

実環境指向のウェアネス情報とその提示手法

白井良成[†] 大和田龍夫[†]
 亀井剛次[†] 桑原和宏[†]

実環境において、他者の存在や活動に関する情報は、環境の特徴の理解に貢献していると考えられる。本論文では、実世界の環境を媒介として人の存在や状態に関する情報をやりとりする方法を提案する。具体的には、環境で行われている人の活動に関する情報を緩やかに変化させながら、環境内に長時間持続的に提示することで同一環境を利用している人々に対し伝達する。さらに、提案した情報提示手法を用いて実装したシステム：Optical Stainについて述べる。本システムは、環境内の人の活動をカメラで検出し、検出した情報を基に、環境にプロジェクタで痕跡を付けることにより、人の存在や状態を非同期にやりとりすることを実現する。Optical Stainの運用を通して、提案する手法の可能性を示した。

Representation Method of Real Environment Oriented Awareness Information

YOSHINARI SHIRAI,[†] TATSUO OWADA,[†] KOJI KAMEI[†]
 and KAZUHIRO KUWABARA[†]

Awareness information on human activities contributes to understanding the environment. This paper proposes a method of exchanging information on human activities through real environments. More concretely, the information on gradual changes in human activities in the environments is summarized and presented on the real environment. The proposed method is implemented in the system, called Optical Stain. This system recognizes human activities inside environments with a camera, and superimposes the activity information onto the environments with a projector. We demonstrate the effectiveness of the proposed method by using Optical Stain.

1. はじめに

実環境において、他者の存在や活動に関する情報は、他者の特徴を伝えるだけでなく、環境を理解する手がかり情報としての側面を持っている。たとえば、たくさんの人が並んでいる喫茶店を目にすると、我々は喫茶店という環境と、その前に並んでいる人々の存在から、並んでいる喫茶店を繁盛していると判断するだろう。一方、昼時にもかかわらず店内が閑散としている喫茶店は、美味しくないと考えるかもしれない。このように我々は実環境に対する一般的知識と、人の存在や活動に関する情報を関連付けしながら、環境を理解

していると考えられる。

Dourishらは、自分の活動に影響を与える可能性のある他人の存在や活動を理解することをウェアネスという語を用いて定義している³⁾。本論文ではこの定義に則り、人の存在や活動に関する情報のうち、実環境に対する知識と付き合わせることで、その環境の持つ特徴への理解を促進し、活動に役立てることができる可能性を持つ情報を、実環境指向のウェアネス情報と呼ぶことにする。

たとえば喫茶店の例では、喫茶店は軽食を食べるところである、という環境に関する一般的知識と、その喫茶店に多くの人が並んでいるというウェアネス情報から、この喫茶店は評判が良い、美味しいのかもしれない、という推測を行っている。

このような実環境指向のウェアネス情報は、従来同一空間を共有する人と人との間でリアルタイムにやりとりされてきた。しかし、人は様々な場所を行き来するため、お互いに同一空間を共有している時間はそ

[†] 日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所
 NTT Communication Science Laboratories, NTT Corporation
 現在、NTT 出版株式会社
 Presently with NTT Publishing Corporation

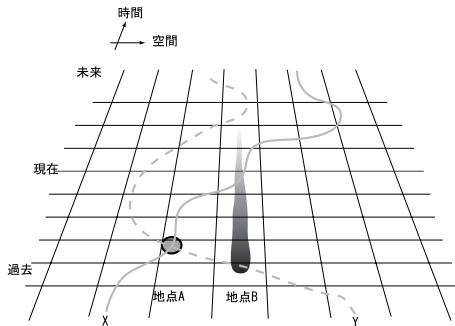


図1 時空間内におけるアウェアネス情報

Fig. 1 Awareness information in space & time.

れほど長くない。たとえば、昼間たくさんの人が並んでいる喫茶店があっても、毎朝開店前にその店の前を通るサラリーマンにはその喫茶店が繁盛しているのかわからない。また、初めて通りかかった喫茶店が混雑していても、その様子からつねに混雑しているのか、そのときたまたま混雑していたのかを知ることはできない。

そこで、我々は実環境指向のアウェアネス情報を実際の環境に対して持続的に提示することで、現在だけでなく過去に遡って人々の存在や状態を感じ取れる環境を提案する。図1に本研究の狙いを示す。これまでユーザXはユーザYが発しているアウェアネス情報を空間と時間を共有した地点Aでしか得ることができなかった。しかし、本手法を用いて、ユーザYの地点Bでのアウェアネス情報を一定時間持続的に地点Bに残すことにより、ユーザXは地点BでもユーザYの活動に関する情報を取得することが可能となる。つまり、リアルタイムにやりとりされていたアウェアネス情報を時間方向に伸長して実環境に提示することで、異なる時間帯に活動している人々の間でアウェアネス情報を共有することが狙いである。これにより人と人、人と環境との緩やかなインタラクションが期待できる。

本論文では、実環境指向のアウェアネス情報の特徴について述べ、実環境指向のアウェアネス情報を共有するための情報提示手法について考察する。また、提案した手法を基に構築したシステム: Optical Stainを紹介し、本システムを実際に運用した際に得られた知見を報告する。

2. 関連研究

本研究では、過去の人々の存在や活動を、同一環境上に時間を越えて表示することで、その環境の特徴の理解を助け、活動に役立てることを狙っている。この

表1 時間、空間による分類⁴⁾

Table 1 Time space taxonomy.

	同期	非同期
対面	同期対面型 インタラクション	非同期対面型 インタラクション
分散	同期分散型 インタラクション	非同期分散型 インタラクション

ように、人の存在や状態を伝達することで、人々の活動に役立てようとするアウェアネス支援に関する研究は、CSCWの研究領域でさかに行われている。

Ellisらはグループウェアの時間と場所による分類(表1)を行っている⁴⁾。このような視点でアウェアネスをとらえると、同期対面環境においては、アウェアネス情報が円滑にやりとりされているが、それ以外のカテゴリ(分散、非同期)では、アウェアネス情報が欠落するため、目的に応じて、アウェアネス支援を行う必要がある。たとえば、同期分散型インタラクションにおけるアウェアネス支援としては、自分に関係する人の在席情報や都合を伝達することで、自然なインタラクションを支援する研究が行われている^{6),9)}。また、Ohguroらはネットワークを介して人の存在や状態のやりとりを行い、人と人との社会的関係性の向上や維持を円滑にしようという試みを行っている^{8),10)}。

一方、非同期分散型インタラクションを支援する研究としては、共同作業者の活動履歴などを共有することで、作業を円滑に進めることを目的とした研究が行われている。たとえば、Ericksonらは、チャットシステムの活動履歴をTimelineとして表示することで、コミュニティの活動パターン(いつごろメンバーがチャットシステムに顔を出し去っていくかなど)が理解できるとしている⁵⁾。

このように、現在CSCWの研究領域で行われているアウェアネス支援に関する研究の多くは、遠隔地間の同期/非同期のアウェアネス情報の伝達に主眼が置かれており、非同期対面型インタラクションにおけるアウェアネス支援はあまりなされていない。これは従来のアウェアネス支援に関する研究が、アウェアネス情報を発信している相手やグループの人とのインタラクションを支援することを目的としているためである。

これに対して、本研究は、アウェアネス情報を環境の特徴の理解に役立てることを目的としているため、「誰がアウェアネス情報を発信したか」よりも「どの場所でアウェアネス情報が発信されたか」が重要となる。このような目的を実現するためには、同一空間内で非同期にアウェアネス情報を共有できる仕組みが必要となる。

このような特徴を有したウェアネス情報の伝達に関する研究として、i-traceがある⁷⁾。i-traceでは、空間中に人々の歩いた軌跡を残すことによる、空間を通じた人と人とのインタラクションを提案している。我々はさらに、同一空間に人々の存在や活動に関する痕跡を残すことが、環境の理解につながることに言及する。実際の環境に過去の状態を想起させるウェアネス情報を表示することで、表示したウェアネス情報と実際の環境に関する知識から、環境の特徴への理解が促進されることを狙っている。

3. 実環境指向のウェアネス情報

実環境においてウェアネス情報を提供するにあたっては、どのような情報を扱い、実際にどのように提示すればよいのかが設計上の重要な課題となる。そこで、まず実環境指向のウェアネス情報を伝達するために求められる特徴、および、それを実現する際の留意点について述べる。

3.1 特徴

(1) 場所の同一性

実環境と、その環境でリアルタイムにやりとりされるウェアネス情報とは、つねに場所の同一性が保たれている。前述の喫茶店に関する例では、喫茶店の前の通過者は行列ができていることと行列の先にある喫茶店をほとんど意識せずに素早く関連付けし、その喫茶店が評判が良いと想像していると考えられる。つまり、ウェアネス情報の発信地と実際の環境との場所の同一性が保たれていることから、ウェアネス情報と実際の環境を直感的に関連付けて、環境の特徴の理解につなげることができる。

前述の関連研究で示したように、ウェアネス支援の研究により、遠隔地間でウェアネス情報をやりとりすることが可能となった。しかし、ウェアネス情報を異なる場所に伝達できるという利点は、ウェアネス情報が必ずしもその場所で発信されたものではないことを意味し、環境の理解を促進するという目的においては逆に関連付けの妨げになりかねない。そこで、実環境指向のウェアネス情報を非同期に伝達するためには、ウェアネス情報を実際に人が活動していた場所、もしくはその近辺に直接提示するのが望ましいと考えられる。場所の同一性を保つことで、実際の環境とウェアネス情報との関連付けがスムーズに行われると考えられる。

(2) 時間順序の伝達

実環境指向のウェアネス情報は、場所とともに、時間の流れをどのようにして伝えるかも重要である。たとえば、以前は昼時に行列ができていた喫茶店の前の行列がなくなってしまっていたら、喫茶店の軽食の味が落ちてきていたり、ランチメニューが値上がりしたりしたと推測できる。実環境でリアルタイムにウェアネス情報が伝達されている状況では、目の前のウェアネス情報はつねに今現在発信されているものであり、認識時に時間を意識することなく記憶することができる。そのため、その場所を頻繁に通過する人は、過去の状況と比較して、環境の特徴の推移を推測することができる。一方、実環境指向のウェアネス情報を非同期に伝達する際には、伝達されるウェアネス情報は現在の人の存在や活動を表すものではないため、ウェアネス情報の時間関係が直感的かつ瞬間的に分かる表現が必要である。

以上のように、実環境指向のウェアネス情報は、環境の特徴の理解を促進するという目的上、ウェアネス情報が発信された場所や時間順序を直感的に伝達することが重要である。そのための方法として、ウェアネス情報が発信された場所に対して、ウェアネス情報を直接提示し、なおかつ提示する表現からウェアネス情報の時間関係が直感的かつ瞬間的に読み取れる提示手法が望ましいと考える。そこで次節では、このような方法でウェアネス情報を伝達するための留意点について述べる。

3.2 実環境指向のウェアネス情報伝達のための留意点

前節では、ウェアネス情報を伝達する方法として、実環境に対して直接、時間関係が瞬間的に分かる表現で提示することが望ましいと述べた。

提示する表現が直感的でありなおかつ瞬間的に時間関係が分かる表現であるべき理由は2つある。

まず、前節で述べたように、我々は同期対面状態ではウェアネス情報を意識せずに環境の理解に役立っていると考えられるため、過去のウェアネス情報を伝達する際にも、直感的に認識可能な表現は重要であると考えられる。

次に、実環境では人々がそれぞれの活動を行っているため、人の活動を妨げない表現で提示する必要がある。多くの人に情報に気づいてもらうためには、情報を目立たせる必要があるが、目立つ情報は人々の活動を阻害してしまう可能性がある。そのため、提示する

情報は人間の注意を喚起しない程度に低刺激である必要がある。しかし、当然ながら低刺激な情報を人間は意識し難い。そこで、提示する情報はあまり意識しなくても直感的に記憶が可能な表現にする必要がある。

そこで、アウェアネス情報を伝達するために留意すべき人間の認知特性について以下に示す。

動きの知覚

ヒトを含めた動物は、環境内の動きに対して非常に敏感である。特に動きが視覚的に急激な場合には、視覚的的定位反応を引き起こし、現在行っている活動を停止させる。Reevesらの研究によれば、これらの反応はメディアを通して確認され、画面上の動きや、シーンの切替わりに対して視覚的的定位反応が起きる¹²⁾。また、動きに対する反応は、有効視野よりも周辺視野の方が鋭い。我々は実環境内で様々な活動を行っているため、実環境に情報を配置する場合には、過度の動きをとまなう表現は我々の活動を妨げる可能性が高いと考えられる。

人間の意識と表現の関係

Wisneskiらは、認知の周縁に情報を提示することで情報の気配を伝達するメディア：Ambient Display^{2),15)}を提案している。これは、人間が無意識のうちに認知の周縁で情報を処理できることを利用している。たとえば、ネットワークのトラフィックや遠隔地の人の活動を、風車の回転や水面の波紋にマッピングし環境内に表示することで、ネットワーク上の情報や遠隔地の人の状態を、気配として感じ取ることができる。

芋阪¹¹⁾は、意識を覚醒、アウェアネス、リカーシブな意識の3つの階層に分類し、視覚的情報がアウェアネス・レベルで処理されるのに対し、言語的な情報の処理はリカーシブな意識の層で働くと述べている。また、階層が上がるにつれて、同時並列処理から逐次直列処理に処理モードが移ると述べている。つまり、言語的表現よりも視覚的表現の方が、人間は低次の意識レベルで並列的に処理できるため、アウェアネス情報の提示に適していると考えられる。

3.3 実環境指向のアウェアネス情報提示手法

人間の知覚特性を考慮すると、実環境に対してアウェアネス情報を提示する際には、過度の動きをとまなう表現を避けなおかつ人間が認知の周縁で情報を感じ取れる点を利用し、視覚的表現を用いて直感的に理解可能なデザインにする必要があると考える。そこで

我々は、上記の要件を満たし、なおかつ実環境指向のアウェアネス情報の特徴を損なわずに伝達するために以下のような提示方法を提案する。

(1) 視覚的表現を用いたアウェアネス情報を一定期間環境内に提示

認知の周縁に提示された情報を取得できるかどうかは、その人のそのときの状態に依存するが、つねに人が情報を取得できない状態にあるわけではない。人の意識は1日の間にも、集中状態と休息状態を繰り返している。そこで、一定時間アウェアネス情報を環境内に提示することで、その人の意識が休息状態のときに、その人がアウェアネス情報を感じ取ることを狙う。

(2) 提示されたアウェアネス情報を一定のスピードで持続的に変化

アウェアネス情報の時間関係を伝達するために、一定時間提示するアウェアネス情報を、人間が動いていることを知覚できないほど緩やかに一定のスピードで変化させる。このような表現を行うことで、人に対して低刺激に情報を提示するとともに、情報の過去の状態を伝達することが可能である。たとえば、埃をかぶった本は、長い間その場所から動いていないということやどのぐらいの期間動いていないかを我々に伝えることができる。また、埃のかぶり具合の対比によって、隣の本よりも長くこの場所から動いていないといった、情報の時間関係を知ることが可能となる。つまり、提示されているアウェアネス情報を時間の経過に従い徐々に変化させることで、提示されているアウェアネス情報を見た人は、変化の度合いから、提示されているアウェアネス情報がいづごろ発信されたのか、また提示されているアウェアネス情報どしどしはどのような時間的關係にあるのかを瞬間的に知ることが可能である。

(3) 実環境の特徴を考慮

我々は実環境を知覚することで多くの活動を行う。たとえば、壁に貼られた告知のポスターを見ることで、論文のメッセを思い出すかもしれない。さりげなく提示される情報によって、現在行っている活動だけでなく、これから起こるかもしれない活動に関してもできるだけ妨げないようにデザインする必要がある。

環境がどのような活動を引き起こすかは、環境の特徴や人の状態が関係し予測が難しい。そこで、現在の環境の特徴的な部分にはできるだけ変化を加えないように情報を提示する必要があると考えられる。

芋阪は意識のレベルとしてアウェアネスという用語を用いており、本論文中で使われているアウェアネスとは意味が異なる点に注意されたい。

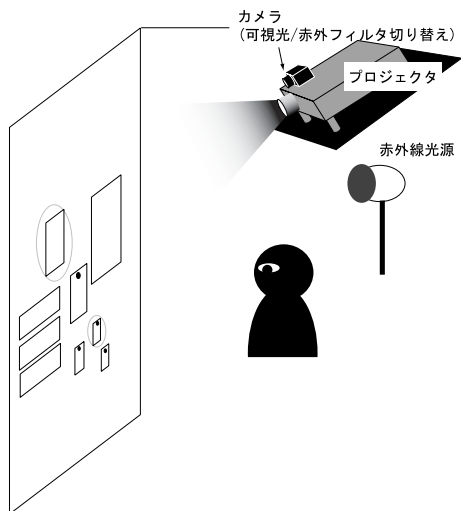


図2 システム構成
Fig. 2 System architecture.



図3 システム外観
Fig. 3 System overview.

4. Optical Stain : 過去の変化を表出する実環境

我々は、前節で考察した実環境指向のウェアネス情報を伝達する際に求められる特徴および留意点を基に提案した提示手法を用い、同一空間内でウェアネス情報を共有するシステム：Optical Stain を作成した^{13),14)}。

4.1 システム概観

我々は、ウェアネス情報を提示する環境として社内の掲示板を選んだ。掲示板の目的の1つはコミュニティの構成員に対し共通の情報を提示し伝達する点にあるため、掲示板にウェアネス情報を提示すること

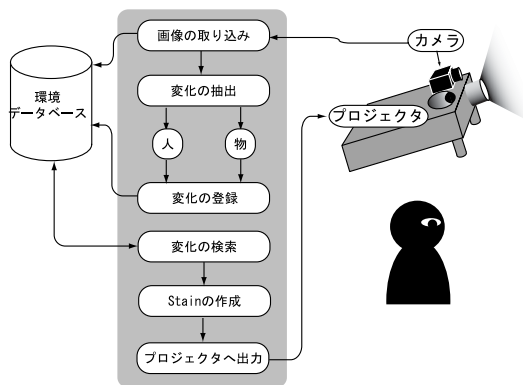


図4 システムの処理の流れ
Fig. 4 System flow.

で、掲示板環境がコミュニティの構成員によってどのように利用されているのかを示すことは重要であると考えたからである。

掲示板の前で行われる特徴的活動としては、掲示物の貼り替えや閲覧をあげることができる。掲示板を利用して情報を発信する人は、掲示物を貼り替え、また発信された情報を受信する人は、立ち止まって掲示物を閲覧する。そこで、我々は、

- 掲示板の前の人の滞留状態、
- 掲示物の時間変化、

をウェアネス情報として提示することとした。すなわち掲示板周辺の人々の活動を記録し、掲示板にシミとして提示することで、この掲示板の最近の利用状況を伝達することを狙った。掲示板の前の人の滞留状態は、掲示板環境での情報受信者の存在を表し、また掲示物の時間変化は情報発信者の活動を表す。

我々が実現したシステム：Optical Stain は人々の日々の活動を取得するセンサであるカメラと、カメラから取得した情報から環境内に提示する情報を生成する演算装置と、環境に光学的なシミを付加する出力装置であるプロジェクタで構成される(図2, 図3)。プロジェクタによる光学的なシミを再度カメラが認識してしまうことを防ぐため、当該環境の画像は赤外線領域で取得することとし、そのために赤外線投光器を用いた。

基本的な処理の流れを図4に示す。まず、カメラから定期的にキャプチャされる画像から変化を抽出し、人の移動と物体(掲示物)の移動を切り分け、それぞれをデータベースに登録する。一方、データベースに登録された変化に関する情報を基に、環境に提示するシミを順次作成し、プロジェクタを用いて投射する。

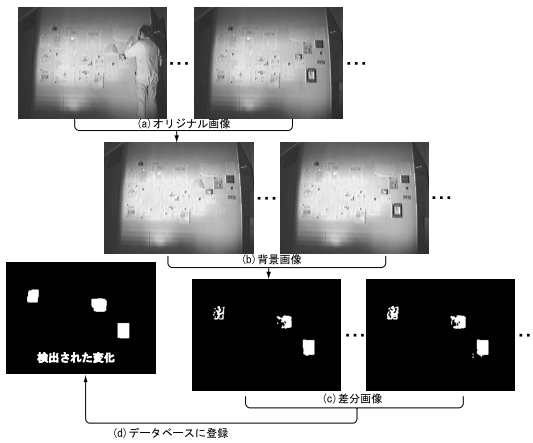


図 5 変化した掲示物の検出

Fig. 5 Detected changes in the bulletin board.

4.2 アウェアネス情報の取得

掲示物の変化の抽出

Optical Stain は環境の変化を検出するために、背景差分を用いている。しかし、単純な背景差分法では、掲示物の変化と人の変化を切り分けることができない。そこで、変化の頻度を利用して、それぞれを切り分けることにした。Optical Stain は、物体の変化を検出する際に、まず、一定時間内に何らかの動きをする部分を人と判断し、反対に一定期間以上静止している部分を物体と判断する。これは、掲示物は一度貼り付けられたり剥がされたりすると、その後一定時間（少なくとも 1 時間以上）その状態を維持するのに対し、掲示板の前の人は多くの場合、短時間（長くても数分）のうちに移動すると仮定したことによる。この前提を基に動的に背景を生成することで人と掲示物の切り分けを行った。掲示物の変化を抽出する方法を以下に示す。

- (1) 定期的キャプチャされる画像を蓄積（オリジナル画像：図 5(a)）。
- (2) 過去の複数フレームの画素ごとの濃度ヒストグラムを作成。
- (3) 画素ごとのヒストグラムの最頻値の濃度を画素値とした画像を作成（背景画像：図 5(b)）。
- (4) 過去の背景画像と現在の背景画像の差分画像の作成（差分画像：図 5(c)）。
- (5) 複数枚の差分画像の画素ごとの中央値を画素値とした画像をデータベースに登録（図 5(d)）。

本手法では、濃度ヒストグラムの作成に用いるフレーム数を減らすことで、頻繁に変化するオブジェクトも検出可能となるため、取得したい変化のスピードに合わせて画像キャプチャの周波数と濃度ヒストグラムの作成に用いるフレーム数を調整する必要がある。

また、フレーム数が少ない場合には、ヒストグラムの最頻値に代えて中央値を用いることでも実現可能である。

人の検出

一方、人は頻繁に移動する。そこで、掲示物の認識のために作成した背景画像とオリジナル画像の差分を計算し、一定面積以上変化がある部分を人と見なした。現在のところ、人物の像と影との分離は考慮せずに、差分画像のラベリングを行い、一定面積以上のラベルの中心点を人の位置と見なし、中心点をデータベースに登録した。

我々は現在、人の検出をカメラから得られる情報を利用して行っているが、人の位置情報を取得する研究は数多く行われており、人間の位置を特定できるセンサやタグを日常的に持ち歩く状態であれば、カメラでの検出に限定する必要はないと考えている¹⁾。

4.3 提示する情報の作成

次に、アウェアネス情報の作成とその提示方法について述べる。本適用事例では、掲示板周辺での人の活動の伝達を目的とし、3.3 節で提案した手法を用いて提示するアウェアネス情報を作成した。

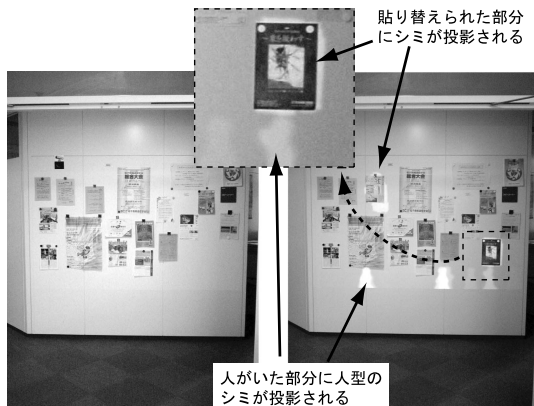
掲示物の変化

掲示物の変化は、掲示板における情報発信者の活動を表す。掲示板上の掲示物の変化（貼り替え etc.）が激しいほど、その掲示板が情報発信に活発に利用されているととらえることができるためである。我々は、掲示板の変化を人に伝えるため、掲示板上的変化が起きた部分を、プロジェクタを用いて徐々に明るくし、一定時間経過の後、徐々に暗くした。また、時間経過を伝えるため、照らしている部分の色を白から黄色にシフトさせた。つまり掲示物の形をそのまま投影（視覚的表現）し、一定のスピードで明るさと色を変化させている。

人の滞留状態

人の滞留状態は、掲示板における情報受信者の活動を表す。掲示板の前の人の滞留が多いほど、その掲示板が活発に見られているととらえることができる。我々は、掲示板の前の人の滞留状態を表現するため、掲示板下部の掲示物が貼られていない部分に対し、人がいた場所に人型のシミを徐々に投影した。本表現は、人の滞留状態を人型のシミで視覚的に表現し、一定のスピードで明るさを変化させている。

アウェアネス情報を掲示板に投影している様子を図 6 に示す。掲示物を貼り替えた部分に白いシミが投影されている。また、掲示板の前にいた人の様子が、人型のシミとなり、掲示板下部に表出している。



移動前 移動後

図6 掲示物の移動前と移動後の様子

Fig. 6 Before and after the movement of notices in the bulletin board.

5. 評価

我々は、提案したウェアネス情報の提示手法の有効性を検証するため、Optical Stainを用いた2つの評価実験を行った。

まず、実験1では、Optical Stainが掲示板に対してどのような情報を提示しているか掲示板の前の通過者が知らない状態で、提示したウェアネス情報が人の活動の妨げになっていないか、また、提示したウェアネス情報を人がどの程度認識できているかを確認した。

次に、実験2では、Optical Stainが掲示板に対して提示しているシミが持つ意味を知っている人と知らない人で、提示したウェアネス情報の認識にどのような違いがでるのか、また、ウェアネス情報の種類の違いによって認識に差はでるのかを調査した。

5.1 実験1

5.1.1 実験目的

我々はまず、以下の問いに答えるために実験を行った。

- 提示した情報が掲示板の前での人の行動の妨げになっていないか
掲示板を閲覧する際には、人は掲示物を見る、読むという行為に意識が向くため、素早い動きをともしなれないシミによる影響は見られないと思われる。
- 提示した情報が掲示板通過者に影響を与えているか

本デザインは、Ambient Displayで一般的に用いられている表現より、さらに動きの要素を排除した注意を喚起しないデザインであるが、我々はこ

表2 ビデオ解析の結果
Table 2 Result of video analysis.

	非稼働時	稼働時
総閲覧時間 (sec)	197	148
平均閲覧時間 (sec)	28.1	13.5
立ち止まる割合 (%)	1.07	1.76
通過時に見た 方向 (%)	掲示板側	4.6
	装置側	17.0
	その他	79.9

のような表現で提示した情報に対しても、ユーザは提示された情報を感じ取れると考えている。ここでは、人が掲示板に提示されたシミに対して目を向けるという行為に着目して評価を行う。

5.1.2 実験方法

我々は実際に社内の掲示板の前にシステムを設置して、12日間の運用実験を行った。実験は12日間を3日ずつ4クールに分割し、第2および第4クールにシステムを稼働させ、システムの稼働時と非稼働時の掲示板の前での人の行動の変化を調べた。ただし、実験条件を統一するため、非稼働時においてもプロジェクタと赤外線投光器は起動状態にした。掲示板の掲示物は1日2回、計3枚ずつ貼り替えた。実験期間中、掲示板の前の状態をビデオで撮影し、また、実験終了後に、アンケートを実施した。ビデオ集計は、前半の2クールはシステム導入による物珍しさの影響が大きいと判断し、第3、第4クールのデータを基に比較した。また、アンケートは、実験期間中掲示板の前をほぼ毎日通過した28名に対し実施し、22名からの回答を得た。

5.1.3 実験結果

ビデオ解析の結果を表2にアンケートの結果の一部を図7、図8に示す。まず、システム稼働時と非稼働時に、1人あたりの平均閲覧時間に約2.1倍の差が見られた。また、掲示板を通過する際に、掲示板の方向を見る割合は、3倍近く上昇した。

また、アンケートの結果として、以下のような結果がえられた。

- 掲示物につけたシミには3割弱の人が気づいた。
- 掲示板下部に投影した人型のシミには6割程度の人が気づいた。

図8に示したシミは気になったかという質問に関しては、掲示物および掲示板下部のシミに両方とも気づいていない人は排除した。

5.2 実験2

5.2.1 実験目的

次に、実験2では主に以下の目的で実験を行った。

- 通過者が提示したシミの意味を知っているかどうか

掲示物のシミに気づいたか 掲示板下部のシミに気づいたか

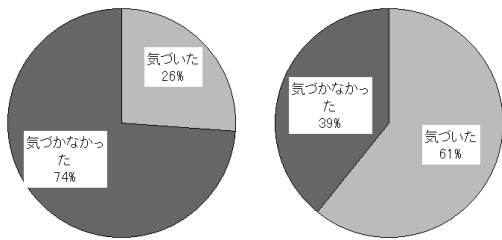


図7 シミに気づいたか

Fig. 7 Did you notice stains ?

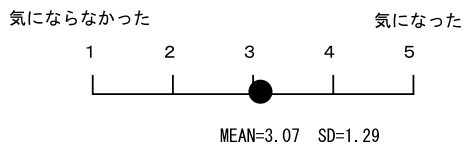


図8 シミが気になったか

Fig. 8 Did you become bothered about stains ?

かが、提示したシミの認識に影響を与えるか

実験1は、提案する提示表現自体が環境で活動する人々にどのような影響を与えるかに関するものであるのに対し、実験2は主に、提示表現が示す意味を理解することが、提示したシミの認識にどのような影響を与えるかについて調査するための実験である。

5.2.2 実験方法

実験2では、まず、シミの意味を知っているかどうか、シミの認識に与える影響を確認するため、実験前に約半数の人に対し、シミが表現している事柄についての説明を行った。今回の実験では、実験1と同じ環境に対し同様のシステムを4日間運用し、実験1と同じく掲示板の前をビデオで撮影した。提示するウェアネス情報の種類が認識に与える影響を確認するため、4日間の実験期間のうち前半の2日間は掲示物の貼り替えによるシミのみを提示し、また後半2日間は人の滞留によるシミのみを提示した。また実験後にアンケートを行い、15名からの有効回答を得た。

5.2.3 実験結果

ビデオ解析の結果を表3に、アンケート結果の一部を図9に示す。表3では、実験後に行ったシミの意味を知っているかというアンケートの結果を基に、意味を知っている人(8名)、知らない人(7名)に分けて集計した。その結果、意味を知っていると答えた群の方が、意味を知らなかったと答えた群よりも掲示板側に意識を向ける割合が若干高かった。また、今回のアンケートでは、掲示板のシミに気づいたかどうかにか

表3 通過時に掲示板側を見る割合(%) :

前半は掲示物の貼り替えによるシミのみを提示、後半は人の滞留によるシミのみを提示

Table 3 Rate of people paying attention to the bulletin board.

	前半(掲示物)	後半(掲示板下部)	全体
意味を知らない	10.0	13.4	12.2
意味を知っている	15.9	19.1	17.3
全体	14.7	16.7	15.7

シミがどの場所に付けられていたか

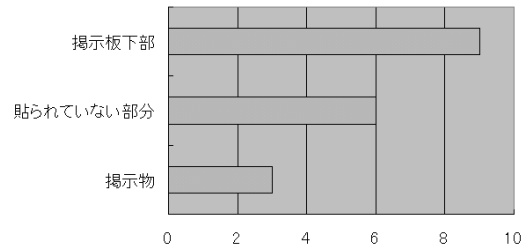


図9 アンケート結果

Fig. 9 Result of questionnaire.

ついて質問した後、シミがどの場所に付けられていたか(複数回答可)を答えてもらう形式をとったが、その結果、掲示板下部(人の滞留によるシミ)や貼られていない部分(掲示物をはがすことにより表出するシミ)に比べ、掲示物(掲示物を貼ったことにより表出するシミ)と答えた人が3名と、相対的に少ない結果となった(図9)。

5.3 考察

● 掲示板閲覧時の行動

実験1の結果、掲示物を閲覧する際の平均閲覧時間に約2.1倍の差が見られたが、これは、新しい掲示物にシミをつけることで、掲示板の活性度を伝えると同時に掲示物の新鮮さを伝えているためだと考えられる。つまり、掲示物のシミは、掲示板から効率的に情報を探索する手がかりとしての機能を果たしたと思われる。この考えに基づけば、少なくともOptical Stainが提示した情報は掲示物閲覧時の行動の妨げにはなっていないと考えられる。また、図8によれば、シミが気になるかどうかに関しては、さほど気にならないという結果が得られており、Optical Stainが提示したウェアネス情報は掲示板の前での人の行動の妨げにはなっていないと思われる。もっとも、3,4クルールの総閲覧時間が全体で345秒と短かったため、掲示板のシミと掲示物の探索の関係は、さらに検証を進める必要があると考える。

● 掲示板を気にする動作

Optical Stain が提示したウェアネス情報を掲示板通過者が認識できているかどうかという点に関しては、実験 1 の結果、掲示板の前を移動する際に掲示板を見た人が 3 倍程度増え、また、アンケートでも、約 6 割の人が掲示板下部に提示したシミに気づいたと回答していたことから、参加者は掲示板に投影されたシミを認識できていたと考える。一方、掲示物の貼り替えによるシミに関しては、7 割強の人が気づけなかったと答えている。この違いは掲示物の貼り替えによるシミと人の滞留によるシミを前後半にわけて提示した実験 2 でさらに顕著に表れた。掲示物の貼り替えによるシミは、人の滞留によるシミに比べ掲示板の前を通過する際に掲示板を見る割合が低かった。

実験 2 のアンケート結果(図 9)では、シミがどの場所につけられていたかという問いに対し、掲示物と答えた人が少なかった。これは、掲示板に対するシミの認識率が低いのは濃い色の配色がされている掲示物はシミが目立ち難いため、ある程度シミが明るくなるまで気づき難いためであると考えられる。この点に関しては、今後効果的な表出方法を検討していく必要がある。

- シミの意味を知っているかどうかを認識に与える影響

表 3 の結果は、シミの意味を知ることによって、掲示板に付けられたシミに対する注意の度合いが増加することを示している。これは、シミが提示している環境の最近の状態を積極的に活用しようという意識の現れだと考えられる。つまり、ウェアネス情報の意味内容が分かる環境をデザインすることが、実環境指向のウェアネス情報の伝達に重要であると考えられる。

一方、シミの種類を知っている場合と知らない場合の注意の度合いの比率は、シミの種類による大きな差は見られなかった。これは、個々のシミの意味内容にかかわらず、最近の人々の存在、活動を伝達している掲示板という場に対して、情報を取得しようという意識が働いているためだと解釈できる。ただし、本実験ではウェアネス情報として、掲示物の貼り替えと人の滞留の 2 種類しか扱っておらず、提示するウェアネス情報の意味内容の違いが注意の度合いに与える影響に関してはさらに評価を行う必要がある。

本実験の結果は、動きをとまなわない表現でも、環境内に持続的に提示することで多くの人に認識してもらうことが可能であり、また、その情報は目障りにな

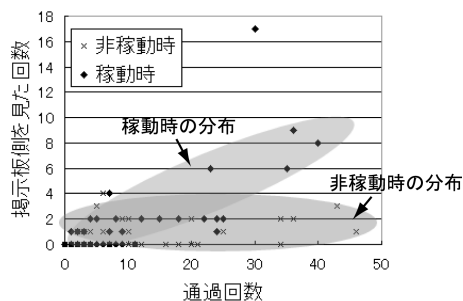


図 10 通過回数と気づきの関係

Fig. 10 Relation between pass frequency and awareness.

らないことを示している。また、同等の表現でも、提示するウェアネス情報の意味を知ることによってウェアネス情報に対する気づきが促進されるということが確認された。

6. 議 論

6.1 シミの認識に人による差異は見られたか?

実験 1 のビデオ解析の結果を基に、個人別に掲示板の前を通過する回数と、掲示板側を見る回数を集計した結果を図 10 に示す。システム非稼働時、稼働時それぞれに通過回数と掲示板側を見る回数の相関係数を求めたところ、システム非稼働時は相関が見られなかったのに対し(0.454)、稼働時にはやや強い相関(0.757)が見られた。非稼働時は通過頻度にかかわらず 3 日間でおおよそ 0~2 回しか掲示板側を見ておらず、掲示物を見る頻度は通過回数ではなく、時間(たとえば 1 日おきに見る)によって決まっていると推測できる。一方、稼働時は、通過頻度が多いほど掲示板に注意を向ける可能性が高いといえる。つまり、個人の感度や通過時の意識状態の違いを吸収するためには、通過頻度を目安にシミを提示する時間を設定する必要があると考えられる。

6.2 シミの意味は理解可能か?

提示するウェアネス情報がどのような意味を持つかについては、特に解説しなくても各人が環境にたびたび訪れるうちに、徐々に意味を理解できるようになることが望ましい。そのため、実験 1 では、環境に提示するシミが何を意味しているかについてはあらかじめ被験者には伝えず、実験後のアンケートでシミが何を意味しているのかについての質問を行った。その結果、掲示物および掲示板下部に提示されたシミそれぞれに気づいている人のうち、各々おおよそ 2 割の人がシミの意味を理解していた。人数は少ないが意味を理解できた人が確認できたことは、Optical Stain で採用したウェアネス情報の表現を各人が理解可能である

ことを示唆している。実環境指向のウェアネス情報のやりとりをするシステムでは、他者のウェアネス情報が環境内に表出されるとともに、自分の活動も反映されるため、同じ環境内で繰り返し活動し、提示されたウェアネス情報を感じ取るうちに、自分のどのような活動が環境に反映されていくのかをつかんでいくことが可能であると思われる。

7. 終わりに

本論文では、実環境指向のウェアネス情報の共有を目的とした提示手法の提案を行い、提案手法を用いて実装したシステム Optical Stain の説明を行った。また、Optical Stain を用いて提案手法の評価を行い、環境内に持続的に情報を提示することで、ウェアネス情報を多くの人に認識してもらうことが可能であること、また、その情報は目障りになっていないことを確認した。本研究の目標は、実環境指向のウェアネス情報を提示することが、環境の理解に役立つことを確認することである。今後、システムの完成度を高めるとともに、長期的な運用実験や別の環境への適用を行い、有効性に関する評価を行っていきたい。

謝辞 本研究を進めるにあたり、多くの貴重なご助言をいただいた NTT コミュニケーション科学基礎研究所の松下光範氏、大野健彦氏、NTT-ME の大黒毅氏、研究にご協力いただいた協調システム研究グループの皆様深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Azuma, R.T.: A Survey of Augmented Reality, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol.6, No.4, pp.355–385 (1997).
- 2) Dahley, A., Wisneski, C. and Ishii, H.: Water Lamp and Pinwheels: Ambient Projection of Digital Information into Architectural Space, *Proc. Human Factors in Computing Systems (CHI98)*, pp.269–270 (1998).
- 3) Dourish, P. and Bellotti, V.: Awareness and Coordination in Shared Workspaces, *Proc. Computer Supported Cooperative Work (CSCW92)*, pp.107–114 (1992).
- 4) Ellis, C., Gibbs, S.J. and Rein, G.L.: Groupware: Some Issues and Experiences, *Comm. ACM*, Vol.34, No.1, pp.38–58 (1991).
- 5) Erickson, T., Halverson, C., Kellogg, W.A., Laff, M. and Wolf, T.: Social Translucence: Designing Social Infrastructures that Make Collective Activity Visible, *Comm. ACM*, Vol.45, No.4, pp.40–44 (2002).
- 6) Hudson, S.E. and Smith, I.: Techniques for

Addressing Fundamental Privacy and Disruption Tradeoffs in Awareness Support Systems, *Proc. Computer Supported Cooperative Work (CSCW96)*, pp.248–257 (1996).

- 7) 筧 康明, 牛田啓太, 苗村 健, 原島 博: 人物軌跡を利用したインタラクティブシステム “i-trace” —場を通じた人と人とのつながりの演出, *IPSJ Symposium Series (インタラクティブ 2002)*, Vol.2002, No.7, pp.179–180 (2002).
- 8) Kuwabara, K., Watanabe, T., Ohguro, T., Itoh, Y. and Maeda, Y.: Connectedness Oriented Communication: Fostering a Sense of Connectedness to Augment Social Relationships, *The 2002 Symposium on Applications and the Internet (SAINT2002)*, pp.186–193 (2002).
- 9) Kuzuoka, H. and Greenberg, S.: Mediating Awareness and Communication through Digital but Physical Surrogates, *Proc. Human Factors in Computing Systems (CHI99)*, pp.11–12 (1999).
- 10) Ohguro, T., Kuwabara, K., Owada, T. and Shirai, Y.: FaintPop: In Touch with the Social Relationships, *New Frontiers in Artificial Intelligence (Joint JSAI 2001 Workshop Post-Proceedings)*, LNAI 2253, pp.11–18, Springer-Verlag (2001).
- 11) 芋阪直行: 意識のワーキングメモリー仮説, 意識の認知科学, pp.1–23, 共立出版 (2000).
- 12) Reeves, B. and Nass, C.: *The Media Equation*, Cambridge University Press (1998).
- 13) 白井良成, 大和田龍夫, 亀井剛次, 桑原和宏: Optical Stain: 過去の変化を表出する実環境, *インタラクティブシステムとソフトウェア IX (WISS2001)*, pp.197–198 (2001).
- 14) 白井良成, 大和田龍夫, 亀井剛次, 桑原和宏: 過去の変化を表出する実環境, 情報処理学会第 64 回全国大会, 6B-2-3, pp.635–642 (2002).
- 15) Wisneski, C., Ishii, H. and Dahley, A.: Ambient Displays: Turning Architectural Space into an Interface between People and Digital Information, *Proc. 1st International Workshop on Cooperative Buildings (CoBuild98)*, pp.22–32 (1998).

(平成 14 年 4 月 15 日受付)

(平成 14 年 10 月 7 日採録)



白井 良成(正会員)

1998年3月慶應義塾大学環境情報学部卒業。2000年3月同大学大学院政策・メディア研究科修士課程修了。同年4月日本電信電話株式会社入社。現在、NTTコミュニケーション科学基礎研究所にて、ヒューマンコンピュータインタラクションの研究に従事。ヒューマンインタフェース学会会員。



亀井 剛次

1995年京都大学工学部電子工学科卒業。1997年同大学大学院工学研究科修士課程修了(電子通信工学専攻)。同年日本電信電話株式会社入社。現在コミュニケーション科学基礎研究所において、集団におけるコミュニケーションの支援に向けた協調システムの研究に従事。電子情報通信学会、人工知能学会各会員。



大和田龍夫

1988年東京都立大学経済学部卒業、同年日本電信電話株式会社入社。1992年より1997年まで宣伝部ICC推進室にてNTTインターコミュニケーション・センターの設立準備作業に従事(電子図書館、教育普及プログラム担当)。1997年より1999年まで同センターの運営に従事(ネットワークイベント、教育普及プログラム、企画展等を担当)。1999年より2002年6月までNTTコミュニケーション科学基礎研究所にて情報デザインの手法を用いた情報交換共有機構の研究に従事。現在、NTT出版株式会社に勤務。季刊InterCommunicationの編集に従事。日本デザイン学会、日本パーチャルリアリティ学会各会員。



桑原 和宏(正会員)

1982年東京大学工学部電気工学科卒業。1984年同大学大学院電子工学専門課程修士課程修了。同年日本電信電話公社入社。以来、知識ベースシステム、分散協調問題解決、マルチエージェントシステム、ソーシャルウェア等の研究開発に従事。1988年~1989年マサチューセッツ大学アムハースト校客員研究員。現在、NTTコミュニケーション科学基礎研究所主幹研究員。博士(工学)。