

## 推薦論文

## リモートカメラを用いたビデオ会議システムにおける 参加者行動分析支援システムの提案と開発

山崎 聡<sup>†</sup> 中村 直人<sup>†</sup>  
宮寺 庸造<sup>††</sup> 横山 節雄<sup>††</sup>

近年、ネットワークを介して制御可能なリモートカメラを用いたインタラクティブなビデオ会議システムが開発されている。このようなシステムにおいて、カメラを操作する参加者が「どこを」「どれぐらい」「なぜ」見たかという視覚的な行動を分析することは、その機能や配置方法を発展させるために有効な手段である。現在、このような分析にはプロトコル分析法に代表される観察的な行動分析手法が一般的に用いられている。しかしながら、これらの手法では、参加者の行動モデルを構築するために記録メディアの中から特徴的な行動を抽出し、その回数や時間を計測・集計する必要があり、分析者にとって大きな負担となっている。そこで本論文では、リモートカメラを利用したビデオ会議システムにおいて参加者がカメラを通して得た映像とカメラの状態の組合せは、参加者の視野と本質的に同一であることを利用し、従来の観察的な行動分析手法に代わる新しい分析手法を提案する。具体的には、カメラの実映像に対してパン、チルト、ズーム率をメタデータとして記録し、分析時にその情報を活用することで参加者行動分析を支援する“Visual Field Record System”を開発する。最後に、開発したシステムを遠隔教育実習指導により評価した。その結果、学生のノートにズームを行うような参加者の特徴的な行動を、従来の手法に比べて円滑に抽出し定量的に計測・集計できた。

### A Proposal and Development of the Support System for a Participant's Behavior Analysis on a Video Teleconference System Using a Remote Control Camera

SATOSHI YAMAZAKI,<sup>†</sup> NAOTO NAKAMURA,<sup>†</sup> YOUZOU MIYADERA<sup>††</sup>  
and SETSUO YOKOYAMA<sup>††</sup>

Recently, interactive video teleconference systems using a camera enabled to control through a computer network are developed. To advance the systems, it is important to analyze what a participant is viewing in a distance place on the system; when, what, how long and why. However, much time is necessary for the analysis with behavior analysis methods generally used. Therefore, the purpose of this paper is to propose and develop a support system for a participant's behavior analysis in the interactive video teleconference. Firstly, observative participant's behavior analysis process and its subject are discussed. After that, the author proposes “Visual Field Record” newly behavior analysis method base on a relationship between remote camera's visual field and participant's its. Secondly, “Visual Field Record System” implements above newly method is designed and developed. It is described that this system composed by two sub-systems: the Record System and the Analyze Support System. Finally, these systems are evaluated by adapting to distance pre-service teacher training. As a result, it became clear that an effective participant's behavior analysis was provided by the Visual Field Record System.

#### 1. はじめに

近年、リモートカメラを用いたインタラクティブなビデオ会議システムが開発され、遠隔教育などの分野

<sup>†</sup> 千葉工業大学大学院工学研究科  
Graduate School of Engineering, Chiba Institute of  
Technology

<sup>††</sup> 東京学芸大学教育学部  
Faculty of Education, Tokyo Gakuhei University

本論文の内容は 2003 年 12 月のマルチメディア通信と分散処理ワークショップにて報告され、DPS 研究会主催により情報処理学会論文誌への掲載が推薦された論文である。

でその有効性が期待されている。このシステムでは、参加者が遠隔地に設置されたカメラをネットワークを介して制御することで自由に遠隔地における視野を変更できる。このような新しいコミュニケーション環境において、カメラを操作している参加者が「どこを」「どれぐらいの時間」「どんな目的で」見たのかという視覚的な行動を分析することは、システムの機能やその配置を改善するために有効な手段である。

このような参加者のコミュニケーション分析には、現在、プロトコル分析に代表される記録メディアを用いた間接的な行動分析手法が一般的に用いられている。著者らも、遠隔教育や共同作業の分野で、これらの観察的な行動分析手法を用いていくつかの実験を行ってきた<sup>1)~3)</sup>。しかしながら、この手法で参加者の視覚的な行動モデルを構築することは、記録メディアの中から分析者が参加者の特徴的な行動を抽出し、行動回数や時間を計測・集計する必要があるため、分析者の負担となっている<sup>4)</sup>。

そこで本論文では、リモートカメラを利用したインタラクティブなビデオ会議システムにおいて、カメラを通して得た実映像とカメラ状態の推移の組合せの記録が、参加者の視野の記録と本質的に同一であるという概念を利用し、新しい参加者行動分析支援システムを提案・開発する。このような、参加者がネットワークを介してカメラを制御し、自由に遠隔地を見渡せるビデオ会議システムは実際に遠隔教育などで利用されており、今後、発展が期待されている。システムに関連する先行研究として、現在、リモートカメラ制御手法<sup>5),6)</sup>に関する研究やリモートカメラの操作状況把握システムの開発<sup>7)</sup>、映像アーカイブのためのインデクシング手法<sup>8)</sup>、会話プロトコルベースの分析支援システム<sup>9),10)</sup>などの個別の技術はそれぞれの分野で研究されているものの、リモートカメラを用いたインタラクティブなビデオ会議システムにおける参加者行動分析のための統合された支援システムの開発はいまだに実現されていない。

本論文では、はじめに観察的な行動分析のプロセスと課題についてまとめる。次に、リモートカメラを使ったビデオ会議システムにおける参加者の視野とカメラの映像との関係について考え、新しい分析手法と支援方法を提案する。その後で、提案した手法を実装した支援システムの開発について述べる。最後に、開発したシステムを遠隔教育実習指導に適用することで提案された手法とシステムの機能を評価し、結論と課題をまとめる。

## 2. 参加者行動分析とその支援

### 2.1 観察的な行動分析のプロセスとその課題

授業評価などのインタラクティブな環境でのコミュニケーション分析では、VTRなどの記録メディアを利用した観察的な参加者行動分析手法が一般的に用いられている<sup>11)</sup>。分析者は、対象となる参加者の様子を分析の信頼性と再現性を得るために一度記録メディアに記録する。その後、その中から分析対象となる行動を抽出し、内容を文章に書き出したりその回数や時間を計測・集計したりしながら分析を進める。

本論文では、参加者が「いつ」「どこを」「どれぐらい」「どのような理由で」見たかというような視覚的な行動を分析する場合について考える。リモートコントロールカメラを用いたインタラクティブなビデオ会議システムにおいて、参加者の能動的な視覚行動は、遠隔地における参加者の興味対象とその遷移を明示的に表していると考えられる。このような参加者の視覚的な行動モデルが明らかになれば、その知見はマルチメディア通信を用いたさまざまなシステムに応用可能であると期待できる。

これらの視覚的な行動を分析するためには、それぞれの行動の回数や時間の計測・集計を行い定量的にデータを収集する必要がある。たとえば、著者らが行った実験<sup>1)</sup>では、被験者に視線方向がマークされたヘルメットを装着し、それを上部から撮影することで被験者の視覚的な行動を計測・集計した。しかしながら、記録メディアから注意深くこれらの行動を抽出し、定量的に計測・集計するには困難がともなった。

記録メディアの中から参加者の視覚的な行動を分析する際に、大きな負担となっている作業には以下の項目が考えられる。

- 特定の物や人物を見ていた回数と時間の計測
- 特定の物や人物を見た推移の計測
- 視野を変更した理由の推測
- 全体を時分割した中での視野推移の傾向調査
- 抽出したデータの記録と管理
- 記録メディアの煩雑な操作

### 2.2 Visual Field Record と行動分析の支援

遠隔教育などに利用されるビデオ会議システムでは、一般に、遠隔地に設置されたカメラがとらえた映像を、他の遠隔地のモニタなどに表示することで遠隔地の状況を判断する。そのような環境では、カメラが映し出す映像と参加者が見ている映像は同一である。

さらに、参加者がネットワークを介して自由にリモートコントロールカメラを制御できるインタラクティブ

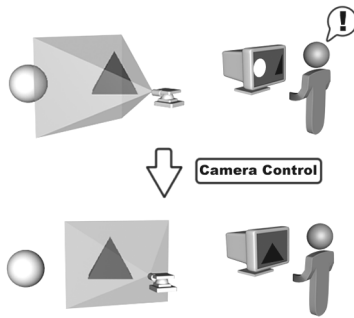


図 1 カメラのコントロールと参加者の視野推移の関係  
Fig. 1 A relationship between a camera control and a change of participant's visual field.

なビデオ会議システムを利用している場合、図 1 のように、カメラの方向やズーム率の変動は、遠隔地における参加者の視野の推移であると見なすことができる。

つまり、このような状況におけるリモートカメラの方向やズーム率の変動とその映像の記録は、遠隔地における参加者の視覚的な行動の記録と本質的に同一である。本論文ではこの考えを“Visual Field Record”と呼ぶ。これらの数値化されているカメラの状態記録を利用すれば、参加者の視覚的な行動を効率的に検索・計測・集計することができる。加えて、それらの行動に対応した映像を同期して再生したり、前後の映像を簡単に検索したりできれば、それらの行動理由の推測も支援できると考えられる。

### 3. Visual Field Record System

#### 3.1 システムの機能

“Visual Field Record System”は前述した支援理論を実装する参加者行動分析支援システムである。本システムは、インタラクティブなビデオ会議システムを提供し、その上で行われた参加者の視覚的な行動を、扱いやすい形でコンピュータに記録できる。分析者はシステムの GUI を操作することによって、参加者の特徴的な視野推移を検索・計測・集計し、それらの視野推移に対応したカメラの実映像の記録を素早く検索・再生することができる。具体的な機能を以下に述べる。

- 視野推移全体の統計グラフの表示
- 時間軸で制限した一部の視野推移の統計グラフの表示
- 視野方向を制限した視野推移の検索と留意時間の計測・集計
- 特徴的な視野推移の自動的な検索・計測・集計
- 検索された視野推移に対応する映像の検索と再生
- 分析中のプロジェクト全体の保存と管理

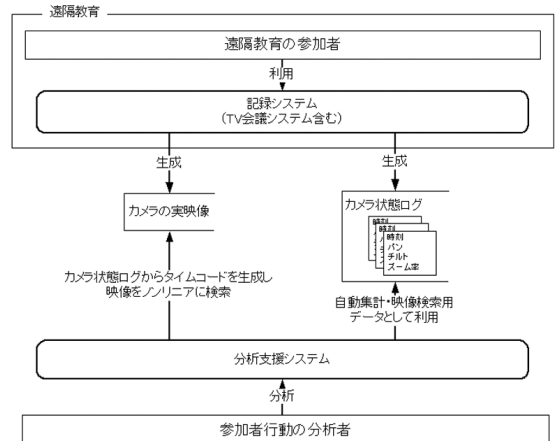


図 2 Visual Field Record System の構成  
Fig. 2 A configuration of Visual Field Record System.

- 検索された各視野推移の保存と管理
- 分析結果の TEXT, TeX への書き出し

#### 3.2 システムの構成

Visual Field Record System は『記録システム』、『分析支援システム』の 2 つのサブシステムから構成され、各サブシステムが連携することによって参加者行動分析を支援する。それぞれのサブシステムとシステムが生成するデータの関係を図 2 に示す。

記録システムは、カメラの方向およびズーム率の変動とその実映像が記録可能なインタラクティブなビデオ会議システムであり、その上で行われる参加者の視覚的な行動を『カメラ状態ログ』と『カメラの実映像』として記録する。行動分析の対象となる参加者は、このシステムを利用して遠隔教育等に参加する。Visual Field Record により、記録された 2 つのデータの組合せは参加者の視野と見させる。分析支援システムは記録システムによって収集されたカメラ状態ログとカメラの実映像の 2 つのデータを組み合わせ、分析作業を直接的に支援する。

### 4. 記録システム

#### 4.1 記録システムの概要

記録システムには、インタラクティブなビデオ会議システムにおける参加者の視野推移を、カメラの方向およびズーム率の推移と実映像の組合せとして記録する機能を実装する必要がある。さらに、参加者行動分析システムとして妥当な性能を得るためには次の 2 点に留意する必要がある。1 つはカメラを円滑にコントロールできるカメラ制御アルゴリズムを具備することである。もう 1 つはカメラの実映像とカメラ状態の

時刻,パン,チルト,ズーム率,  
 Wed Sep 20 10:30:42 GMT+09:00 2000, 486, 249, 10,  
 Wed Sep 20 10:30:48 GMT+09:00 2000, 486, 375, 10,  
 Wed Sep 20 10:30:54 GMT+09:00 2000, 486, 317, 10,  
 Wed Sep 20 10:30:55 GMT+09:00 2000, 486, 317, 10,  
 Wed Sep 20 10:30:59 GMT+09:00 2000, 973, 317, 10,

図 3 カメラ状態ログの一部

Fig. 3 A part of camera's status log file.

推移データをカメラ制御に負担をかけないタイミングで取得し、分析時に扱いやすい形式で記録することである。

本システムは、ジョイスティックの入力を UDP でネットワーク上に転送するコントロールクライアント部、その入力を受けてカメラを制御しカメラ状態を保存するカメラサーバ部、遠隔地の映像を参加者にフィードバックする映像通信部から構成されるが、前述の理由により、コントロールクライアント部とカメラサーバ部には以下の工夫が必要である。

#### 4.2 カメラ制御速度と参加者の視野

パン・チルト・ズーム率の推移を参加者の視覚的な行動としてとらえるためには、円滑にカメラをコントロールできる必要がある。現在、リモートコントロールカメラの制御アルゴリズムにはいくつかの手法が提案されているが<sup>5),6)</sup>、本システムでは空間定数の概念を用いて、カメラの移動幅が机の上程度で十分な場合から教室全体に及ぶ場合まで、柔軟にカメラの速度を制御できる特徴により、山崎らが開発した制御方式<sup>12)</sup>を適用する。

この方式では入力デバイスにジョイスティックを採用し、入力角度に応じて段階的な速度制御を可能にする。また、カメラのズーム時に、ズーム前と同じ角速度で制御すると画面が高速でスクロールしてしまうので、映像のスクロール速度が一致するようにズーム率を考慮して知的に角速度の制御を行う。さらに、遠隔地の空間の広さによって参加者が空間定数を設定し、全体のゲインを調整する。これらによって導かれる最終的なカメラの制御速度は以下の式によって得られる。

$$\text{制御速度} = \frac{\text{ジョイスティックの入力角度}^2}{\sqrt{\text{カメラのズーム率}}} \times \text{空間定数}$$

#### 4.3 記録データとフォーマット

本システムによって記録されるカメラ状態ログは、カメラのパン、チルトおよびズーム率とそれが取得された時刻とともに、図 3 のような CSV 形式のテキストファイルで保存される。このカメラ状態データの取得は前述の速度制御アルゴリズムによって制御されるカメラに、突発的な負荷がかからないようにカメラへ停止命令が発行された直後や一定時間速度制御命令が

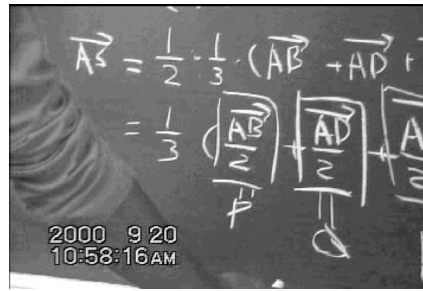


図 4 MPEG に変換されたカメラの実映像

Fig. 4 A recorded MPEG-image through a remote control camera.

発効されていないタイミングで行われる。

一方、カメラの実映像は分析支援システムに入力するために、最終的には MPEG 形式や AVI 形式などの Microsoft Media Player コンポーネントで読み込めるファイル形式で記録する必要がある。さらに分析支援システムでは、カメラ状態ログ中に記録されたデータと同期するために映像の開始時刻が必要になる。よってカメラの実映像は、DV などの記録時刻を映像に含めて記録できる機材で録画し、後で図 4 のように時刻をインポーズした形式に変換する。

## 5. 分析支援システム

### 5.1 分析支援システムの概要

分析支援システムは、記録システムによって記録されたカメラ状態ログと実映像をリンクし、その中から参加者の視覚的な行動を自動または手動で検索・計測・集計・再生できる機能を実装する必要がある。システムが提供する GUI を図 5 に示す。

視覚的な行動の抽出には、時間軸を制限した方法、視野方向を選択してその内部で行われた行動を列挙する方法、視野の推移を自動的に分析して抽出する方法の 3 つが用意される。これらの方法は組み合わせて使うことができる。いずれの方法も、カメラ状態ログのレコード群から適切なレコードをフィルタすることによって機能を実現する。

最初の方法では、クリッピングバーを用いて抜き出したい開始時間と終了時間を指定することで制限をかけることができる。次の方法では、選択パネル内に描画される統計グラフをマウスドラッグによって選択することで、視野方向を部分的に選択できる。統計グラフには、カメラ状態ログに含まれる各レコードを点として描画し、それぞれの時間的關係を線で結ぶことによって、参加者の視野推移が視覚化されている。グラフの横軸はパン、縦軸はチルト、色はズーム率を示す。



図5 分析支援システムの実行画面とインターフェイス

Fig. 5 A screenshot of the behavior analysis support system.

最後の方法では、フィルタリストに登録された視野推移自動抽出フィルタを適用することで特徴的な視野の抽出を行う。たとえば、一定時間視野方向が移動しなかったシーンや、ズーム率が一定以上であるシーンを円滑に検索・測定することができる。

### 5.2 映像の検索と再生の理論

カメラ状態ログとその実映像との同期はそれぞれに記録されている時刻を利用して行う。ログに含まれたそれぞれの記録には、カメラのパン、チルト、ズーム率とそれが取得された時刻が記録されているため、これらの中から任意の2つの記録を組み合わせることで、実映像からそれらの記録に対応したビデオクリップを求めることができる。この記録の組合せを本論文ではタイムコードと定義する。各記録が保持する記録時刻から実映像ファイルの先頭の時刻を差し引けば、実映像ファイルに対するオフセット時間が得られ、タイムコードに対応した映像を容易に再生することができる。支援システムはいくつかの方法によってカメラ状態ログの2つの記録を参加者の視覚的な行動として検索し、システムは分析者にそれらの行動に対応したカメラの実映像を素早くノンリニアに提供することができる。

### 5.3 タイムコードの生成手法

ここでは、カメラ状態ログが保持する各記録の中から2つの記録を決定し、前述したタイムコードを生成する手法について述べる。具体的な例として、図6のように左上から始まり下方向にチルトしつつ

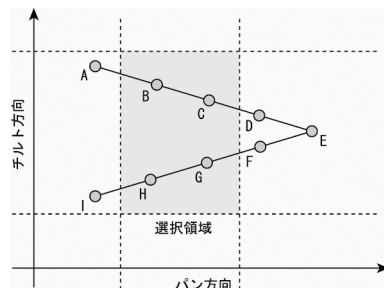


図6 フィルタによるタイムコードの生成手法  
Fig. 6 A method for generating time codes by a filter.

右にパンした後、再度左にパンし左下で終了する視野推移において、中央部の視野推移を抽出する方法をあげる。全体の中からズーム率が一定以上の場合などを検索するその他のフィルタでも、基本的な考え方は同様である。

図中のA-Iは、カメラ状態ログの連続する記録の一部を、横軸をパン、縦軸をチルトとして描画したグラフである。任意のカメラ方向を含む視野推移を抽出するには、図示するような矩形を用いてパン、チルト値を制限し当該記録を抽出すればよい。このとき、連続して記録されている視野推移を直線と考えると、この直線から2つの線分が抽出できる。本システムでは、この分割された線分をそれぞれ別の視野推移と考え、選択領域内の映像を含みうる記録の組合せとして、A-DとF-Iをその領域の中での視覚的な

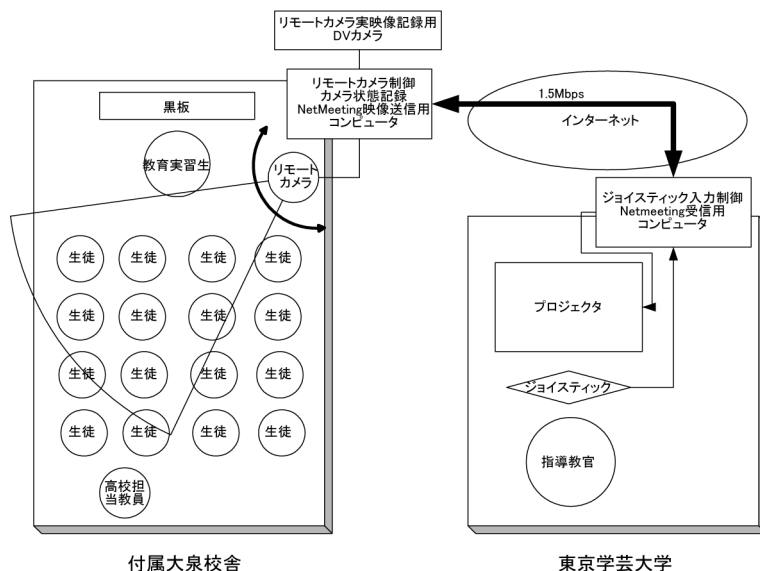


図 7 遠隔教育実習指導の構成

Fig. 7 A deployment of the system for a distance pre-service teacher training.

行動に対応したタイムコードと考える。つまり、この例ではそれぞれ A・D と F・I を始点・終点として持つ、2つのタイムコードが生成される。

また、本システムにはインターバルを考慮する仕組みも含まれる。D-E-F を遷移する時間が指定されたインターバル許容時間より小さかった場合、これらの2つのシーンは A-I から構成される1つのタイムコードに自動的にマージされる。分析者は各フィルタごとに独立して保持される許容時間を、結果を見ながら調整できる。これにより、視野推移が過剰に分割されることを防ぐことができる。

#### 5.4 分析結果のクリップと保存

本システムは分析中の状態を、目的に合わせていくつかの形式で保存できる。VTR を用いた観測的な手法では、作業を中断するために計測状態を保存することが難しい。プロジェクトに設定したカメラ状態ログや実映像のファイル名、実映像開始時間、同期補正時間は専用の VFS ファイル形式として保存し管理できる。また、抽出したタイムコードリストは CSV ファイル形式、または TeX 形式のテキストファイルとして簡単に書き出すことができる。さらに、クリップボックスにはタイムコードリストから任意のタイムコードをクリップし、特徴的なタイムコードを集めて集計・保存することができる。

## 6. システムの評価

### 6.1 遠隔教育実習指導の概要

遠隔教育実習指導は、教員養成大学などの専門的な教官が、大学の研究室などから遠隔地で行われている教育実習にビデオ会議システムを用いて参加することで、教育実習の指導を行うものである<sup>3)</sup>。このような遠隔教育における教官の視覚的な行動を分析することは、遠隔教育システムを改善するといった工学的な価値に加え、新しい実習生の指導方法の構築など教育的な側面からも価値があると考えられる。

本評価実験では、ビデオ会議システムを通して教育実習を見ている教官をシステムにおける『参加者』、この教官の行動を分析する我々を『分析者』とし、開発した理論とシステムを実践的に評価する。本実験の評価基準は、本システムが遠隔教育における新しい提案であることを考慮して、システムの基本的な理論と機能の評価とし、教官の特徴的な視野の検索とその時間の計測・統計が円滑に行えることを確認する。

### 6.2 遠隔教育実習指導の構成とシステムの配置

実習の教科は数学で、実習時間は約 45 分であった。さらに大学の研究室から実習が行われている附属高校までの距離は約 10 km で、1.5 Mbps のインターネットによって接続されている。その間に記録システムを配置し、教官にジョイスティックを使って遠隔地のカメラを操作していただいた。教官には、実習指導の前に 30 分程度の操作説明と練習を行った。リモートカ

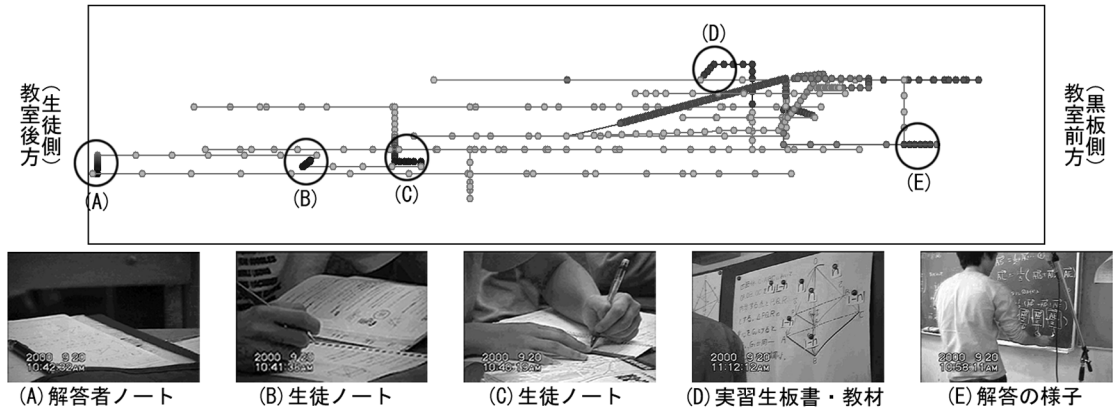


図 8 大学指導教官の視野分析結果

Fig. 8 An analysis result of professor's visual field.

メラは黒板の教材や内容、実習生の振舞い、生徒の表情、ノートなどが見渡せる位置として教室前方側面に設置した。この様子を図 7 に示す。映像通信部は Microsoft NetMeeting を利用した。また、映像の記録はリモートカメラに直接接続した DV で行い、後日、MPEG-1 形式へ変換した。

### 6.3 分析結果と考察

記録システムを利用したインタラクティブな遠隔教育指導はスムーズに行うことができた。付属校から通信される映像にコマ落ちも少なく、音声のとぎれもほぼなかった。リモートカメラのズーム機能により、黒板の文字やノートの内容まで読みとることができた。カメラ状態ログと実映像の記録も期待どおりに取得できた。

これらのデータを分析支援システムに入力し、統計的な分析と特徴的な視野の抽出を試みた。このときの統計グラフを図 8 に示す。指導教官が、教材や実習生など黒板方向を見ていた時間(図中右群)は 39 分 25 秒であり、学生方向を見ていた時間(図中左群)は 6 分 35 秒であった。その間の遷移回数は 7 回であった。また、統計グラフの中からズーム率の高い特徴的な点、A, B, C, D, E についてさらに分析を行った。それぞれの点を見ていた時間を表 1 に示す。映像の内容は、黒板で解答している生徒のノートや他の生徒のノート、実習生の板書と教材、生徒の解答の様子と黒板の解答だった。それぞれの時間は全体の授業時間に対して非常に短いことが分かる。さらに、全体の行動に視野推移自動抽出フィルタを適用すると、ズーム率が 4.0 倍以上だった視野は 11 回あり、その合計時間は 10 分 30 秒であった。

この結果から、指導教官は実習生の振舞いだけでな

表 1 各視野における合計留意時間

Table 1 A total of attention time in each view.

抽出された視野推移	時間 [s]
(A) 解答者ノート	29
(B) 生徒ノート	18
(C) 生徒ノート	14
(D) 実習生板書・教材	11
(E) 解答の様子	24

く生徒の表情やノートを確認していることが分かる。さらに、生徒のノートや表情を見ている時間は全体の实習時間に対して非常に短いことも分かった。ズームしている時間は全体の約 1/4 だと分かった。

このような、特徴的ではあるが全体に対する時間が短い参加者の行動は、VTR などの記録メディアのみを用いた観察的な行動分析では抽出・計測することが難しい。本システムを利用することで、効率的にこれらの視野を抽出し、自動的に計測・集計することができた。また、分析の観点を素早く切り替えられることも本システムで提供されるメリットである。記録メディアを用いた分析では、通常時間をかけて細かい行動を抽出するので各行動を分析するスパンがどうしても長くなる。本システムの素早い行動の抽出と作業情報の保存機能によって、比較的細かい行動分析から全体にわたる傾向の分析まで柔軟に対応することが可能である。これにより、行動に対する意味づけも、より豊富な解釈の中から議論することができる。

しかしながら、教官が手元の資料を閲覧するような参加者のローカルサイドでの行動については、現在のところ本システムでは分析不可能で、従来の分析手法をあわせて利用する必要がある。とはいえ、従来より効率的な新しい手法で行動モデルを分析・考察できる

本システムは、今後のより多様で高度な遠隔システムの構築に向けての基盤技術となる可能性がある。

## 7. おわりに

本論文では、リモートカメラを用いた遠隔教育における参加者行動分析を円滑に行うための新しい分析手法の提案と、その手法を実装したシステムを開発した。具体的には、まず、観察的な行動分析手法のプロセスについて考察し、記録メディアの中から参加者の特徴的な行動を定量的に計測することが困難である課題を明確にした。次に、リモートカメラを用いたインタラクティブなビデオ会議システムにおいて、そのカメラ状態の推移と実映像の組合せは遠隔地での参加者の視野と本質的に同一であることを述べた。さらに、それらを分析に適した形式で記録し、その中から数値的な情報処理によって特徴的な行動を自動または手動で分析できるシステムを構築すれば、観察的な分析作業を支援できることを提案した。提案した支援手法は“Visual Field Record System”として実装し、システムを構成するそれぞれのサブシステムの機能と実装の詳細については各章で述べた。最後に開発したシステムを、遠隔教育実習指導を題材とした評価実験にて実践的に評価した。その結果、カメラ状態ログから得られるズーム率の変更などの能動的な参加者行動が円滑に抽出・計測され、対応した映像から参加者が見ようとしていた対象も明らかとなった。抽出された特徴的な行動には短い時間の行動も含まれており、本システムの有効性を示した。

これらの結果を総合し、本論文で提案した支援理論と開発した“Visual Field Record System”が支援システムの観点から参加者行動分析に有用であると結論付ける。今後は本システムを利用して構築した参加者行動モデルを基盤として、インタラクティブなビデオ会議システムにおけるリモートカメラの自動制御やカメラの配置に関する課題に取り組む予定である。

謝辞 本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費、基盤研究(C)(2)(No.14580231)の援助を受けた。ここに記して感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 望月 要, 大西 仁, 永岡慶三, 中村直人, 宮寺庸造, 横山節雄: 遠隔学習における協調成立のための諸要因—パソコン組み立てを題材として, 教育システム情報学会誌, Vol.15, No.4, pp.312-317, 1999.
- 2) 内田吉宣, 河野真也, 宮寺庸造, 中村直人, 大西仁・望月 要, 永岡慶三, 横山節雄: 遠隔協調作

業における学習者コミュニケーションの円滑さの客観的指標, 教育システム情報学会誌, Vol.17, No.3, pp.295-306 (2000).

- 3) 黒岩 崇, 後藤貴裕, 河野真也, 横山節雄, 宮寺庸造, 中村直人: インターネットを利用した教育実習の遠隔指導実施と評価, 電子情報通信学会信学技報, ET97-102, pp.157-164 (1997).
- 4) 中澤 潤, 大野木裕明, 南 博文: 心理学マニュアル 観察法, 北大路書房 (1997).
- 5) 郷健太郎, 伊藤雅広, 今宮淳美: ズーム情報を利用した適用型遠隔カメラ制御法, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.2, pp.585-592 (2002).
- 6) Aiguo He, 程 子学, 趙 悦: 遠隔教育用カメラ遠隔制御支援方式の検討, 情報処理学会第11回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp.1-5 (2003).
- 7) 河合智明, 坂内祐一, 田村秀行: 遠隔操作可能なカメラを用いた能動的な状況把握システム, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.4, pp.883-890 (1997).
- 8) 石塚健太郎, 亀田能成, 美濃導彦: 講義の自動撮影系における音声・映像インデキシング, 電子情報通信学会信学技報, PRMU99-258, pp.91-98 (2000).
- 9) 加藤 浩: CIAO (Collaborative Implement for Active Observation) (2003).  
<http://open.nime.ac.jp/software/ciao/>
- 10) ダイキン工業株式会社: mospy (2003).  
<http://www.comtec.daikin.co.jp/mospy/>
- 11) 水越敏行 (監修): 教育メディア利用の改善, 国立教育会館 (1995).
- 12) 山崎 聡, 平賀 健, 中村直人, 宮寺庸造, 横山節雄: 遠隔共同作業のためのカメラコントロール手法の検討, 教育工学関連学協会連合第6回全国大会, pp.651-652 (2000).

(平成 16 年 3 月 19 日受付)

(平成 16 年 9 月 3 日採録)

## 推薦文

この論文は、リモートコントロールカメラの操作を観測者の行動と位置づけ、この記録を行動分析支援に利用するというアイデアを提案している点と、その記録システムを実現している点が高く評価され、第11回マルチメディア通信と分散処理(DPS)ワークショップにおいて、2名の査読を得て、同プログラム委員会の審査結果、Young Researcher Awardを受賞した。この理由により、この論文を推薦することとしたい。

(マルチメディア通信と分散処理研究会主査

東野輝夫)





山崎 聡 (学生会員)

1978年生。2001年千葉工業大学工学部情報ネットワーク学科卒業。2003年同大学大学院工学研究科情報工学専攻博士前期課程修了。現在、同大学院博士後期課程。修士(工学)。マルチメディア応用システムの開発に従事。電子情報通信学会，教育工学会各学生会員。



中村 直人 (正会員)

1982年早稲田大学理工学部数学科卒業。1984年同大学大学院理工学研究科数学専攻博士前期課程修了。同年(株)旺文社入社。1987年拓殖大学工学部助手。1992年東京学芸大学教育学部講師。1997年千葉工業大学工学部助教授。2001年より同大学教授。博士(工学)。マルチメディア利用教育システムの開発，遠隔教育システムの開発，情報教育カリキュラムの研究に従事。電子情報通信学会会員。



宮寺 庸造 (正会員)

1984年東京電機大学理工学部数理学科卒業。1986年同大学大学院理工学研究科数理学専攻修了。同年同大学理工学部情報科学科助手。1997年東京学芸大学数学・情報科学科講師。1999年同大学助教授，現在に至る。2001年メディア教育開発センター客員助教授併任。博士(理学)。プログラム言語処理，教育工学，グラフアルゴリズムの研究に従事。IEEE Computer Society，ACM，電子情報通信学会，人工知能学会，教育システム情報学会，教育工学会，日本ソフトウェア科学会各会員。



横山 節雄 (正会員)

1968年早稲田大学理工学部卒業。1974年同大学大学院物理学及び応用物理学専攻博士課程修了。現在，東京学芸大学教授。理学博士。教育システムの開発，プログラミング教育，情報教育，遠隔教育等の研究に従事。日本教育工学会，日本科学教育学会，電子情報通信学会各会員。1992年～1993年スタンフォード大学客員研究員。