像が表示される。このようにサーバを介することで、検索に用いる API に変化があった際やその他の API を使いたい祭などに、サーバ上のプログラムを更新するだけで対応することができる。この“Search”機能により 4 章 (C), (F), (I) に対応する。“Trend”をクリックすると、3 つボタンが現れ、それぞれ Yahoo!検索ランキングの結果、goo キーワードランキングの結果、Twitter のトレンドワードがサーバ上で取得され、送信される。HMD 上でその中から選択したワードについて Google 画像検索が行なわれ、その画像を見ることができる。この機能により、4 章 (E) に対応する。“Camera”をクリックすると、カメラ機能が立ち上がり、撮影ができる。撮影すると、“Image”機能での画面に撮影した画像が表示される。この機能により、4 章 (H) に対応する。その他の状況においても、ふと気づいたものをカメラですぐに映像記録として残せる。“Upload”をクリックすると、Android 上の画像をサーバにアップロードできる。HMD 上で入力した文字のフォルダに保存されるが、サーバ上にフォルダが存在しない場合はその名前のフォルダが作成される。この機能により、4 章 (D) に対応する。“GPS”をクリックすると、現在ユーザがいる地点の GPS 情報が保存される。4 章 (B) のように、後日行きたい場所を見つけるような状況も考えられるため、GPS 情報を保存する。

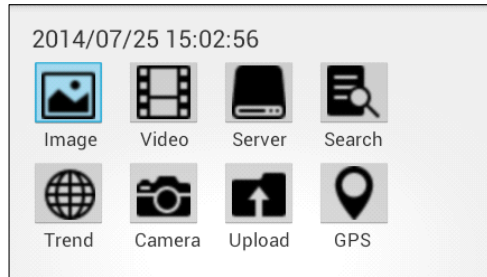


図 16 アプリケーション画面



図 17 画像を表示した画面

8. 考察

本研究ではウェアラブルコンピューティング環境において視覚情報を与えるシステムを実装したが、近年、ウェアラブルコンピューティング環境に限らずスマートフォンやデジタルサイネージなどの普及により、人がコンピュータの画面を見ることが増えている。本手法では関連した視覚情報を与えることでユーザの興味に関連した情報に気づきやすくさせ、Vickery らの研究^[8]では特定の視覚情報を閲覧させることにより目的の実物を認知しやすくさせるといったように、これらの研究では視覚情報によりユーザの認知心理に影響を与えている。また中村らは生体情報の虚偽情報を視覚的にユーザに与えることでプラセボ効果を引き起こす研究^[14]を行っており、ユーザの生理に影響を与えている。これらの研究からわかるように、コンピュータの画面を見ることが人間の行動や生理に影響を与えており、我々が普段利用しているコンピュータ画面も我々の行動に思わぬ影響を与えている可能性がある。その影響は悪用されること（洗脳や誘導等）や、生活にマイナスに働くこと（SNS で他人の風邪を知ることによって自分も体調不良を感じる等）もあり得る。情報コンテンツ作成者が予期せぬ影響を与えないようにするためにも、コンピュータの画面を見ることが与える影響について、今後さらに拡大していく情報社会のためにもよく考えていく必要がある。どのような影響があり得るのかを知ることは重要であり、知ることにより悪影響を避けることや、対策を行う情報提示方法も考えていくことができるため、本研究のような調査の意義

は大きい。

本研究では、提示情報によって日常生活で気付きたい情報に気づきやすくなるといったポジティブな効果を狙っている。本研究で想定する効果を起こすことを狙うには、提示画像と取得したい（させたい）情報が結びつく必要があるが、ある 1 種類の画像から連想する情報の種類はユーザによって異なる可能性がある。しかし、HMD を用いることで、複数種類の画像を切り替えつつ提示でき、連想される情報を意図する情報へと収束させていくことができると考えられる。また世の中のあらゆる情報がプライムとなり得るが、HMD により常に情報が見えていることで周囲の情報を外乱として受けたとしても補正できることも期待できる。

また関連情報として視覚情報を与えたが、聴覚情報を与えることによっても気づきやすくなるかについても研究を行なっていく。これまでに 5.1 節での実験における関連画像をそれぞれサッカー関連音、野球関連音に置き換えた動画を被験者に見せる実験を行なっている。現在、サッカー関連音付動画を見た被験者 8 人の内、サッカー関連オブジェクトを多く見つけた被験者 1 人、野球関連オブジェクトを多く見つけた被験者 1 人、野球関連音付動画を見た被験者 7 人の内、サッカー関連オブジェクトを多く見つけた被験者 0 人、野球関連オブジェクトを多く見つけた被験者 3 人となっており、聴覚情報を付加することによっても影響を与えることを期待できるため、さらに実験を進めていく。

9. まとめ

本研究では、ユーザの関心事に関連する情報を HMD 上に常時提示することにより、認知心理学におけるプライミング効果を起こし、ユーザが取得したい情報に無意識的に気付くことができるシステムを構築した。本稿では、予備実験により、ユーザに提示した視覚情報が、関連した情報取得に与える影響について調査した。また、HMD 上に特定の映像を提示した状態で歩行させる実験を行ない、関連した情報に気づきやすくなるか、どのようなものが目につきやすくなるかを調べた。結果から、視覚情報を与えることにより提示情報に関連した実世界情報が取得しやすくなることがわかり、ユーザに対し画像や動画を視覚情報として提示するシステムを実装した。

今後は、評価実験をさらに進めていく。視覚情報として、イラスト、写真、もしくは単純なアニメーション等が考えられるがユーザに対して与える影響について評価を行い、プライミング効果を起こすために効率の良い視覚情報について考察を行う。作業の程度についても調べていく必要があり、歩く以外の作業を行いつつ視覚情報を提示した際のシステムの効果についても

調査する。今回の評価実験はサッカーと野球で行なったが、ユーザ自身が選択した関心事をシステム上で提示しながら生活した際の変化についても調べる。

理学会論文誌, Vol. 54, No. 4, pp. 1433–1441 (Apr. 2013).

(2014 年 7 月 31 日受付, 12 月 4 日再受付)

著者紹介

参考文献

- [1] E. Turving and D. L. Schacter: Priming and Human Memory Systems, *Science*, Vol. 247, No. 4940, pp. 301–306 (Jan. 1990).
- [2] 岡田智成, 山本哲也, 寺田 努, 塚本昌彦: ウェアラブル MC システム: 司会進行を支援するウェアラブルシステムの設計と実装, コンピュータソフトウェア (日本ソフトウェア科学会論文誌) インタラクティブソフトウェア特集, Vol. 28, No. 2, pp. 162–171 (May 2011).
- [3] T. Stiefmeier, G. Ogris, H. Junker, P. Lukowicz, and G. Tröster: Combining Motion Sensors and Ultrasonic Hands Tracking for Continuous Activity Recognition in a Maintenance Scenario, *Proc. of the 10th IEEE International Conference on Wearable Computing (ISWC 2006)*, pp. 97–104 (Oct. 2006).
- [4] N. V. Pham, T. Terada, M. Tsukamoto, and S. Nishio: An Information Retrieval System for Supporting Casual Conversation in Wearable Computing Environments, *Proc. of the 5th International Workshop on Smart Appliances and Wearable Computing (IWSAWC 2005)*, pp. 477–483 (June 2005).
- [5] 田中宏平, 寺田 努, 西尾章治郎: ウェアラブルコンピューティングのためのユーザ状況を考慮した知覚影響度に基づく情報提示手法, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO 2008) 論文集, Vol. 2008, pp. 1479–1486 (July 2008).
- [6] 矢高真一, 田中宏平, 寺田 努, 塚本昌彦, 西尾章治郎: ウェアラブルコンピューティングのための状況依存音声情報提示手法, 情報処理学会論文誌, Vol. 51, No. 12, pp. 2384–2395 (Dec. 2010).
- [7] G. Lupyan and D. Swingley: Self-Directed Speech Affects Visual Search Performance, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol. 0, Issue. 0, pp. 1–18 (Dec. 2011).
- [8] T. J. Vickery, L. W. King, and Y. Jiang: Setting Up the target Template in Visual Search, *Journal of Vision*, Vol. 5, No. 1, pp. 81–92 (Feb. 2005).
- [9] J. L. Harris, J. A. Bargh, and K. D. Brownell: Priming Effects of Television Food Advertising on Eating Behavior, *Health Psychology*, Vol. 28, No. 4, pp. 404–413 (July 2009).
- [10] R. W. DeVaul, A. S. Pentland, V. R. Corey: The Memory Glasses: Subliminal vs. Overt Memory Support with Imperfect Information, *Proc. of the 7th IEEE International Conference on Wearable Computing (ISWC 2003)*, pp. 146–153 (Oct. 2003).
- [11] L. L. Jacoby and M. Dallas: On the Relationship between Autobiographical Memory and Perceptual Learning, *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 110, No. 3, pp. 306–340 (Sep. 1981).
- [12] 株式会社ナックイメーজテクノロジー, EMR-9: http://eyemark.jp/product/emr_9/index.html
- [13] Vuzix, M100: http://www.vuzix.com/consumer/products_m100/
- [14] 中村憲史, 片山拓也, 寺田 努, 塚本昌彦: 虚偽情報フィードバックを用いた生体情報の制御手法, 情報処

磯山 直也



2010 年神戸大学工学部電気電子工学卒業。2012 年同大学院工学研究科電気電子工学専攻修士課程後期課程修了。現在同大学院工学研究科電気電子工学専攻博士課程後期課程に在籍。ウェアラブル・ユビキタス・エンターテインメントコンピューティングに興味を持つ。

寺田 努 (正会員)



1997 年大阪大学工学部情報システム工学科卒業。1999 年同大学院工学研究科博士前期課程修了。2000 年同大学院工学研究科博士後期課程退学。同年より大阪大学サイバーメディアセンター助手。2005 年より同講師。2007 年神戸大学大学院工学研究科准教授。現在に至る。2004 年より特定非営利活動法人ウェアラブルコンピュータ研究開発機構理事, 2005 年には同機構事務局長を兼務。工学博士。アクティブデータベース, ウェアラブルコンピューティング, ユビキタスコンピューティングの研究に従事。IEEE, 電子情報通信学会, 日本データベース学会, ヒューマンインタフェース学会の各会員。

塚本 昌彦 (正会員)



1987 年京都大学工学部数理工学科卒業。1989 年同大学院工学研究科修士課程修了。同年シャープ(株)入社。1995 年大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻講師。1996 年同専攻助教授。2002 年同大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻助教授。2004 年神戸大学電気電子工学科教授。現在に至る。2004 年より特定非営利活動法人ウェアラブルコンピュータ研究開発機構理事長を兼務。工学博士。ウェアラブルコンピューティングとユビキタスコンピューティングの研究に従事。ACM, IEEE 等, 8 学会の会員。

