

端末室講義における学生の学習動作の検出

稲木, 光照
九州大学システム情報科学研究院知能システム学部門

菅沼, 明
九州大学システム情報科学研究院知能システム学部門

谷口, 倫一郎
九州大学システム情報科学研究院知能システム学部門

<https://hdl.handle.net/2324/5919>

出版情報：火の国情報シンポジウム, 2004-03
バージョン：
権利関係：

端末室講義における学生の学習動作の検出

稲木 光照[†], 菅沼 明[‡], 谷口 倫一郎[‡]

[†]九州大学工学部電気情報工学科

[‡]九州大学大学院システム情報科学研究所

〒816-8580 春日市春日公園 6-1

E-mail: {inaki, suga, rin}@limu.is.kyushu-u.ac.jp

近年、キャンパスが分散している大学などでは遠隔講義が行われている。遠隔講義は従来の講義に比べ、実際に講義をしている教師と遠隔地の教室にいる学生との間でコミュニケーションをとることが難しい。そこで、学生の学習状況を教師に伝えることができるシステムがあれば、講義中にその学生が積極的に講義を受けているのかを判断する助けとなる。本研究では、端末室を使用した遠隔講義において、学生の学習動作の検出を行い、それらの情報を教師に伝えるシステムを提案する。具体的には、ディスプレイの上に設置されたカメラでPCの前に座っている学生を撮影する。その撮影された画像の処理により、学生が向いている方向を検出する。また、PC内のイベント検出処理により、端末を使っている学生の見ているウィンドウ名、キーボード操作とマウス操作の有無を調べる。それらの情報のフィードバックにより教師は学生が積極的に講義を受けているかどうかを判断することができるというシステムである。

キーワード 遠隔講義, イベント検出, 顔の向き検出, フィードバック

Extraction of a student's event in computer room

Hiroaki Inake[†], Akira Suganuma[‡] and Rin-ichiro Taniguchi[‡]

[†]Department of Electrical Engineering and Computer Science, Kyushu University

[‡]Department of Intelligent Systems, Kyushu University

6-1 Kasuga-koen, Kasuga, 816-8580 Japan

E-mail: {inaki, suga, rin}@limu.is.kyushu-u.ac.jp

The universities which have distribution campuses have been taking in Distance Education Course (DEC). The communication between a teacher and students in DEC environment is more difficult in comparison with conventional courses. Therefore, if there is a system which can inform a teacher of a student's study attitude, the system helps the teacher to judge whether each student takes part in a lecture positively. This paper proposes a system which can inform a teacher of results of detection of student's study attitude. In more detail, a student in front of a personal computer (PC) is captured with a camera on a display. By the image processing, the system detect a direction which the student is looking at. Moreover, by the detection of event in student's PC, the system investigates existence of a keyboard and a mouse operation, and a window title of a window which the student is looking at. The teacher can judge whether each student takes part in the lecture positively.

Key words Distance education course, Event detection, Face-direction estimating, Feedback

1. はじめに

現在、国内に多くの大学が存在しているが、一つの大学で複数のキャンパスに分かれている場合があり、学生や教師は必要に応じて講義の行われるキャンパスに移動しなければならない。離れているキャンパスが近い距離であれば特に問題はないが、キャンパスが遠く離れた場所にある場合、学生や教師にとってキャンパスを往復することは経済的、時間的に負担となる。そこで、キャンパスを移動することなく離れた場所で行われている講義を受講できるようになることが望まれる。講義の内容を遠隔地の教室に転送し、学生側に提示することができるようなシステムと遠隔地にいる学生の状況が教師にわかるようなシステムがあれば、学生は遠いキャンパスに足を運ぶことなく講義を聴講することができ、教師も普通の講義と同じように講義を進めることができる。遠隔地同士を通信して講義を行うシステム、つまり遠隔講義を支援するシステムにより、学生に時間的な余裕が与えられるだけでなく、教師にとってもより多くの学生に講義を聴講してもらえという利点が生まれる。

我々の研究室では、遠隔講義を支援するためのシステム構築の一環として、講義自動撮影システム ACE(Automatic Camera control system for Education)^[1]と学習履歴分析システム^[2]の開発を行っている。ACE とは、黒板を使用した一般的な講義形式において、教師が黒板に書いた最新の領域を中心に自動で講義を撮影するシステムである。また、学習履歴分析システムとは、遠隔地側の教室は端末室であると設定し、ACE で撮影された黒板の映像を静止画像として保存した上でブラウザで表示し、過去の画像を生徒が参照しているのかをすることで、講義のどのあたりが学生は難しいと思っているのかを判断するというシステムである。しかし、学習履歴分析システムにより、学生が講義のどのあたりを難しいと思っているのかを把握することはできるが、学生が積極的に講義に参加しているかどうかを把握することはできない。そこで、学生の学習動作の検出を行えるようなシステムが望まれる。本研究では、端末室を使用した講義を対象とし、学生の学習動作を教師にフィードバックするシステム ESEC(Extraction system of Student's Event in Computer room) を構築している。このシステムは、ディスプレイの上に設置したカメラか

らの画像を処理することにより、学生が向いている方向を検出し、教師に知らせる。また、計算機内のイベント検出処理により、端末を使っている学生の動作の概要を教師に知らせる。

2. ACE と学習履歴分析システム

2.1 講義の形態

本研究では図1に示すような遠隔講義形態を想定している。講義をカメラで撮影し、その映像を音声とともに遠隔地の教室(実際に講義が行われている教室を講義教室、遠隔地の教室を遠隔教室と呼ぶことにする。)に転送し、遠隔教室の前方に用意したスクリーンに投影する。遠隔教室は一般的な端末室とし、学生には1人1台ネットワークに接続されたPCが用意されている。また、そのPCのディスプレイの上には学生を真正面から撮影するようなカメラが設置されているものとする。各学生のPCとカメラにより、各学生のイベント検出を行い、教師用のPCへと検出結果を送信する。教師はその検出結果を見ることにより、遠隔教室の学生が講義を積極的に聴講しているかを把握することができる。

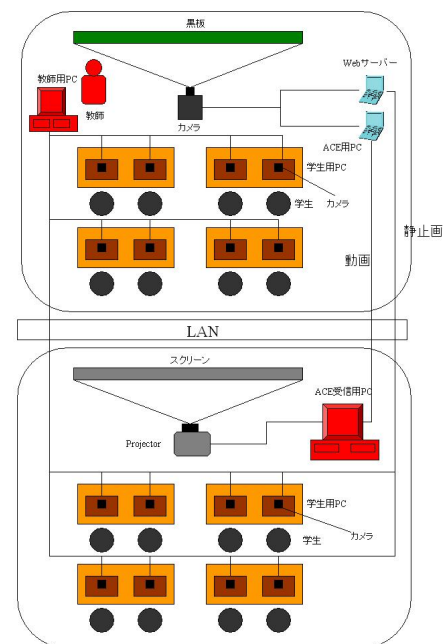


図 1: ESEC のシステム構成

2.2 ACE と学習履歴分析システム

講義教室で行われている講義をカメラで撮影するために ACE を用いる。ACE では、教師が学生に見せたい映像を撮影する戦略として、黒板に書いた最新の板書を中心に撮影する。これは、教師が説明している対象は、最後に書いた板書であることが多い性質を利用している。

しかし、ACE で撮影された映像と学生が見たい映像は必ずしも一致するわけではない。このため、ACE の映像から板書の静止画を作成し、ブラウザで過去の板書履歴を表示するシステム^[3]を構築した。学生はブラウザを利用して講義の最初から順に生成された静止画を自由に見直すことができる。図 2 に学生用 PC に表示されるブラウザを示す。左側には生成された静止画のサムネイルを時間順に表示する。また、右側には、数枚のサムネイルで教室の黒板全体を構成する形で提示する。これらのサムネイルはリンクになっていて、クリックすると静止画が大きく表示される。

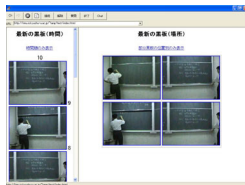


図 2: 学生側 PC のブラウザ

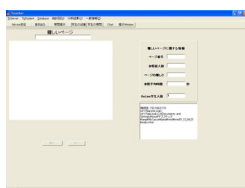


図 3: 教師側 PC のウィンドウ

遠隔教室の学生が過去の板書の静止画像を見ているかどうかにより、学生が講義のどのあたりを難しいと思っているかを分析するシステムが学習履歴分析システムである。図 3 が教師側 PC に表示されるウィンドウである。学習履歴分析システムの概要は以下の通りである。

- (1) 最新の板書ができたとき、HTML ファイルに登録する。同時に、教師側 PC に最新板書のファイル名を送信する。

- (2) 教師側 PC は最新の板書のファイル名が届いた後に、接続している学生全員にこのファイル名を送信する。

- (3) 学生側 PC は最新の板書のファイル名が届いたとき、自動的に新しい内容を読み込む。学生側 PC のブラウザの URL が変更されれば、教師側 PC にその URL を送信する。

- (4) 教師側 PC がこの URL や届いた時間や届いた学生の名前などの情報を記録する。システムは一定の時間間隔おきにこの記録を基に統計や分析などを行う。

2.3 学習履歴分析システムの問題点

学習履歴分析システムにより、教師は学生が講義のどのあたりを難しいと思っているかを分析することができる。しかし、このシステムは学生が積極的に講義を受けているという前提の元で作成されている。なぜならば、このシステムのブラウザを開いてさえいれば、勝手に最新の内容が更新されるため、学生が他のアプリケーションなどで作業していても、この学生は最新の板書領域を参照しているので講義を理解していると判断されてしまう。さらに、他のウィンドウを開いてなくても、よそ見をしていたり手元の本を読んだりしていてディスプレイを見てなくても、講義についてきていると判断されてしまう。

また、遠隔講義の受講者側の情報を教師に伝えるようなシステムは学習履歴分析システムの他にも研究されている^[4]。このシステムも教師に受講者の理解度を伝えるためのものであり、受講者がどのような状態かを伝えるためのものではない。よって、他のアプリケーションなどで作業をしていないかどうかや、学生がどこを見ているかなどが教師にわかるようなシステムが必要といえる。

3. 学生の学習動作の検出

3.1 PC 内のイベント検出

学生が PC を用いた講義で何か作業をしている場合、以下の二つのパターンが考えられる。一つ目は、教師が指示したアプリケーションを使って講義を受けている場合である。二つ目は、講義とは関係のないインターネットを見たり、教師が指示した以外のアプリケーションで何か作業をしている場合である。前者は積極的に講義を受けているということ

であり、後者は漫然と講義を受けている可能性が高いということである。いずれの場合にしても、PCで何か作業をする際にはフォアグラウンドウィンドウ(一番手前にあるウィンドウ)でなければ作業できない。そこで、教師側PCから学生のPCへフォアグラウンドウィンドウにすべきアプリケーションのウィンドウ名を送信することにより、教師が指示した以外のウィンドウで作業をしている学生がいるということを教師に伝えるシステムを構築した。具体的には、まず教師は学生側にフォアグラウンドにすべきウィンドウ名の一部を送信する。すると、学生側のPCは一定の時間間隔で現在のフォアグラウンドウィンドウ名を取得し、受信した文字列と比較する。比較の結果、指定された文字列を含まないウィンドウがフォアグラウンドウィンドウであれば違うウィンドウを見ているということと、現在見ているウィンドウ名を教師のPCへと送信する。教師は送られてきた情報により、その学生が積極的に講義を受けているかどうかを判断することができる。

また、教師が指定したウィンドウ(以下、正しいウィンドウと記す)を見ている場合でも、それだけでは、その学生が積極的に講義に参加しているとは判断できない。例えば教師がプログラムを作成するように指示しているのに、何も作業をしないでいる学生がいる場合がある。作業しているかどうかを判断するために、キーボード操作やマウス操作があったかどうかを送信するようにしている。

キーボード操作やマウス操作があったかどうかという判断は、キーボードフックとマウスフックという関数を用いている。ESECが起動すると同時に、キーボードフック関数とマウスフック関数が常に作動し、フォアグラウンドウィンドウに届くはずであったキーボード操作やマウス操作をESECがフックする。そして、操作があったことを確認し、本来届くはずであったウィンドウにそのまま返している。

3.2 画像処理による動作検出

上記のPCによる学生の動作の検出により、教師は、正しいウィンドウで作業をしている学生を判断することができる。しかし、その学生はウィンドウを開いているだけで、実際は寝ていたり、隣と話していたり、あるいはその場にはいないかもしれない。そこで、カメラでPCの前に座っている学生を撮影して画像処理することにより、どこを向いているか

とその場にいるかを検出する。その場にはいなければ、すぐにその学生は講義を受けていないことが分かる。また、正面以外を向いていれば寝ていたり、隣と話している可能性が高いというわけである。カメラは学生の顔を真正面から撮影できるようにディスプレイの上に設置する。以下、カメラから取得した352 × 288の画像サイズの映像を用いてPCを使用している学生の着席検出および顔の向き検出について説明する。

3.2.1 学生の着席検出

学生がPCの前にいるかどうかは、フレーム間差分と肌色検出により判断する。フレーム間差分により、変化のある部分を白くし、変化のなかった部分は黒くする。光の変化などのためにノイズがあるので、ノイズ処理を行う。ノイズ処理としては、メディアンフィルタを用いている。ノイズ処理を施して、全く動くものがない場合でも50画素ほどは白い画素が検出される。そこで、白い画素の数を調べ、50画素以上あれば動くものがあると判断している。

肌色検出については、まず画像の画素をRGBから色相(HUE)へと変換する。肌色は一般的に色相の値が0度から15度の範囲で表される。上の範囲に入る画素を黒とし、それ以外の画素を白とするような二値画像を生成する。しかし、この手法だけでは光の強い部分も誤って検出されてしまう。そのため、色相に変換する前処理として、明るさがある値より大きい画素については白画素にする。さらに、ノイズを消すために、オープニング処理を施す。本システムでは、1回の収縮処理の後、2回の膨張処理を行っている。この黒い画素の数を調べることににより、肌色の物体があるかどうかを検出している。この二値画像にもノイズがのるため、人がいなくても3,000画素ほどは黒画素が検出されてしまう。そのため、黒画素が3,000以上あれば肌色が検出されているものと判断する。

学生がPCの前に座っていて、カメラで撮影されていれば、少なからず動くものである。また、顔を撮影するので必ず肌色が検出される。したがって、上記の二種類の方法により、動くものがなく、肌色も検出されなければ、学生はその場にはいないと判断する。

3.2.2 顔の向きを検出

顔の向きを検出はテンプレートマッチングを用いている。今回はテンプレートとして4人から、顔の正面の画像、右向きの画像、左向きの画像、下向きの画像を20枚ずつ、計320枚を用意した。

テンプレートと比較するために、顔の画像をカメラにより撮影されている画像から切りださなければならない。撮影された画像から顔を切り出すために上記の肌色検出を用いた。本システムでは、カメラで主に顔を撮影しているため、肌色が検出されれば、その肌色の部分は顔を表すことになる。

また、顔の部分は肌色の画素が集まっているので、肌色である画素の座標の平均と散らばり具合を求め、その平均を中心とし、散らばり具合に応じた範囲を切り出し、顔画像とする。その後、この顔画像を150×150の画像に正規化する。

切り出した顔画像をテンプレートマッチングすることにより、切り出した顔画像がどのテンプレートに近いかを知ることができる。しかし、今回用意したテンプレート数は320枚あり、1枚1枚と比較していたら計算量が莫大なものとなり処理時間がかかってしまう。そこで、固有空間法を用いることにより、テンプレート画像と比較する顔画像の次元を低くし、計算量を減らしている。

3.3 インタフェース設計

遠隔講義をする場合、教師は実際に講義を行っている教室の学生と遠隔地の教室にいる学生の両方の反応を把握する必要がある。そこで、遠隔地にいる学生のどれくらいが積極的に講義を受けているかどうかを一目でわかるようにインタフェースを作成した。図4が作成した教師側のインタフェース画面である。教師側のインタフェースは三つの部分に分けることができる。

- (1) データ表示部 … 教師のパソコンに接続している学生の人数と教師が指定した以外のウィンドウを見ている人数、正面以外の方向を見ている人数が表示される。
- (2) 全体情報表示部 … 接続している各学生の今の状態がビットマップで表示される。
- (3) 詳細情報表示部 … 全体情報表示部の各ウィンドウの詳細ボタンを押すことにより、その学生の名前、現在見ているウィンドウ名を知ることができる。

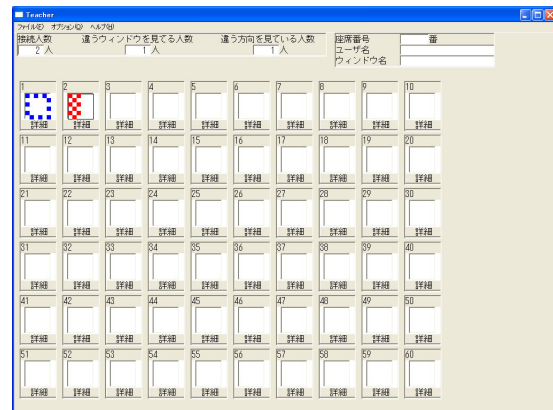


図 4: 教師側インタフェース

データ表示部により、PCに接続している人数を知ることができ、遠隔講義にどれだけの学生が参加しているかを知ることができる。また、指定した以外のウィンドウを見ている人数や正面以外の方向を見ている人数を知ることにより、どれくらいの学生が漫然と講義を受けているかを知ることができるようにしている。

全体情報表示部に表示されるビットマップの意味は以下の通りである。

- 色 … 学生の状態を表す。黄色は、接続されてすぐの状態を表し、青色は正しいウィンドウを見ていることを表す。赤色は、指定されていないウィンドウを見ていることを表し、黒色はPCの前に学生がいないことを表す。
- チェック … キーボード操作があったかどうかを表す。
- 真ん中が白抜き … マウス操作があったかどうかを表す。
- 部分表示 … 表示されている部分の方向を見ていることを表す。全面表示であれば、正面を向いていることを表し、右半分であれば右、左半分であれば左、下半分であれば下を向いていることを表す。

実際はこれらのビットマップが組み合わされて表示される。例えば、図4の1番目の座席に表示されているようなものであると、青色で真ん中が白抜きかつチェックで全面であるので、学生は正面を向

いて、正しいウィンドウを見ていて、キーボード操作とマウス操作をしていることを表している。2 番目の座席に表示されているようなものと、赤色でチェックで左半分であるので、学生は左を向いて、指定されていないウィンドウを表示していて、キーボード操作をしているということを表している。

ESEC のインタフェースでは、詳細ボタンを押さないと各学生の名前などはわからない仕様になっている。その理由としては、1 画面で全学生の状態を表示するために、各学生の情報はコンパクトにまとめる必要があったためである。また、講義を受ける個別の学生の状況を常に表示しておくよりも、講義室にいる学生全体の傾向がつかみやすい設計にしているためでもある。また、各学生が教師側 PC に接続した時間と切断した時間はログとしてテキストで残してあるので、教師は講義終了後にログを利用することで、学生の出席状況がわかる。

教師側から設定するものとしては、現在の大学の端末室では 1 台の PC に 1 台のカメラがついているとはかぎらないことを考慮し、学生側の PC のカメラの有無を設定することができるようになっている。カメラがある PC とカメラのない PC が混在する場合は、カメラ有りとして設定しても、カメラがない PC に影響を与えることはない。また、学生の PC の処理を軽くするために、学生からの送信間隔を設定することができるようになっている。

4. 実験と考察

4.1 端末室講義における実験

4.1.1 実験環境と目的

ESEC を評価するに当たり、学部 1 年生の端末室を使用する講義であるプログラミング演習第一を利用して実験を行った。今回は、各 PC にカメラを用意することができなかったため、カメラは無しという設定で実験を行った。実験に使用した教師用 PC と学生用 PC のスペックはともに同じであり、OS は Windows2000 Professional で、CPU は Intel Celeron 500MHz であり、メモリは 128MB である。今回、各学生 PC からの送信間隔は 5 秒と設定し、最大で 53 台の PC が教師用 PC に接続された。

本実験の目的は以下の通りである。

- 教師の PC に複数の学生用 PC が接続された状態で長時間、システムが正常に機能するかどうかの確認

- 教師による ESEC のインタフェースの評価
- ESEC を学生側 PC で使用した際に起こる他のアプリケーションへの影響の確認

4.1.2 実験結果

90 分の講義において、ESEC は不具合を起こすことなく機能した。データ表示部にも、現在の接続人数と指定されていないウィンドウを見ている人数とを正しく表示していた。また、再送信により、存在しないウィンドウ名を送信すると、確かに 53 人全てのビットマップは赤色表示となり、正しく動作していることを確認した。

教師による ESEC の評価は以下の通りであった。

- 操作性について
講義をしている間に、再送信などでキー入力をするのは困難である。
- 学生の状態把握について
学生に PC で実習をさせる場合には、操作を指示した後、学生が作業しているかどうかがわかるので、どれくらい作業時間をとるべきか判断するのに役立つ。
- 表示されるビットマップについて
使用前に説明されればわかる。全体情報表示部は見やすかった。
- ログについて
出席状況がわかり、テキストファイルとして残るので、紙に書かれた場合と比べて PC に打ち込む必要がないので、役に立つと思う。

ESEC を使用することで他のアプリケーションへの支障が生じたかどうかの学生のアンケートを表 1 に示す。

表 1: アンケート結果

回答	ある	ない	わからない
人数	6 人	40 人	9 人

4.2 考察

実験結果より、ESEC は 50 台以上の PC を接続しても 90 分の講義に耐えることが実証された。教師側のインターフェースについては、表示部分は、

色で表示されるので講義をしながらでも見る事ができ、学生の状況を判断するのに役に立つと評価された。ただ、より見やすくするために、データ表示部に書かれている数字の情報を円グラフなどで、表示してみてはどうかという意見が得られた。これにより、さらに見やすくするような改良が必要であると考えられる。また、講義をしている際に、ウィンドウ名をキー操作によって入力するのは困難であろう。このことに対する対策を講じる必要があると考えられる。

学生側のシステムについては、約8割の学生が普段と変わらないと答え、ESECを使用しても、PCは通常通り使用できると考えることができる。違和感があると答えた学生のその理由は普段より重くなったと答えたものが3名で、最小化しているESECの学生用ウィンドウが邪魔であると答えたものが3名であった。今後は、最小化してタスクバーに残すのではなく、常駐バーなどに滞在するようにするなどの改良が必要である。

4.3 顔の向きを検出率の測定

4.3.1 測定環境と測定方法

教師に送信される顔の向きが本当に正しいのかどうかを調べるために、検出される顔の向きを検出率を測定した。使用したPCのスペックは、OSはWindowsXP Professionalで、CPUはAthlon(tm) XP 1800+ 1.53GHzであり、メモリは512MBである。使用したカメラの仕様を表2に示す。

表 2: カメラの仕様

センサー	10万画素 CMOS センサー
ビデオ解像度	352 × 288
レンズ	F=3.6mm
フォーカス	手動
明るさ	自動調整
フレームレート	15fps

測定方法としては、普段通りPCで作業をしてもらい、その様子を静止画像で保存する。その静止画像からどの方向を向いているかを筆者が判断し、検出結果と照合することにより検出率を測定している。その際の顔の向きの範囲を図5に示す。測定は4人の学生で行い、そのうちの1人には素顔の状態のときと、マフラーとサングラス、付けひげをして

からの測定と2通りを行い、計5人分の測定を行った。4人の学生の構成は、1人はテンプレートを作成したときに登録した学生で、残りの3人はテンプレートには登録されていない学生である。

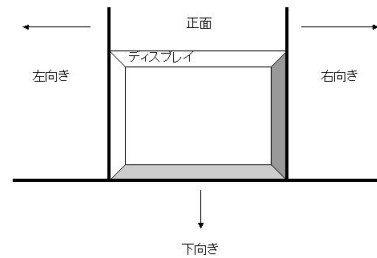


図 5: 顔の向きの範囲

4.4 測定結果および考察

表3に測定結果を示す。表3を見てみると、全ての顔の向きが70%以上の確率でシステムによる検出と静止画像からによる検出が一致している。検出が一致しなかった原因としては、図5の顔の向きを分割する境界線あたりを向いていたためにシステムによる検出と静止画像からによる検出が一致しなかったものと思われる。よって、境界線をもたない右側と左側とでは誤った検出は行われていない。

表 3: 測定結果

	標本数	検出結果				検出率 (%)
		正面	右	左	下	
正面	1107	863	73	74	97	78.0
右	451	44	384	0	23	85.1
左	483	51	0	361	71	74.7
下	525	33	14	56	422	80.4

また、2通りの測定を行った学生については、マフラーとサングラス、付けひげをした後に測定をしたほうが検出率は悪かった。検出率が落ちてしまった原因としては、マフラーはさほど影響がなかったが、サングラスとひげにより、肌色の面積が少なくなってしまう、向いている方向以外のテンプレート画像により近くなったためであると考えられる。

測定した4人の学生のうち、1人はめがねをかけており、もう1人は髪が肩くらいまでである女性であるが、いずれの検出率もすべて70%を超えており、

めがねをかけていたり、髪の長い女性であっても十分顔の向きを検出することができると考えられる。

問題点としては、いずれの学生にしてみても顔画像内に手が入ってしまうと、検出率が下がってしまう。また、カメラの真正面ではなく、右や左に10cmほど撮影される顔の位置がずれてしまっても検出率は低くなってしまった。よって、よりロバストに検出できるように改良しなければならない。

5. おわりに

本研究では、端末室で行われる講義において、PCの前にいる学生が積極的に講義を受けているかどうかを教師が把握できるようにすることを目的としたシステム ESEC を提案し、その評価を行った。具体的には、PC によるイベント検出とディスプレイの上に設置したカメラにより学生を撮影した画像の処理により、顔の向きを検出し、教師にそれらの情報を伝えるシステムを作成した。カメラは無しの設定ではあるが、実際の端末室を使用した講義において ESEC を使用した結果、学生の状態を把握するのに役に立つという評価が得られた。

今後の課題としては、

● インタフェースの改良

本研究で行われた実験により、学生用ウィンドウがタスクバーにあっては不便であるという意見があった。そのため、タスクバーに最小化しておくのではなく、常駐バーなどに滞在するようにする必要がある。また、教師用インタフェースでより見やすくするために、違うウィンドウを見ている人数などを円グラフなどで表示できるようにすることが望まれる。

● 顔の向きの検出率の向上

現在の1台のカメラによる撮影では、カメラの正面以外にいる場合は検出率が低くなってしまふ。そのために、ステレオ視にするなど、カメラの真正面以外にいる場合でも、検出できるようにする必要がある。

● 学生の動作検出

現在、カメラの撮影により、検出できるのは学生の顔の向きだけである。顔の向き検出によりその学生が何をしているかある程度の予測は立てられるが、はっきりしたことはわからないため、より具体的な動作の検出が望まれる。

などがあげられる。

謝辞

この研究の一部は科学研究費基盤研究(c)(2) 課題番号 14580224 の補助を受けた。

参考文献

- [1] Akira Suganuma and Shuichiro Nishigori: “Automatic Camera Control System for a Distant Lecture with Videoing a Normal Classroom”, Proc. World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, pp.1892–1897, 2002.
- [2] 湯 九花, 菅沼 明, 谷口 倫一郎: “遠隔講義への支援における学習履歴分析システムの構築”, 情報処理学会九州支部研究会報告, pp.172–179, 2002.
- [3] Akira Suganuma and Shuichiro Nishigori: “Automatic Videoing a Normal Classroom for a Distant Lecture with a Recording Function of a Blackboard”, Proc. World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education, pp.2226–2229, 2002.
- [4] 隈元 昭, 伊藤 秀隆: “遠隔教育での Up Stream 情報の分析処理におけるモバイルエージェントの知的機能の設計と実装”, 電気通信普及財団研究調査報告書第 16 号, pp.231–238, 2001.