

# 漫画的手法を用いたライブカメラ画像上へのプレゼンス情報の表示 (DRAFT)

高橋 伸 中村卓 田中二郎

遠隔地に離れたグループ間のコミュニケーションを図るためにライブカメラ画像を用いることはよく行われている。ライブカメラ画像では、その場の状況は一目瞭然であり、インスタントメッセージ等のプレゼンス情報提示よりもわかりやすい。しかし、ライブカメラ画像は基本的に現在の状況だけを表示していて、過去の状況の推移や未来の予定は表示されていない。本研究では、効果線など漫画的な表示手法を用いてライブカメラ画像だけでは分かりにくい情報をライブカメラ画像上に視覚化するシステム KokaCam を設計し実装した。KokaCam では、ライブカメラで表示されている空間をグループ内での共有スペースとして捉え、伝言などのコミュニケーションメディアとして応用している。我々は、大学内の分散した複数の研究グループ間でのコミュニケーションメディアとして KokaCam を試験的に運用し、予備的な評価を行った。

A live video of a room shows a kind of presence information of the member in the room. It can be used to facilitate casual communication among distributed group members. However, only a live video image is not enough because it does not show future and past information. Therefore, we designed and implemented the KokaCam system that visualizes presence information on a live camera image using comic techniques. KokaCam uses live camera images as a basis for representing virtual shared space for a small community. Presence information – activities of users – is visualized as 'fire', 'smokes', and effect lines, and superimposed at the seat of each member in the room, which makes easy to understand the mapping between presence information and the corresponding members. We have installed the KokaCam system at several dispersed rooms in our university as a communication tool, and evaluated it informally.

## 1 はじめに

カジュアルなコミュニケーションを支援するツールとして、インスタントメッセージと共にプレゼンス情報の提示とその利用が一般的になってきた。プレゼンス情報とは、オンライン、オフライン、退席中、取り込み中、などの個人の状態のことである。このプレゼンス情報をグループ内のメンバー間でお互いに知らせあうことで、状況に応じたコミュニケーションを取ることが可能になる。例えば、連絡を取りたい相

手の状態が「取り込み中」の場合には、インスタントメッセージを送ったり電話をかけるのを控えて、メールを送っておく、といったことができる。

現在、一般的なプレゼンス情報の表示方法は、グループ内の各メンバーにアイコンとラベルを対応させ、その人の状況によってアイコンやラベルを変更するという手法である。しかしこのような手法には、より細かいプレゼンス情報を表現するには無理があり、また各メンバーとアイコンとのマッピングもわかりにくい。

一方、ライブカメラ画像によって遠隔地間のコミュニケーションを図ることもよく行われている。ライブカメラ画像では、その場の状況は一目瞭然であり、インスタントメッセージ等のプレゼンス情報提示よりもわかりやすい。例えば、職場や研究室の様子をライブカメラで見られるようにしておくと、遠隔地からでもその場の様子を把握することができる。

Showing Presence Information on a Live Camera Image

Shin Takahashi, Takashi Nakamura, Jiro Tanaka, 筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻, Dept. of Computer Science, University of Tsukuba

コンピュータソフトウェア, Vol.24, No.3 (2006), pp.29–40.  
[論文] 2006年2月13日受付。

しかし、ライブカメラ画像は基本的に現在の状況だけを表示していて、過去の状況の推移や未来の予定は表示されていない。その場の状況だけしか見えないので、ある人が画像に写っていない場合、カメラに写っていないだけなのか、その場にいないのか、数分トイレで留守しているのか、朝から現れていないのか、長期休暇中なのか、などの区別は困難である。また、その他にも、自席で身動きせず計算機に向かっている画像からは作業しているのかどうか分かりにくい、あるいはその場で電話が鳴っているかどうか、騒音がひどいかどうかといった、画像からは分かりにくい状況がある。

本研究では、これらの問題に対処するために、効果線など漫画の表示手法を用いてライブカメラ画像だけでは分かりにくい情報をライブカメラ画像上に付加することで表現する手法を提案する。また、ライブカメラで表示されている空間をグループ内での共有スペースとして捉え、伝言などのコミュニケーションメディアとして応用する方法を提案する。我々は、これらの手法を用いたシステム KokaCam を実装し、大学内の分散した部屋の間のコミュニケーションメディアとして試験的に運用した。本論文では、まず効果線などの漫画の技法について紹介した後、我々が実装した KokaCam システムにおけるその利用方法について述べる。その後、ライブカメラ画像の共有空間としての利用について述べ、次に KokaCam の実装について述べる。最後に、実装した KokaCam システムの試験的運用について、およびユーザに対するアンケートによる予備的評価の結果について述べる。

## 2 漫画における記号的表現技法

漫画では、コマ割やデフォルメ、効果線など、その他の絵画とは大きく異なる様々な特徴のある技法が使われている。本節では、その中でも、本研究で利用した漫画における記号的表現について紹介する。漫画における主な記号的表現には以下の種類がある。

**漫符** 漫画中に描かれる符号。顔に描かれる汗、頭から立ち上る湯気のような図的記号や、ガガガ、ゴーといった擬音などがある。比喩的に用いられ感情や状況などを表現する。

**効果線** 効果線は、物体や人物などの形を表すための描画線とは異なり、動きや音、感情、雰囲気などの抽象的な情報を表すのに用いられる。効果線には、緊張感・迫力などを表現するために、中心部から外側へ放射状に線を引き出す手法である集中線や、主に動きを表現するためにコマ全体、あるいは物体の後方に、平行な直線を多数描く手法である流線（スピード線）などがある。

**吹き出し** セリフの文字を囲むように描かれ、発話者の方向への突起部を持つ図形。丸、四角、雲形などの形があり、その形により感情や雰囲気を表現する。漫符の一種でもある。

漫符や効果線は、その場の状況や人物の感情、雰囲気などの抽象的な情報を説明的に表現するために用いられる。これらの情報は、絵だけでは表現が難しく、読み手にとっても把握が難しいが、効果線や漫符を用いることで、明確に表現することができ、読み手は易しく理解できるようになる。また、集中線や流線などはページのコマ割りと合わせて読者の視線を誘導することで、物語のリズムやスピード感を感じさせる効果も持つ。

もう一つ重要なのは、これらの表現が、人物や物体、風景などの絵と、同じコマの中に違和感なく融合するように描くことができる、という点である。それぞれの表現の意味は記号としてかなり明確であり、その効果はコマの絵に対する説明の注釈のようなものであるが、視覚的に絵と重ね合わせて表現されているために読み易くなっている。

本論文では、この表現の特徴を生かして、ライブカメラの実写画像に付加的な情報を重ね合わせる手法を提案する。また、仕事部屋のライブカメラ画像上に、これらの表現手法を用いてメンバーの状況などのプレゼンス情報を重ね合わせて表示するシステム KokaCam について紹介する。KokaCam は、いくつかの部屋に分散したグループ間のコミュニケーションを支援するためのシステムである。KokaCam では、プレゼンス情報の表示だけでなく、ライブカメラ画像をグループの共有空間として考え、グループメンバー間でメッセージのやりとりができるような機能も持つ。

### 3 漫画的手法によるプレゼンス情報の表示

図1は、KokaCamが生成した画像の例である。この部屋に机を持つ人のアクティビティに関するプレゼンス情報が、「炎」や「煙」のアイコンとギザギザの線として、ライブカメラ画像内の各ユーザの席付近に重ね合わされて表現されている。これらは漫画における記号的表現の応用として考えられる。つまり、炎や煙は漫符の一種であり、ギザギザは効果線の一種である。ライブカメラ画像だけでは把握が困難な情報が、これらの表現によってライブカメラ画像に付加されて表示されている。また、現実の世界での人の位置と、その人の情報の表示位置とが同じであるため、グループ内のユーザにとって状況が把握しやすいと期待される。



図1 KokaCamにおけるライブカメラ画像に重ね合わされたプレゼンス情報の表示

また、KokaCamにおけるもう一つの特徴的な手法として簡易アニメーション的表示の利用がある。具体的には、ライブカメラ画像上にプレゼンス情報などの記号的表現を重ね合わせる際に、フレームごとに情報提示する位置や記号的表現の形をわずかにランダムに変化させることによって、アニメ漫画的な動きに見えるようにしている。動画であるライブカメラ画像に付加情報も動画像として表示することで、より親和性が高く、かつ実画像内で情報が埋もれてしまわないように目立たせることができる。また、付加情報がおおまかにアクティブな状態なのか、そうでないのかを

提示するために、このアニメーション表示をする/しないの使い分けで表現することができる。

以下、付加情報の表示の詳細に関して、ユーザがアクティブな場合と非アクティブな場合とに分けて説明する。

#### ユーザがアクティブな場合の表示

アクティブに端末を使って作業をしているユーザの席には、オレンジの「炎」や赤いギザギザの線が表示される。ユーザがマウスを使用している場合には炎のアイコンが表示され、キーボードで打鍵している場合にはギザギザの線が表示される。これらの表示は、マウスやキーボードの使用度合に応じて、大きさや形が変化する。図2はその表示例である。上部4枚の画像は、マウスの使用量が増えるのに応じて炎のアイコンの数が左から右へ1つから4つまで増えていく例である。一方、下部5枚の画像は、打鍵量が増えるのに応じて突起の数が増えて大きくなっていく様子例である。これらの表示によってユーザが端末で作業している状況がライブカメラ画像だけの場合より明確に表現されている。

また、これらの炎のアイコンやギザギザの線は、アニメーションアイコンとして動画上に重ね合わせて表示される。これにより、ユーザがアクティブな状態であることがより強調される。具体的には、アイコンや線の向きをランダムに変えることでアニメーション化している。図2においても、各画像においてアイコンやギザギザの線の向きが変わっていることに注目して頂きたい。これらのアニメーション表示により、非アクティブな場合の静止したアイコン表示と対比がつき、ユーザがアクティブであるという状況と非アクティブである状況とを分かりやすく区別することができる。

さらに、対象の部屋の中でアクティブな状態のユーザが一人である場合には、そのユーザを中心とした集中線が表示される。集中線の表示効果により、集中線の中心領域が強調されるため、部屋内のアクティブユーザが誰であるかを容易に把握することができるようになる。また、ここで集中線は「部屋にアクティブユーザが一人しかいない」という情報も表現していると言える。この情報は、ユーザ個人の情報というよ



図2 様々の効果線/画像の表示

りは、部屋の状況に関する情報である。漫画的手法により、各ユーザの状況だけでなく、部屋の大域的な状況もライブカメラ画像上に付加して表示することができる。集中線もアクティブな状態の提示であるため、各線の表示位置をわずかにランダムに変えることでアニメーション表示される。集中線のアニメーション表示により、部屋に一人しかいない状況を非常に目立たせることができる。

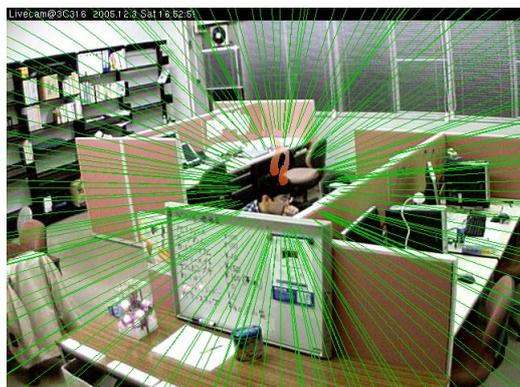


図3 集中線

#### ユーザが非アクティブな場合の表示

ユーザが非アクティブな場合、つまりキーボードやマウスを用いた作業を行っていない場合には、過去の状況を太めの煙（図1左の二つ）で表現する。煙の大きさは、過去のイベント頻度と、非アクティブになってからの経過時間に応じて決定する。つまり、非ア

クティブ状態になった時点では、その時点から過去1時間（設定により変更可能）のイベント量で煙の大きさが決まり、それから時間が経つにつれ、次第に煙が小さく薄くなっていく。この表示によって、閲覧者はユーザが非アクティブであることを知ることだけでなく、ユーザの過去の活動状況を推測することができる。例えば、ライブカメラ画像でユーザが自席にいない状況であっても、大きな煙画像があれば、直前まで作業をしていたことが推測できる。図4は、夜間に部屋の照明が消された状況での KokaCam 画像の例である。照明が消されて誰もいないが煙の画像からその席のユーザが最近までいたことが推測される。また、煙の大きさから、どの程度前まで在室していたかもある程度推測できる。

なお、この煙の表示は非アクティブな状態の提示なので、アニメーション表示しないで静止画として、動画上に重ね合わせられる。これにより、実画像の動画や他のアクティブ状態のアニメーション表示との対比がはっきりし、非アクティブである状態を極立たせることができる。

#### 4 共有空間としてのライブカメラ画像

複数の部屋に分散したグループ間でのコミュニケーションを図るために、各部屋のライブカメラ画像を互いに送り、表示することは良く行われている。本研究では、そのライブカメラ画像上に効果線などの漫画的手法を用いてシステムが自動的に取得したユーザのアクティビティに関する情報を表示している。さらに

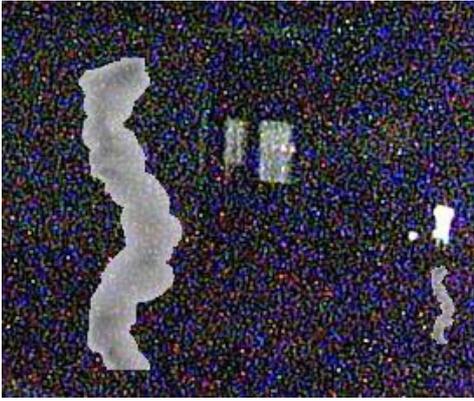


図 4 暗闇の煙

コミュニケーションを支援するためには、ライブカメラ画像内の相手に対して連絡など何らかの働きかけができる必要があるのではないかと考えた。遠隔地間で積極的かつ直接的なコミュニケーションを行うためには、テレビ電話やメッセンジャ、チャットシステムなど多くのツールが存在する。我々は、その前段階となるようなコミュニケーションのきっかけを提供することを目指した。本節では、ライブカメラ画像をグループの仮想的な共有空間と捉え、それを利用したゆるやかなコミュニケーションの試みについて述べる。

#### 4.1 吹き出しによるプレゼンス情報の能動的提示



図 5 能動的プレゼンス情報提示

これまで述べた機能は、KokaCam システムが自動的にメンバーの状況を取得して効果線などでライブカメラ画像上に表示するものであった。その拡張として、ユーザ自身が明示的に自分の状況を表す文

を自分の席付近に提示することもできるようにした。図 5 は、ユーザが「買い出しに行って来ます」というメッセージを出した状態の画像である。メッセージは KokaCam 画像内にしばらく表示されるため、席を外したときに行き先を表示するため等に用いることができる。また、新しい文を入力すると、古い表示は消えて新しい文が表示されるので、同室で KokaCam 画像を見ている人とのチャットのように使うこともできる。また、表示されるメッセージは宛先が無いので独り言をつぶやくようにも使える。

#### 4.2 実世界へのメッセージの表示

前節で述べたライブカメラ画像上に表示されるメッセージは KokaCam ビューワーを見ていないと気づかない。必ずしも部屋にいる人がライブカメラ画像を見ているわけではない。また、基本的に自分の部屋の画像に対して表示するものなので、遠隔地の部屋にいる人に対してメッセージを伝達するためには向いていない。遠隔地の部屋にいる人に向けてメッセージを表示できる機能も望まれる。そこで、実世界の部屋の壁やホワイトボードなどの部分にプロジェクタでメッセージを表示できるようにした。プロジェクタを投影する壁などの部分をライブカメラで写るような位置に調整しておくことで、遠隔地のユーザは KokaCam 画像内の壁に直接書き込むような感覚でメッセージを送ることができる。

図 6 は、KokaCam で書き込みをしている画面のスナップショットである。左のウィンドウが書き込みを行うウィンドウである。部屋全体を映したウィンドウ(図 6 の中で右のウィンドウ)では壁が映っている領域が小さくて書き込みをするには不都合なため、現在の実装では別に壁の部分拡大して表示しているウィンドウに書き込むようになっている。左のウィンドウ内の書き込みのストロークは、白くて明るい線が壁へプロジェクタにより投影された書き込みをライブカメラで撮影したものであり、薄いグレーの線はユーザがウィンドウに書き込んだ書き込みの軌跡の表示である。図 6 右のウィンドウ内の中央付近の壁に、ユーザが描いた書き込みがプロジェクタによって表示されているのを見ることができる。

この機能は、遠隔地にいるユーザがこの部屋にい



図 6 実世界の壁へのメッセージ表示

る人へ向けて、あるいは、これからこの部屋に来る人に向かってメッセージを書きこむために使うことができる。このメッセージはライブカメラ画像を見ている人も、見ていないが部屋にいる人からも見ることができる。壁に投影されたメッセージは、時間が経つにつれ薄くなり次第に消えていく。また、壁に投影されるメッセージは、メッセージを構成する各ストロークの表示位置をわずかにランダムに変えることにより、アニメーション表示している。これはプレゼンス情報の提示に用いたのと同様の手法である。このアニメーション表示により、部屋の中のユーザが壁に投影されたメッセージに気づきやすくなることを狙っている。

## 5 プロトタイプシステム KokaCam の実装

### 5.1 KokaCam のシステム構成

図 7 は、プロトタイプシステム KokaCam の構成である。システムは、KokaCam client、アクティビティ集計サーバ、ネットワークカメラ、KokaCam viewer、壁表示用サーバから構成される。

**KokaCam client** 各メンバーの使用している端末からアクティビティ情報を得るために、各メンバーの端末で実行されるイベント取得プログラムである。KokaCam client は、マウスの動きやキーボードの打鍵のイベントを取得し、アクティビティ集計サーバに送る。現在の KokaCam client は、WindowsXP 専用のアプリケーションであり、C#を用いて実装した。この KokaCam client は起動すると、タスクバー内で常駐する。イベント取得のためには Windows のグローバ

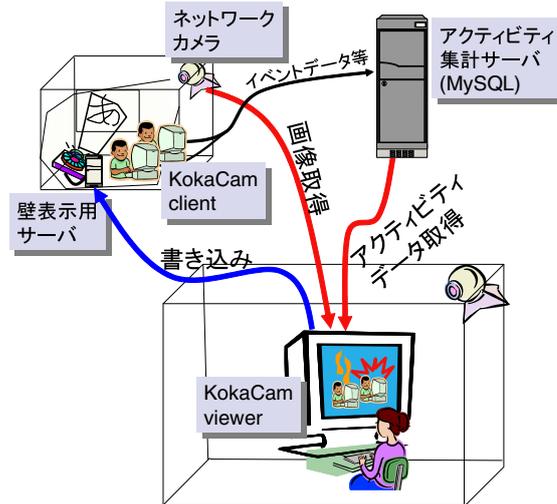


図 7 KokaCam システムの構成

ルックを利用している。何かイベントがある場合には、1 秒毎にイベントデータをまとめてアクティビティ集計サーバに送る。

**アクティビティ集計サーバ** 全ユーザのアクティビティ情報が集められるデータベースサーバである。また、ユーザが KokaCam viewer から入力する簡易メッセージのデータもこのサーバに集められる。このサーバを実行しているマシンは SUN の SunFire V480 (UltraSparcIII cu 900MHz) で、OS は Solaris 9 を用いている。データベースには MySQL を用いた。

このサーバのデータベースにはテーブルが 2 つある。一つはイベントデータを格納するテーブルである。このテーブルは 10 分事に整理して、過去 90 分間のイベントデータを保持するようにしている。もう一つのテーブルは、各ユーザの、ユーザ名、ライブカメラ画像内での位置、在席する部屋の名前を保持している。

**ネットワークカメラ** ネットワークカメラとしては、AXIS 社の AXIS205 を用いた。ネットワークに直接接続できてウェブサーバとして動作するため、通常のウェブサーバにアクセスするように画像を取得することができる。カメラの解像度は最大横 640 ピクセル縦 480 ピクセルである。こ

のカメラを各部屋の隅で各席が映るように設置した。

**KokaCam viewer** ユーザは、KokaCam viewer を用いて、効果線などが重ね合わせて表示されたライブカメラ画像を見る。KokaCam Viewer は、図 7 内の矢印のように、まずネットワークカメラから画像を取得して、次にアクティビティ集計サーバから各ユーザの情報、イベントデータとユーザの位置を取得する。それらの情報を基に、プレゼンス情報を表現する効果線やアイコンの合成を行い、ライブカメラ画像上の然るべき位置へ重ね合わせて表示する。自席へのメッセージ提示のためのテキストの入力や、壁への書き込みも KokaCam viewer から行う。

KokaCam viewer には、現在、2 つの実装がある。一つは、Windows 上のアプリケーションとして実装したもので、我々が使用している AXIS 社のネットワークカメラの専用 ActiveX コントロールを用いてライブカメラ画像を取得している。この実装では、毎秒 2 フレームをネットワークカメラより取得して表示している。アクティビティ取得サーバへの問い合わせは 10 フレーム (約 5 秒) 毎に行うのが初期設定であるが、設定を変更できるようになっている。図 6 はこの実装の viewer であり、効果線やアイコンによるプレゼンス情報の表示、自席へのメッセージの表示、壁への書き込み機能の全てが実装されている。なお、壁への書き込みを行うウインドウの背景には、ライブカメラ画像を拡大して表示している。もう一つの実装は、Java による実装で、ユーザは Java web start の機能を用いて、ウェブ上のリンクをクリックするだけで起動できる。この実装は、Windows 上の実装が、データベース使用のための設定などが複雑であるため、より気軽に使用してもらおうことを目指して作成した<sup>†1</sup>。図 8 が、この実装の KokaCam viewer を起動したスナップショットである。Windows 版では、同時に

は一つの部屋のみが表示されて、別の部屋を見るためには切り替える必要があるが、Java 版では 3 つの部屋を同時に表示できる。また、Windows 版ではライブカメラ画像の表示の大きさが横 640 ピクセル縦 480 ピクセルに固定されていたが、Java 版では各ライブカメラ画像を横 320 ピクセル縦 240 ピクセルに縮小して表示するモードも実装されている。これによって狭いウインドウ領域で各部屋の様子を一度に見ることができるようになった。



図 8 Java 版 KokaCam viewer (Mac OS X 上で起動したもの)

壁表示用サーバ ユーザの壁への書き込みを実現するために、壁表示用のサーバがプロジェクトの設置された部屋毎に用意される。KokaCam viewer は直接このサーバと通信して、ユーザの描いたストロークデータを送る。サーバは送られるデータをリアルタイムで表示するので、描いている様子を壁に投影された表示で見ることができる。サーバは各ストロークデータの生存期間を設定していて、決められた時間が経ったストロークは順次消えていくようになっている。また、壁表示用サーバはストロークを表示する際に、ストローク中の各点の位置を少しランダムにフレーム毎にずらすことで、わずかに震えるようなアニメーション表示を行っている。これによって、全く動かない表示に比べて、表示された部屋のユーザが気づきやすいようにしている。

<sup>†1</sup> 現時点では効果線付きライブカメラ画像の表示のみが実装されていて、その他のメッセージや書き込み機能は未実装である。

## 5.2 KokaCam viewer におけるプレゼンス情報表示の生成手法

KokaCam viewer において、各ユーザのプレゼンス情報の表示は以下のように生成される。

**ギザギザの線** ギザギザの線は、キーボードの打鍵を表現している。この線は 2 重の円の円周上の点を結ぶようにして生成している (図 9)。円の半径を変えることで大きさを、点の位置の間の角度などを変えることでギザギザの数を変えることができる。ユーザの直前のキーボード打鍵数に応じて 10 段階にギザギザの数と円の大きさが変わる。実際に表示する際には突起を描く方向をフレーム毎にランダムに変えることでアニメーションとして見えるように表示する。

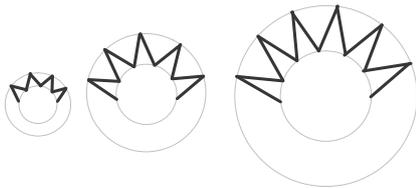


図 9 ギザギザ

**炎** ユーザの直前のマウスの使用量に応じて 0 個 ~ 4 個の炎のアイコンを表示する。炎のアイコンも、フレーム毎に、表示するアイコン画像の左右反転をランダムに行うことで、アニメーションとして表示する。

**煙** 非アクティブ状態における過去 1 時間のイベント量を、煙画像の大きさに対応させて表示する。画像の大きさは元のアイコン画像の 1 倍 ~ 5 倍まで連続的に変化する。煙は半透明化して表示している。

**集中線** 部屋でただ一人アクティブな状態のユーザの位置を中心とした適当な半径の円の外側に放射状に線を描く。但し、線毎に少しランダムに端点をずらすことで中心領域が完全な円にならないようにしている。放射状の各線を順番に描いていく時に、次の線までの角度をあらかじめ決められた範囲内でランダムにフレーム毎に変

えることで、フレーム毎に異なる表示を生成して、アニメーションのように表示している。

効果線/画像の表示位置は、ライブカメラ画像内の各メンバーの座席である。現在は、ライブカメラ画像内での位置を GUI インタフェースで指定して登録する。効果線/画像は、メンバーの座席位置によって奥行き方向に遠い方から順番に描いていく。奥行き方向の描画の順番も現在はあらかじめ指定していて、アクティビティ集計サーバのデータベース内に情報が格納されている。

## 6 システムの運用とその予備的評価

KokaCam システムを研究室の複数の部屋において試験的に運用して予備的な評価を行った。KokaCam のアクティビティ取得サーバの運用は平成 17 年 8 月に開始し、平成 18 年 5 月現在まで断続的に運用している。これまでに登録されたユーザは、のべ 25 名である。ユーザは研究室の 20 ~ 30 代の男子学生である。開始当初は 2 つの部屋で動作させていた。これらの部屋にはそれぞれ 18 席と 8 席<sup>†2</sup>づつ学生の席がある。二つの部屋は 100m ほど離れた異なる建物の 10 階と 3 階にある。現在は、さらに 8 席の部屋の近くの 1 部屋 (5 席) が追加されて、合計 3 部屋のユーザが試験的に使用している。

我々は、Windows 用の KokaCam インストールパッケージを用意した。ユーザが KokaCam のパッケージをインストールすると、KokaCam viewer と KokaCam client がユーザの端末に同時にインストールされ、KokaCam client は Windows のスタートアッププログラムに登録される。そのためインストールした多くのユーザは KokaCam client を常駐させている。

壁にプロジェクタで書き込みを表示する機能については、当初は 1 部屋のみでプロジェクタを設置して実現していた。現在は 2 つの部屋にプロジェクタを設置し、運用できる状態を実現している。但し、プロジェクタのランプの寿命や消費電力を考慮し、この機能に関しては実際に稼働させているのは試験的な運

<sup>†2</sup> 平成 18 年 4 月に 2 席が増設された。

用評価をする期間のみである。

### 6.1 スナップショット列からのビデオ作成

我々は、KokaCam によってどのような画像が表示され、またユーザがどのように KokaCam を使うのかを調べるために、KokaCam が生成する画像を数日間記録して、その静止画像列からビデオを作成してみた<sup>†3</sup>。具体的には、アクティビティ集計サーバに状況を問い合わせる 5 秒 (程度) 間隔で、生成される画像を記録して、これをビデオの 1 フレームとするビデオを作成した。このビデオは実際に KokaCam viewer で表示される動画を早回ししたようなものとなる。このビデオの観察により分かったことは、効果線表示が非常に目立ちやすいものであるため、早回しのビデオであっても、ユーザの活動状況が分かりやすいということである。また、炎のアイコンとギザギザのアニメーション表示が早回しによって、よりリアルな表現となり、キーボードやマウスの使用が炎や閃光を発生させているかのような感覚を強く起こさせるビデオとなった。

この結果から ライブカメラ画像へ効果線を表示する技法は長時間にわたる画像の監視&観察などに応用できるのではないかと考えられる。例えば、動物の行動観察において、その場の気温や認識された状況などを効果線として画像中に埋め込むと、通常の文字などで注釈を付けるより、早回しした画像においても知りたい状況を把握し易くなると期待される。植物の成長観察など長期間に渡る定点観測にも役立つと思われる。

### 6.2 アンケートによる評価

KokaCam システムのユーザにアンケートを実施して、予備的評価を行った。アンケートは研究室のメンバーに対し web 上のフォームでの回答を呼び掛け、9 名から回答を得ることができた。全員が KokaCam をインストールしていて、client に関してはほとんどが常時起動していた。viewer に関しては、ほとんど使わないユーザから時々使うユーザまで分かれた。あ

まり使わない理由としては、KokaCam viewer を起動させると重いので本来の作業の邪魔になるなど実装上の問題が多く挙げられた。この問題に関しては、データベースへの問い合わせをより効率的にするなどして改善していく予定である。

KokaCam の表示に関しては、以下の 3 点について調査した。

1. 炎のアイコンとギザギザの線、
2. 煙のアイコン
3. 集中線、

これらについて、それぞれ

- その意味を知っているか (Yes または No)
- それらが表す情報は有用か (4:有用 - 1:不要)
- 表現が分かりやすいか  
(4:分かりやすい - 1:分かりにくい)

を尋ねた。その結果、回答者全員が表示の意味に関しては知っていると答えた。有用性と分かりやすさについての結果は表 1 の通りである。

表 1 KokaCam の表示に関するアンケート結果

	評価 (4 ~ 1)			
	4	3	2	1
炎/ギザギザの有用性	3	6	0	0
炎/ギザギザの分かりやすさ	0	9	0	0
煙の有用性	4	2	2	0
煙の分かりやすさ	2	5	1	0
集中線の有用性	2	3	3	1
集中線の分かりやすさ	7	2	0	0

(単位は人、一部回答無しもあり)

各表現について自由記述での感想も記入を求めた。主なものは以下の通りである。

#### 炎/ギザギザ

- ・漫画的で必死に作業しているように見えて面白い。
- ・メッセージより相手の状態が正確に分かる。
- ・連続的な状態変化を大まかに表現できていて良い。
- ・人が密集している場所では、重なりが出てきて誰の表示だけ分かりにくいので、表示を工夫するべき。
- ・表示が大きすぎる。

<sup>†3</sup> <http://www.iplab.cs.tsukuba.ac.jp/~shin/kokacam/> にビデオ (一部) がある。

## 煙

- ・少し前の状況の確認に役立つ。
- ・炎と関連しているので分かりやすい。
- ・あまり作業をしてなくても煙が出るので違和感がある。作業量に応じて別の表現を使うのが良い。
- ・表示が大きすぎる。

## 集中線

- ・一人で作業をしている状況が一目瞭然である。
- ・分かりやすく、視覚的に面白い。
- ・面白いが、役に立つか分からない。
- ・一人しかいない状況では炎や煙だけで十分目立つので、集中線は他の情報に対応させると良い。
- ・目に対する刺激が強すぎる。
- ・集中線の中心以外の人が見にくい。
- ・目立ちすぎて恥ずかしい。
- ・線の数が多すぎる。

どの表現に対しても分かりやすいという好意的な意見が寄せられたが、重なった場合の対処など表示を改良するべき点も挙げられた。特に集中線に関しては問題点を指摘する意見が目立った。問題の一つは、試験運用状態では部屋の中の全員が必ずしも KokaCam client を稼働させていなかったため、作業を行っている人が部屋の中に複数いるにもかかわらず集中線が表示されてしまい、集中線に隠されてしまう人が出るという点である。これは、現在の KokaCam システムが部屋の状況を正確に把握できていないという問題である。運用的に KokaCam client が必ず稼働されるようにするなど状況把握がより正確に行えるようになれば問題無いが、状況に関する情報があまいな場合にどう表示するかという点に関しては今後の検討課題と言える。また、現在の実装では、集中線は輝度の高い緑の線がアニメーションするようになっていて、一目瞭然という意見が得られた一方で、目立ち過ぎるという意見もあった。現状では作業量にかかわらず一人だけがアクティブであるときに集中線が表示されるため、頻繁に集中線は表示される。作業量が特に多い場合に限定するなど、表示される状況がまれにしか起こらない状況に集中線に対応させる、などの表示方針の再検討が必要と思われる。

自席へのメッセージ提示機能と、壁への書込み機能

に関しても調査を行った。これらについては実際に使用したことのある回答者は約半数であったため、これらの有用性(4段階)と今後使ってみたいか(Yes/No)という点について聞いた。結果は表2の通りである。

表2 KokaCam 通信機能に関するアンケート結果

	評価(4~1)			
	4	3	2	1
メッセージ提示機能の有用性	3	3	1	1
壁への書込み機能の有用性	6	3	0	0
	Yes		No	
メッセージ提示機能を使いたい	7		1	
壁への書込み機能を使いたい	8		1	

(単位は人、一部回答無しもあり)

またこれらの機能に関する自由記述には以下のような感想があった。

## メッセージ提示機能

- ・部屋の人全員に向けて発信できるところが良い。
- ・メッセージを残したいことはありそう。
- ・表示時間の設定ができると良い。
- ・チャット感覚で使えそう。
- ・効果的な使い方がわからない。

## 壁への書込み機能

- ・部屋同士で会話している感じが面白い。
- ・部屋の人全員に離れた場所から物理的にメッセージを見せる方法はなかなか無いので有用だ。
- ・書込み部分はタブレット PC で使いたい。
- ・作業に集中している人にはわずらわしい。
- ・使う目的が無さそう。

どちらの機能にもその有用性に期待感が示されたが、実際に使用する際には設定が面倒であったり、マウスでの書き込みが不満であったり、実装上改善すべき点があった。今後、より実装を実用的に発展させて、より詳細な評価をしていきたい。

最後に、ライブカメラの設置自体に関しても調査を行った。9人中5人がライブカメラの設置が気にならないと回答したが、残りは気になる、あるいは不快感を感じるという回答であった。感想として、ライブカ

メラの位置が自分の近くではっきり映ってしまうことや、解像度が高すぎて動作が詳細に分かってしまうのは避けたいという意見が挙げられていた。この問題に対処するためには、ライブカメラ画像をあまり大きく表示しないのが良い。KokaCam においてはライブカメラ画像を小さくして表示した場合にも、効果線などにより状況を分かりやすく表示することができる。

## 7 考察

効果線は、静止画である漫画の中で動きを表現するのに使われる。つまり、時間的な情報を静止画に埋め込むことができる表現だと考えられる。我々はアニメーションの作成に効果線を用いる手法を提案している[5]。今回の研究でも、常に現在の情報だけを表示するライブカメラに過去の情報を表現しているので、時間に関わる情報を画像に埋め込んでいると言える。

ライブカメラで仕事を写すのに問題となるのは、プライバシーの問題である。抵抗感を軽減するためには、前節で述べたようにライブカメラ画像をあまり高解像度にしなないようにする他に、メンバーの画像に対してぼかしなどの画像処理を行う、あるいは絵画風の画像へ変換してしまうといった手法が考えられるが、あまり抽象的にしてしまうとライブカメラ画像から得られる情報量が低下してしまう。どの程度がバランスの良い表示なのか、今後検討して行きたい。

本研究の設定では、グループ内の参加者のみが閲覧できるというように制限していて、また、家庭などのプライベートな空間ではなく、仕事場や研究室などを想定している。そのような場所は、メンバーが普段作業をしているところを互いに見られる場所であるので、抵抗感があまり無い人が多いのではないかと考えられる。しかし、普段、同室にいないユーザもライブカメラ画像を見たいという要望があるが、それには抵抗感を感じることもあるようである。この問題に対しては、ライブカメラ画像が遠隔地から参照された場合に、参照したユーザを、部屋で参照されている側に提示することで、参照と被参照の対称性を保ち、その抵抗感を低減することができると思われる。誰が参照しているかを提示するには、あらかじめ登録しておいた参照者の顔画像を壁などに表示する方法や、

環境音 - 特に鳥や虫の声に参照者を対応付けて、参照時に対応する音を部屋に流すことで、そのユーザが閲覧していることを提示する方法などが考えられる。これは部屋のユーザに対する遠隔地の人のアウェアネス、プレゼンス情報の提示の一種と言える。

## 8 将来課題

今後の発展として、よりきめ細かい情報を漫画的技法を用いて表現していくことが考えられる。例えば、プレゼンス情報の履歴を明示的に効果線/画像として表現することが考えられる。具体的には、立ち登る煙(=現在の状況)が累積したものとして各人の頭の上に煙溜りを表示すれば、その大きさで、より長い時間間隔の活動度合を表現できるであろう。これは、天井全体の煙の量で集団としての忙しさを表現する方法に応用することも考えられる。また、各人の煙の縦方向を時間軸(下から上を現在から過去)に対応させることが考えられる。具体的には、対象者の過去のある時刻での状態を、煙のその時刻に対応する位置における太さや色で表現する。これにより、過去から現在までの対象者の状態の移り変わりが煙の色や太さの変化として一覧できるようになるだろう。

## 9 関連研究

遠隔地に分散したグループ間でアウェアネスを伝え合う研究には様々ある。まず、キャラクターを用いてプレゼンス情報を表示する研究がいくつかある。Greenberg はアイコンによってプレゼンス情報を表示する方法を提案していて、これは現在の一般的なインスタントメッセージと同様の手法である[1]。清水らはメンバに星座を割り当てプラネタリウムをモチーフにした表示や、星座をモチーフにしたキャラクターの表示によってプレゼンス情報を表現している[12]。キャラクターでのプレゼンス情報の表現は、プライバシー的に望ましく表示スペースをコンパクトにできるが、我々の手法は、その場の状況がより分かりやすく、表現力が高いと思われる。

物理的なモノを通してアウェアネスをやりとりする研究としては、tangible bits[4]が有名である。葛岡らは実物の人形をアウェアネスの表現に用いてい

る[7]。また、MeetingPot[13]では、においによるコミュニケーション支援をしている。

一方、ビデオ画像の双方向通信により遠隔地間での同室感を実現する研究が多数ある[3][11][9][6]。これらはより同期的で密接な共同作業を目指しているが、我々の目指しているのはプレゼンス情報の伝達であり、直接的でない簡単なメッセージのやりとりはあるにしても、密なコミュニケーションは他の手段で行うことを前提としている。

仮想共有空間を作るという研究としては Nortification Collage[2]がある。これは、メモ、画像、スライド、自分のライブカメラ画像などを仮想共有空間に貼り付けることでコミュニケーションを行うという試みである。この研究も自分の顔画像を共有空間に貼りつけてテレビ会議システムのように積極的なコミュニケーションを行っているが、KokaCamではよりゆるやかな非直接的コミュニケーションの支援を狙っている。

効果線の生成については、非写実的レンダリング(Non-photorealistic rendering, NPR)の流れで、3次元グラフィックスアニメーションから効果線を自動生成する研究が行われている[8][10]。これらの研究では動きの描写として効果線を用いているが、本研究ではより広い範囲の情報を効果線などの漫画の手法で表現した。

また、現実の画像にコンピュータグラフィックス画像を重ね合わせて注釈をつけるという意味では、KokaCamは簡易的な拡張現実感(Augmented Reality, AR)技術の一種であると言える。ARの研究はCGによるリアルなグラフィックスを精密に現実の画像と重ね合わせる方向であるのに対して、本研究では視覚的ではあるが抽象的情報を表す記号的表現として効果線や漫符を利用した。

## 10 まとめ

ライブカメラ画像を基盤としてプレゼンス情報の表示、簡易メッセージングを行う手法について提案した。この手法ではライブカメラ画像だけでは分からない過去や未来の情報も表現することができる。また、本手法を用いて KokaCam システムを実装し、予備的

運用によりその可能性を探った。今後は、KokaCamのさらなる発展を目指すとともに、効果線の重ね合せ手法の応用を探っていきたい。

## 謝辞

本論文で述べたシステムの実装は、筑波大学 IPLAB コピキタスチームのプロジェクトとして行った。メンバー各位に感謝する。

## 参考文献

- [1] Greenberg, S.: Peepholes: Low Cost Awareness of One's Community, *ACM SIGCHI'96 Conference on Human Factors in Computing System, Companion Proceedings*, 1996, pp. 206-207.
- [2] Greenberg, S. and Rounding, M.: The Notification Collage: Posting Information to Public and Personal Displays, *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI Letters 3(1))*, ACM Press, 2001, pp. 515-521.
- [3] Ishii, H., Kobayashi, M., and Grudin, J.: Integration of Interpersonal Space and Shared Workspace: ClearBoard Design and Experiments, *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, Vol. 11, No. 4(1993), pp. 349-375.
- [4] Ishii, H. and Ullmer, B.: Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms, *CHI97: Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1997, pp. 234-241.
- [5] Kato, Y., Shibayama, E., and Takahashi, S.: Effect Lines for Specifying Animation Effects, *Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC'04)*, 2004, pp. 27-34.
- [6] Kuzuoka, H., Yamashita, J., Yamazaki, K., and Yamazaki, A.: Agora: A Remote Collaboration System that Enables Mutual Monitoring, *CHI'99 extended abstracts*, 1999.
- [7] Kuzuoka, H. and Greenberg, S.: Mediating Awareness and Communication through Digital but Physical Surrogates, Research report 98-631-22, Department of Computer Science, University of Calgary, 1998.
- [8] Masuch, M., Schlechtweg, S., and Schulz, R.: Speedlines: Depicting Motion in Motionless Pictures, *SIGGRAPH'99 Conference Abstracts and Applications*, ACM SIGGRAPH, 1999, pp. 277.
- [9] Morikawa, O. and Maesako, T.: HyperMirror: A Video-Mediated Communication System, *CHI97 extended abstracts*, 1997, pp. 317-318.
- [10] Nienhaus, M. and Dollner, J.: Depicting Dynamics Using Principles of Visual Art and Narrations, *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 25, No. 3(2005), pp. 40-51.
- [11] 原田康徳: 同室感通信, インタクティブシステムと

- ソフトウェア VI(WISS98), 1998, pp. 53-60.
- [12] 清水健, 山下邦弘, 西本一志, 國藤進: キャラクタエージェントを用いた個人作業状況ウェアネスを提供するシステムの構築, 第 18 回人工知能学会全国大会, 2004.
- [13] 椎尾一郎, 美馬のゆり: Meeting Pot: アンビエント表示によるコミュニケーション支援, インタラクション 2001 論文集, 2001, pp. 163-164.