

## 過去の変化を表出する実環境\*

6B-2-03

白井良成 大和田龍夫 亀井剛次 桑原和宏†

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‡

## 1 はじめに

高度なネットワークの発達により、人は多くの活動をコンピュータネットワークを通して仮想環境の中で行うことができるようになった。その結果、生活の利便性は向上したものの人間と実環境との相互作用、特に環境に対する理解が衰退したと思われる。しかし、人間は、依然として実環境の中で生活しており、実環境との相互作用無くしては生活が成り立たない。実環境に対する理解の衰えは、地域コミュニティの衰退や環境破壊など、様々な社会問題の一因になっていると考えられる。

例えば地域コミュニティの衰退の一因として、昼間多くの人が仕事などにより居住地域外に出ており、その結果、地域活動への参加のきっかけが得られないことが指摘されている。そこで地域のコミュニティの情報共有を目的とした研究が数多く行われており、一定の成果が得られている [2, 9]。これらの研究は、計算機ネットワークを介して地域活動への参加のきっかけを提供することにより、参加時間や参加意欲のある人が活動に参加する敷居を下げていると捉えることができる。

我々はもう一つの要因として、生活サイクルの高速化や環境の人工化により環境が表出する情報の量が減少し、その結果、生活環境に関する理解度が低下したことを挙げられると考える。

これまで、環境は生活感を伝達する多くの情報を提供してきた。例えば家を概観すれば庭の手入れや壁の汚れ具合などから住んでいる人の生活を、服装や持ち物の磨耗具合からその人の人柄を推測することができる。このような情報を本論文では生活感情情報と呼び、例えばシミ、シワ、汚れ、足跡、雑草などが含まれる。

しかし、生活サイクルの高速化や環境の人工化により、環境から生活感情情報が失われつつある。近年では家や服装から住人の人となりを推測することは難しくなっている。

我々は環境に対して、人工的に生活感情情報を表出させ

る手法を提案する。本手法は環境の変化をカメラで検出し、環境上に生活感情情報を投影する。人工的に生活感情情報を表出させることで人々の生活環境に関する理解度が上昇し、最終的に地域コミュニティの活性化に繋がると期待される。

以降では、2章で関連研究を、3章で生活感情情報の表出方法について、4章で我々の試作した生活感表出システム Optical Stain について述べる。5章では Optical Stain の予備評価実験について、6章では考察を論じ、7章でまとめおよび今後の課題について述べる。

## 2 関連研究

環境のなかで行動する主体が、行動の手がかりとして環境から獲得することのできる情報をアフォーダンスと呼ぶ [10]。Norman はアフォーダンスの概念を人工物に拡張し、人々が使いやすい人工物を実現するには適切なアフォーダンスを提供することが重要であると主張した。生活感情情報を人工的に表出するという我々のアプローチは、日常生活においてアフォーダンスを人工的に付加すると考えることができる。

人の生活を記録して、その履歴を用いて活動を支援する研究は数多くおこなわれている。例えば、Forget-me-not [6] は、携帯型コンピュータに人との面会の記録や電子ファイルの授受などのユーザの動作履歴を時系列に表示することで、人間の記憶を間接的に補助している。Digital Reminder [12] は、人に取り付けられたカメラが撮影した映像を利用して記憶を補助する。映像を利用した記憶の補助に関する研究では、ユーザが過去の映像から欲しい情報を効率的に検索するために、冗長な撮影を抑制する、映像に対してインデックスを作成するといった処理が必要である。Digital Reminder では、ユーザの視線情報を元に注目した画像だけを記録していくことで実現している。これらの研究は、過去の本人の行動を記録し、人の行動に役立てるというアプローチであるが、我々は、環境側にセンサを装着することで、人々が見逃した過去の環境の情報を伝達し、環境の理解に役立てることを目的としている。

\*Augmenting Real Space based on Environmental Past Change Information

†Yoshinari Shirai, Tatsuo Owada, Koji Kamei, Kazuhiro Kuwabara

‡NTT Communication Science Laboratories, NTT Corporation

環境中に情報を出する研究としては、ambient media[4]が挙げられる。人間は無意識のうちに、バックグラウンドから多様な情報を受け取り、処理している。そこで、ambient mediaでは、認知の周縁(バックグラウンド)に情報を提示することで、情報の気配にawareな状態を提供している。本システムはユーザの行動を妨げないという点で類似しているが、実環境の過去の状態を表出させているという点が異なる。

遠隔地の家族や友人と非言語情報を交換することで、繋がっている感覚を醸成する研究[5, 7, 8]もそれぞれの生活する環境の情報をさり気なく伝達しあっているという意味で興味深い。

また、Air-Real[3]は、レーザポインタを利用したユーザの行動をカメラを用いて認識し、ユーザの行動に応じて情報家電の制御を行っている。本研究の目的とは大きく異なるが、実環境にプロジェクトで情報を提示するという手法は技術的に共通する部分が多い。

### 3 生活感情情報の表出方法

生活感情情報の表出をするためには、以下の2条件を満たす必要がある。

- 環境表出型情報伝達
- 漸次型変化による効果的伝達

生活環境は日々変化していくため、生活感情はある程度日常的に人に伝達される状態が望ましい。そのため、人が非能動的に情報を取得することが可能な、環境表出型情報伝達が適している。また、伝達表現としては、漸次的な変化による実環境への表出が適していると考えられる。以下にその詳細を示す。

#### 3.1 環境表出型情報伝達

生活環境は日々変化していくため、生活環境の日常に関する情報はある程度定期的に、取得される状態が望ましい。しかし、例えば、現在住んでいる地域から子供が減少傾向にある、隣人が最近病気がちであるといった、日常生活に関する情報の多くは人々の興味を引く種類の情報ではない。そのため、WWWを代表とする情報提供型メディアを用いて生活感情情報を定期的に取得することは難しく、プッシュ型の情報伝達を行う必要がある。

しかし、プッシュ型方式は問題点として、情報の取得を明示的に強要することで、日常の活動の妨げになる危

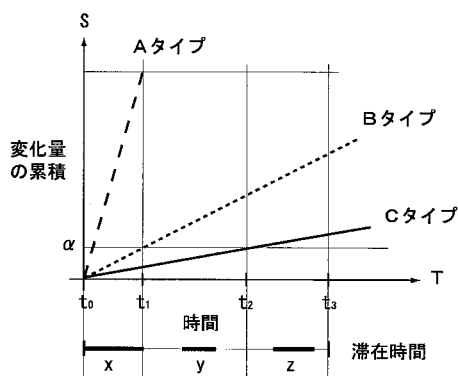


図 1: 漸次型変化と時間の関係

表 1: 変化ごとの特徴

		Aタイプ	Bタイプ	Cタイプ
x	気付き	高	中	低
	信頼度	-	-	-
y	気付き	中	中	低
	信頼度	中	高	-
z	気付き	中	中	中
	信頼度	低	高	高

険がある。特に生活感情は前述のように人々の興味を引く情報ではないため、不愉快な印象を与えてしまう危険がある。現在広く利用されているディスプレイはスクリーン上に明示的に情報を表示し、人が意識的に情報を処理する活動に適しているため、一方では、人々のスクリーンに対する注視を促してしまう。そこで、我々が実際に活動している実環境に対し、生活感情を表出させることで、日常活動を妨げずにさり気なく伝達できると考える。

#### 3.2 漸次型変化による効果的伝達

我々は一定速度の連続的な変化を漸次型変化と呼んでいる。漸次型変化は現在の状態から過去に起きた変化を推測できるため、生活感情の伝達に適していると考えられる。例えば、部屋の隅に蓄積したほこりの量から、何日前に掃除をしたかをおおよそ知ることができる。

図 1 は環境 X に起きた 3 種類の漸次型変化を示すグラフである。縦軸に変化量の累積、横軸に時間を取っており、グラフの傾きは変化のスピードを意味する。また  $\alpha$  は人間の認識限界を示す。例えば、植物は日々生長しているが、人間が植物の生長に気づくのはある程度生長して  $\alpha$  を越えた時点である。また、変化のスピードが速くなると、人間はその変化に気づきやすくなるが、同時に気づきたくない変化にも気付いてしまうことも意味する。

ここで、x, y, z の 3 人が時刻  $t_0$  以前に環境 X に滞在していたものとする。x は  $t_0$  に A, B, C タイプの変化の原因となる行動を起こし、 $t_1$  に環境 X を立ち去った。一方、y, z はそれぞれ別々に  $t_1 \sim t_2$ ,  $t_2 \sim t_3$  の一時期、期間環境 X に戻ってきたものとする。

3 人のそれぞれの変化に対する気づきを表 1 に示す。表中、気づきが「低」の場合は気付くことがほぼ不可能であることを示している。また、信頼度は、自分が気付いた結果から推測した人の行動がどの程度信頼できるかを示す。

現在進行中の変化に関しては、過去と現在の様子からある程度過去の変化のプロセスが予測可能なのに対し、すでに変化が終了した場合には、過去のプロセスを予測することが困難に成る。これは時間が経過するほどわかりづらくなる。

このような状況において、A タイプの変化を実際に目の前で見ていた x にとっては非常に理解しやすいが、z にとっては変化が起きてからかなりの時間が経過しており、どのようなプロセスで変化したかを想像するのは容易でない。

人工的に生活感情情報を伝達する場合、B タイプの変化が最も適していると思われる。A タイプの変化は、変化のスピードが早く、変化の原因となった行動を起こした人が変化に気付いてしまうために、新たな行動の引き金になる可能性がある。つまり、A タイプの変化を用いて人工的に生活感情情報を伝達する場合、人工的に生成した生活感情情報が新たな行動を創出することとなり、望ましくない。一方、C タイプの変化は、変化が認識できるようになるまで時間がかかるため、変化が消去される可能性が高い。例えば、屋外の掲示板のポスターは、徐々に日焼けすることで貼られている期間を伝達するが、多くのポスターは日焼けしていると人が認識できる状態まで変化する前に貼り替えられてしまう。

つまり、

- 生活感情情報を発信した人が気づかない
- 人が認識できる状態まで素早く変化し、長時間ゆっ

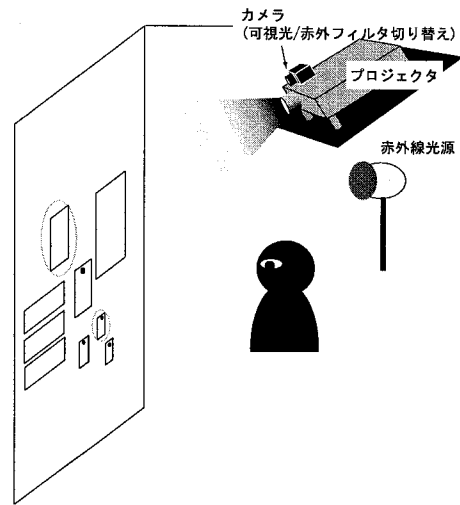


図 2: システム構成

くりと変化しつづける

という、B タイプの変化が生活感を効果的に伝達すると考えられる。

## 4 Optical Stain

そこで、我々は、人々の活動を元に、B タイプの変化をする生活感情情報を生成し、実環境に表出するシステム: Optical Stain の実装を行った [11]。本システムは、人々が環境に起こした変化を検出し、その部分に漸次的にシミをつけていくことで、人々に生活感情情報を伝達する。人は活動することにより、環境中にさまざまな変化を起こしているが、その変化の多くは A や C タイプの変化であり、普段の生活では見逃しがちである。そこで、これらの変化を認識し、B タイプの変化として環境に表出させることが本システムの目的である。

具体的な動作を以下に示す。

- 環境にある変化が起きてから一定期間変化していない部分をカメラ画像を利用して検出する
- 一定期間変化していない部分に対しプロジェクタを利用して徐々に光学的にシミを付けていく
- シミは一定期間経つとまた徐々に消えていく

本システムは人々の日々の活動を取得するセンサとしてカメラと、カメラから取得した情報から生活感情情報を



図 3: システム外観

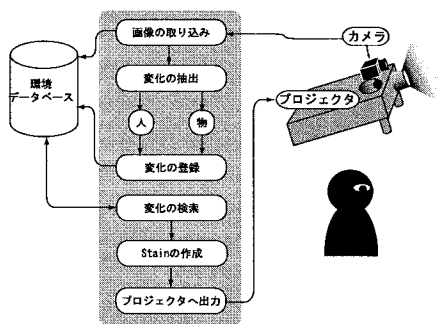


図 4: 処理

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としてプロジェクタで構成される(図2, 3)。また、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、赤外線投射器を用いた。

#### 4.1 適応例: 生活感を表出する掲示板

大学や会社、駅前にある掲示板の第一の目的は、そのコミュニティの人に共通の情報を提示し伝達することである。コミュニティに関連する情報を提示することで、コミュニティの理解や情報流通の活性化に繋がる。このように掲示板の多くは、コミュニティ内の人に見られる

ことを目的としているため、コミュニティ内の生活感を授受する場として好都合である。

ところで、掲示板周辺では幾つかの特徴的な変化が起きている。まず、人は掲示板に近づき、掲示物を見て去っていく。つまり、掲示板の前でAタイプの変化が頻繁に起きている。掲示板の前で人の移動を見ている人は掲示板の活性度を知ることができる。また、掲示板の貼り替えもAタイプの変化である。ただし、貼られた掲示物はCタイプの変化をする。新しく貼られた掲示物は徐々に日焼けしていき、掲示物の日焼け具合で、掲示物の新鮮度や掲示板全体の貼り替え頻度を知ることができる。

しかし、実際にはタイプAの変化である、掲示板の前の人の行動のほとんどは見逃される。また、掲示物の多くは、認識できる状態まで日焼けする前に貼り替えられてしまう。また、日焼けというCタイプの変化はたとえ認識できたとしても、それは掲示板が不活発であると言うネガティブな生活感情しか伝達しない\*。

そこで、我々は、Optical Stainを用いて、現行の掲示板に対し、

- 掲示板の前の人の滞留状態(Aタイプの変化)の表出
- 掲示物の時間変化(Cタイプの変化)の表出

を行った。具体的には、図2のように掲示板の前にシステムを設置し、カメラから得られる画像から、掲示物の変遷と掲示物の前の人の流れを検出し、生活感情としてデータベースに蓄積した。次に検出された掲示板の前の人の滞留状態と掲示物の時間変化から生活感情の元となる情報を生成し、漸次的に表出するための処理を行ない、プロジェクタを用いて検出された場所にシミを徐々に投影した。基本的な処理の流れを図4に示す。

掲示物の変遷や人の滞留状態の検出にはさまざまな方法が考えられるが、Optical Stain自体はさまざまな場所で利用することを想定しているため、以下のような方法を用いた。

##### 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、一定時間以内に何らかの動きをする部分を人と判

\* Cタイプの生活感情情報は、変化が表出するまでの時間が長い場合、不活発という印象を与えるものが多いようである

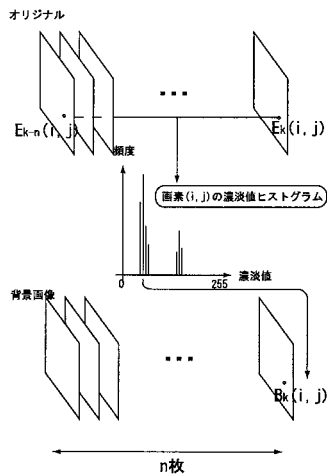


図 5: 変化の検出方法

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。つまり、掲示物は一度貼り付けられたり剥されたりすると、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、掲示板の前には多くの場合、短時間 (長くても数分) のうちに移動すると仮定した。この前提を元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。背景画像の作成方法を図 5 に、実際に作成した画像を図 6 に示す。試作したソフトウェアの動作の概要は以下ようになる。

1. 定期的にキャプチャされる画像を蓄積 (オリジナル画像: 図 6(a))
2. 過去数フレーム ( $n$  枚) の画素ごとの濃度ヒストグラムを作成
3. それぞれ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 6(b))
4. 過去の背景画像と現在背景画像の差分画像の作成 (差分画像: 図 6(c))

仮に、毎秒 1 フレームキャプチャしている状態で、 $n=1800$  枚、つまり過去 30 分にキャプチャされた画像を用いて背景画像を作成する。 $k$  番目の背景画像を作成する際には  $k-1800$  番目から  $k$  番目までの画像を用い、画素ごとにデータ数 1800 の濃淡値ヒストグラムを作成する。このヒストグラムの最頻値の濃度をそれぞれの画素の濃淡値とすることで、 $k$  番目の背景画像が作成される。この背景画像は、過去 60 分のうち最も長い時間写っている画素で構成された画像となる。最後に、過去の背景画像と、

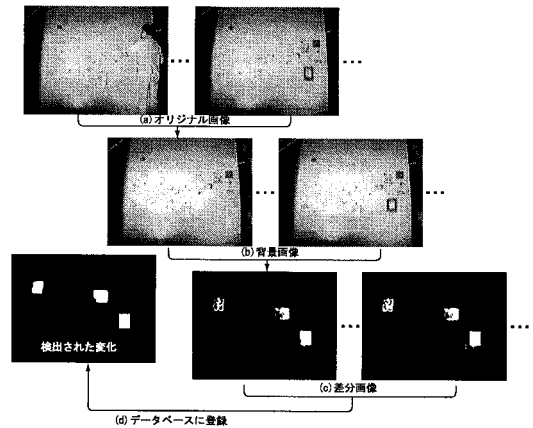


図 6: 変化した掲示物の検出

現在作成した背景画像の差分を取ることで、変化を抽出することが可能となる。この場合、新しく掲示物を貼り付けると、15 分程度で変化が抽出される。数フレーム前の背景画像と差分を取る事で、変化が抽出された差分画像を複数枚得ることができるため (図 6(c)) 最終的に複数の差分画像のピクセルごとの中央値で作成した一枚の画像をデータベースに保存する (図 6(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替えて中央値を用いることでも実現可能である。実験では、25 秒に 1 フレームキャプチャし、40 フレームの中央値を用いて背景画像を作成した。

### 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みなした。現在の所、赤外線投光器によってできる影により人の輪郭を正確に抽出できないため、差分画像のラベリングを行ない、一定面積以上のラベルの中心点を人の位置とみなし、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

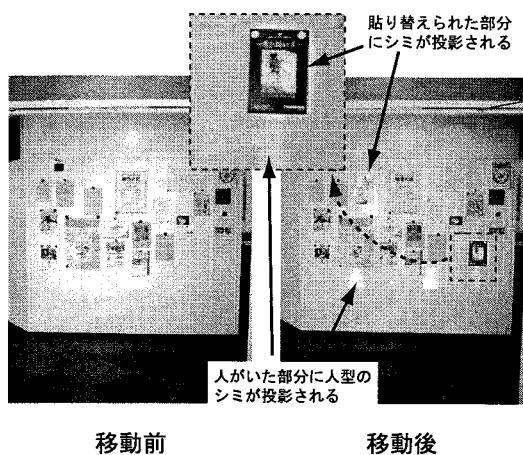


図 7: 掲示物の移動前と移動後の様子

多くやられており、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、カメラで検出する必然性は無いと考えている [1].

### 生活感情情報の作成

次に、データベースに登録された生活感情情報 (掲示物の差分画像及び人の座標) による、光学的シミの作成方法について示す。前述のように、生活感情情報の提示方法としては、

- 生活感情情報の発信者 (掲示物の貼り替え人, 閲覧者) に気付かれない
- すばやく変化が表出し, 長期間ゆっくりと変化しつづける

を満たすように光学的なシミを漸次的に変化していくのが良いと考える。そこで、我々はまず、掲示板の変化を人に伝えるため、掲示板の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。

また、人に関しては、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 Y 座標の部分に人型のシミを徐々に投影した。人に関しては、現在の所、時間方向に対して、人の同一性の判断をしておらず、キャプチャされた画像毎に人の判定を行っているため、長時間掲示板の前にいれば、その分同じ人物の座標が複数登録されて

表 2: ビデオ解析の結果

	非稼動時	稼動時	
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	掲示板側	4.6	13.5
見た方向	装置側	17.0	14.3
(%)	その他	79.9	73.9

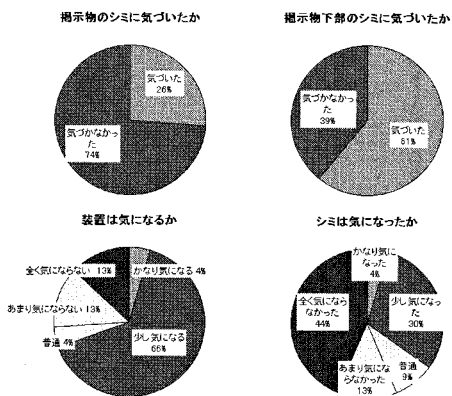


図 8: アンケート結果

いく。そこで、座標一つに対する人型のシミの最大光量を低めに設定し、人型が重なっている部分の光量を増幅することで、掲示板にいた時間を表現することとした。

実際に、生活感情情報を掲示板に投影している様子を図 7 に示す。掲示物を貼り替えた部分に徐々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。

## 5 評価実験

Optical Stain の効果を検証するため評価実験を行った。我々は実際に所内の掲示板の前にシステムを設置して、12 日間運用実験を行った。実験は 12 日間を 3 日ずつ 4 クールに分割し、第 2 及び第 4 クールにシステムを稼働させ、システムの稼動時と非稼動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。

掲示板の掲示物は一日 2 回、計 3 枚ずつ貼り替えた。実験期間中、掲示板の前のビデオ撮影を行ない、また、実験終了後、アンケートを実施した。

評価実験の目的と予測を以下に示す。

- 掲示板閲覧時の行動は変化しない (Optical Stain が提示した生活感情情報が掲示板の前での人の行動の妨げになっていない)  
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、漸次的で活動を妨げないようにデザインされたシミによる影響は見られないと思われる。
- 掲示板を気にする動作の増加する (Optical Stain が提示した生活感情情報を掲示板通過者が認識できている)  
掲示板にシミを漸次的に表出することで、低意識状態の人が掲示板のシミに気づき、掲示板に意識を向ける行動すると思われる。低意識状態とは、人間の認知負荷が低く、精神的にゆとりがあり、いろいろな情報が自然に目や耳から獲得できる状態である。

ビデオ集計の結果を表 2 にアンケートの結果の一部を図 8 に示す。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 クールのデータを元に比較した。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人 28 名に対し実施し、22 名からの回答を得た。

まず、ビデオを集計した結果、システム稼動時と非稼動時に、掲示板の前に立ち止まって掲示物を閲覧する時間に大きな差異は認められなかった。一方、一人あたりの平均閲覧時間には約 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。次に、アンケートの結果、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
- 実験装置は 7 割の人が気にしている

最後のシミは気になったかという質問に関しては、4 割程度の人が、シミに気づいていない点を考慮すると、シミに気づいた人にとっては、どちらともいえないと言う結果が得られたと考えられる。

## 6 考察

我々は運用実験の結果を以下のように捉えている。

- 掲示板閲覧時の行動 (Optical Stain が提示した生活感情情報が掲示板の前での人の行動の妨げになっていない)  
我々は掲示物を閲覧する際の行動には変化が見られないと予測した。しかし、平均閲覧時間に約 2.1 倍の差が見られた。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 が提示した生活感情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、アンケートによれば、シミが気になるかどうかに関しては、どちらともいえないという結果が得られており、Optical Stain が提示した生活感情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。しかし、実験期間中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 が提示した生活感情情報を掲示板通過者が認識できている)  
Optical Stain が提示した生活感情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、掲示板の前を移動する際に掲示板を見た人が 3 倍程度増えたことから、ある程度の人には掲示板に投影されたシミを認識できたと考えられる。また、アンケートでも、約 6 割の人が掲示板下部のシミに気づいたと回答している。一方、掲示物に対して投射したシミに関しては、7 割強の人が気づかなかったと答えているが、これには 2 つの理由が考えられる。
  1. シミが投影されている時間帯に掲示板の前を通らなかった
  2. プロジェクタのシミが実際の掲示物の配色に負けてしまった

掲示物に対して約 2 時間半 (一日 2 回貼り替えたため計約 5 時間) シミを提示したが、シミは暗い状態から徐々に変化させたため、実際に明るく表出している時間は一日計 2 時間程度であり、多くの人がシミ

を見逃したと考えられる。また、濃い色の配色がされている掲示物はシミが目立ち難くいため、ある程度シミが明るくなるまで気づき難いと考えられる。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。

以上のことから、本実験の当初の目的をほぼ達成できたと考える。一方で、今回の実験により、いくつかの課題も浮き彫りになった。まず、アンケートで掲示板のシミに気づいた人に対し、掲示板のシミにどんな意味があるかを質問したところ、ほとんどの人がわからないと答えた。これに関しては、システム運用日数が短く、人の活動とシミの関連性を理解するための日数が不十分であったと考えられるが、シミの意味の効果的な伝達方法を、今後検討していく必要がある。また、ビデオ集計の結果から、掲示板通過時に約16%の人が装置方向を見ており、アンケートでも多くの人が実験装置が気になったと答えている。現在の実験システムは、稼働音が大きいため、今後、小型化、消音化を図り、目立たなくしていく必要がある。また、今回撮影したビデオを元に、人が掲示板の前を移動する頻度と気づきの関係やシミの明るさと気づきの関係なども順次調べていきたいと思う。

掲示板のシミの意味を正確に伝達できれば、環境の理解につながり、地域コミュニティの活性化に繋がっていくと思われる。

## 7 終わりに

本論文では、生活感情情報の役割について考察を行ない、漸次的変化が生活感情情報を効率的に伝達することを示した。また、人工的に生活感を表出するシステム: Optical Stain を提案し、プロトタイプシステムを実装して評価を行った。その結果、プロトタイプシステムが、環境内で生活する人々の活動を阻害する事無く生活感情情報を伝達できていることが確認できた。

本研究は、環境に起きた過去の変化をさり気なく表出することで、環境の理解を促し、環境内の活動が活性化することを目的としているが、その一つとして、環境理解がコミュニケーションのきっかけになると考えている。今後、環境の変化とコミュニケーションの関連性に関しても探っていきたい。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの貴重なご助言を頂いた NTT コミュニケーション科学基礎研究所の大野健彦氏、NTT-ME の大黒毅氏、研究にご協力頂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, Ronald T.: A Survey of Augmented Reality, In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6*, pp355-385, 1997.
- [2] Tomohiro FUKUHARA, Toyoaki NISHIDA, and Shunsuke UEMURA: Public Opinion Channel: A System for Augmenting Social Intelligence of a Community; SID2001, 2001.
- [3] 星野剛史, 堀井洋一, 丸山幸伸, 片山淳詞, 柴田吉隆, 吉丸卓志: Air-Real: ホームネットワークのユーザーインタフェース, WISS2001, pp113-118, 2001.
- [4] Ishii, H. and Ullmer, B.: Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms, CHI'97, pp234-241, 1997.
- [5] Kazuhiro Kuwabara and Takumi Watanabe and Takeshi Ohguro and Yoshihiro Itoh and Yuji Maeda: Connectedness Oriented Communication: Fostering a Sense of Connectedness to Augment Social Relationships, SAINT 2002(to appear), 2002.
- [6] Mik Lamming and Mike Flynn: Forget-me-not: Intimate computing in support of human memory, In *FRIEND21 '94*, 1994.
- [7] Takeshi Ohguro, Kazuhiro Kuwabara, Tatsuo Owada and Yoshinari Shirai: FaintPop: In Touch with the Social Relationships, JSAI-Synsophy International Workshops on Social Intelligence Design, 2001.
- [8] Takeshi Ohguro: Towards Agents which are Suggestive of "Awareness of Connectedness", Trans. IEICE, E84-D, No.8, 2001.
- [9] Randal D. Pinkett: The Camfield Estates-MIT Creating Community Connections Project: Strategies for Active Participation in a Low-to Moderate-Income Community, The Second Kyoto Meeting on Digital Cities, 2001.
- [10] 佐々木正人: アフォーダンス - 新しい認知の理論, 岩波書店, 1994.
- [11] 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, WISS2001, pp197-198, 2001.
- [12] 吉田将志, 吉高淳夫: Digital Reminder: ユーザの視点からの実世界指向データベースの構築とそのインタフェース ~視線を用いた視覚情報の動的獲得と提示~, WISS2000, pp111-116, 2000.