

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 3 月 31 日現在

機関番号：13201
研究種目：基盤研究(C)
研究期間：平成 22～24 年度
課題番号：22500913
研究課題名（和文） 画像解析を用いた遠隔講義学習状況提示システムの開発
研究課題名（英文） Development of the situation presentation system using the image analysis for distance learning

研究代表者
黒田 卓（ KURODA TAKASHI ）
富山大学・人間発達科学部・教授
研究者番号：80262468

研究成果の概要（和文）：

教室の二酸化炭素濃度は、気温、人数、換気扇の有無等で大きく変化し、授業開始後数分で教室に求められる二酸化濃度の基準値を超える事がわかった。これらを授業者に提示することにより、環境の改善が見込める事が明らかになった。また、学習状況をサーモグラフィで記録した映像をみると、学習への集中状況に応じた体温変化を確認することができたが、今回試みた教室全体を撮影する方法では、空調の影響や、学習者の姿勢の変化などの影響が大きく、詳細な指標は作成できなかった。

研究成果の概要（英文）：

The carbon dioxide concentration of the classroom greatly changed in temperature, number of people, having ventilation fan or not and knew the thing more than the standard values of density demanded from the classroom after a class start in several minutes. It was revealed that we could anticipate environmental improvement by showing these to a person of class. In addition, we could confirm the temperature change that accepted the intensive situation to learning when we watched the picture which recorded the learning situation by thermography, but, by the method to photograph the whole classroom which we tried this time, influence of the air conditioning and the influence such as the changes of the posture of the learner were big and were not able to make the detailed index.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 22 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
平成 23 年度	800,000	240,000	1,040,000
平成 24 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：メディア教育、情報教育、教育工学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：①遠隔教育 ②システム開発 ③画像解析 ④学習状況 ⑤センサー

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

テレビ会議を用いた遠隔講義は、ハードウェアの価格も下がってきており、数多くの大学ですでに実施され、既に実用化段階にある。本学もその一つであるが、合併等によりキャンパスが分散された大学等では、特に注目されている技術でもある。これらの実施状況等に関しては、メディア教育開発センターやNIIが実施した調査等に詳しい。

しかしながら、実際の実施に関しては、本学 E ラーニング・タスクチームが実施したアンケート結果においても、「授業を行いながらの機器の操作が難しい」、「遠隔教室にいる学生の学習状況等が把握しにくい」といった問題点が指摘されている。特に、後者の問題に関しては、これまで、従来の教室で行われている、「挙手による確認」、「座席表を用意し指名による強制的なコミュニケーション」といった、教育方法的な工夫によって、その障害への対策が行われてきた。

これまで、本研究グループでは、総務省 SCOPE「HD 映像伝送による教育現場の共感空間実現の研究（062305003）」に平成20年3月まで取り組んできた。この研究を通して、容易に設置、利用が可能な遠隔講義実施用アプライアンスの開発、共感空間実現のための機器配置、臨場感向上のためのソフトウェア・クロマキー技術の開発や、合成画像上で資料の操作や資料への書き込みを行うことができるオンスクリーンイベント操作技術の開発を行ってきた。同時に、この研究内では詳細な分析までは行えなかったが、学習者画像からの視線分析、サーモグラフィーを用いた受講中の体温変化についてのデータ収集を行ってきた。その結果、講義の進行の中の様々な場面、講師の発問によって、学習者の体温が急激に変化することがわかってきた。

当初、高価なサーモグラフィーを、遠隔講義システムで利用する事は、現実問題としては難しいと考えており、本研究グループが平成19年3月まで別途取り組んでいた総務省 SCOPE「「農畜産業における画像を使った育成鑑定システムの研究」（052305001）」において開発した、画像による果樹の熟度判定技術を応用し、ハイビジョン画像で撮影された学習者の顔色の変化を連続的に追跡し、学習者の学習状況把握を行うためのシステムの開発を行うことを検討した。

その後、重症急性呼吸器症候群(SARS)や新型インフルエンザの流行に伴い、サーモグラフィーの需要が急増し、同時に価格が急速に下がって、比較的容易に利用することが可能となった。この流れを受け、これらを直接活

用する方法も可能となった。

2. 研究の目的

大学の授業等でもテレビ会議システムを利用した遠隔講義が盛んに行われるようになってきている。授業時間確保、パンデミック対策等の面からも、テレビ会議システムを用いるケースも今後増えることが予想される。

反面、テレビ会議システムを用いた授業は、遠隔地の教室や受講生の学習状況、雰囲気等が把握しにくく、授業の進行が難しいといった側面も持つ。

本研究では、画像解析技術、生体情報取得分析等、非侵襲データを積極的に活用することによる、遠隔地教室や受講生の学習状況把握を把握し、講師や、他の遠隔教室にその状況を視覚的に伝達するシステムの開発を目指した。

また、画像から得られるデータだけでは、十分な学習状況に関するデータが得られないことも予想されている。それに対しては、必要に応じて、教室の環境データ、非侵襲の生体データ等を補助的に利用する事も考えている。現在のところ、教室の複数箇所の温度、酸素濃度などの環境データ、学習者の心拍数、呼吸の速さなど、非侵襲で取得できる生体データの活用も視野に入れ、検討を行った。

3. 研究の方法

本研究は、大きく分けて、次の3段階で実施した。

- ① 遠隔講義実施中のサーモグラフィーによる体温変化と参与観察による受講者の学習状況の把握、およびHD画像の画像分析による顔色変化とサーモグラフィーのデータの相関を検討した。
- ② ①の結果を踏まえたHD画像からの特徴抽出システムの開発、およびその他の取得可能な非侵襲データ収集方法を検討した。
- ③ 二酸化炭素、温度、湿度など、遠隔教室の環境状況を遠隔地の講師側で取得し、容易に活用できるシステムの開発を行った。
- ④ 得られた特徴データの可視化方法の検討とシステムへの実装可能性の検討を行った。

4. 研究成果

①サーモグラフィーによる遠隔講義中の学習者の体温変化の観測

サーモグラフィーを用いて、授業中の学習状況による体温変化の収集を試みた。サーモグラフィーは、アートレイ社製ARTCAM-320-THERMOを利用した。

サーモグラフィーと同時に HD ビデオカメラも用いて授業中の画像を撮影し、授業進行と体温変化を記録した。ビデオカメラはサーモグラフィーとほぼ同様の画角となるようセッティングを行った。

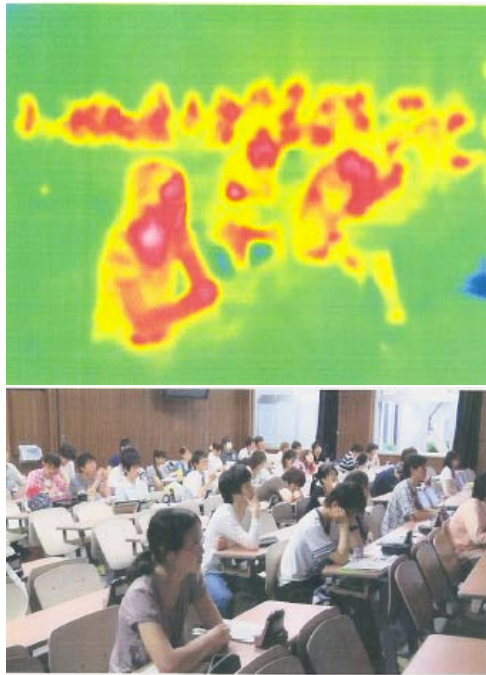


図1 サーモグラフィーと HD カメラの映像

サーモグラフィーの位置、高さなどを変え、できるだけ多くの学生が撮影可能な箇所を探したが、高い位置からだと、肝心の顔の部分が写りにくくなり、低い位置からでは全体を写すことが難しい。また、授業中の顔の動きによっても、映像が大きく変わってしまう。HD カメラの画像の色分析では、同系統の色の影響を大きく受けてしまい、必要な部分の色の変化を抽出することは出来なかった。

撮影する対象を限定することにより、より正確に変化を捉えることも可能となると考えるが、本研究で目指す、マスとしての変化を捉えることは困難となる。ことがあきらかとなった。

しかしながら、サーモグラフィーの映像を時間経過に沿って並べてみると、明らかに授業内容に応じて体温が変化していることがわかる。(図2)

そこで、サーモグラフィー映像をより詳細に分析することにより、講師に学習者の状況を提示する方法を考えることとした。

②サーモグラフィーの映像からの特徴抽出

サーモグラフィー映像は RGB 形式でファイルに保存される。このデータを人間の視覚特性に近いといわれる CIEL*a*b*カラーモデルに変換を行い、各色の分布の変化を分析した。

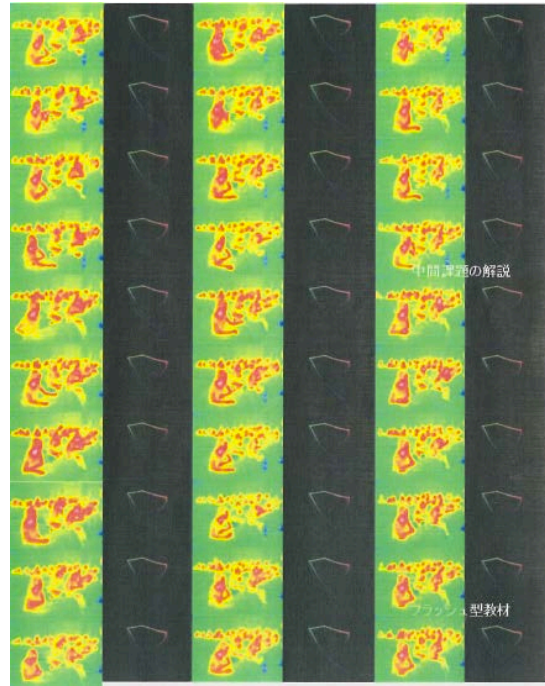


図2 授業中の体温変化

分析にはアール・ワイ・システム製の画像解析ソフト「DPEx」を使用した。

このソフトでは、RGB で記録されている画像データを CIEL*a*b*表色系空間に変換し、その分布を図示する機能を有している。

授業内で学生の思考を促す課題を提示した際の色分布を図3に示す。

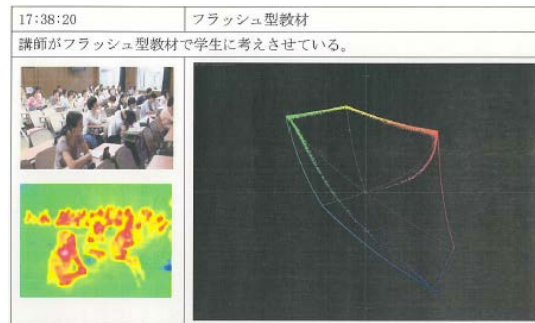


図3 思考課題提示時

それに対し、授業終了前の映像を図4に示す。

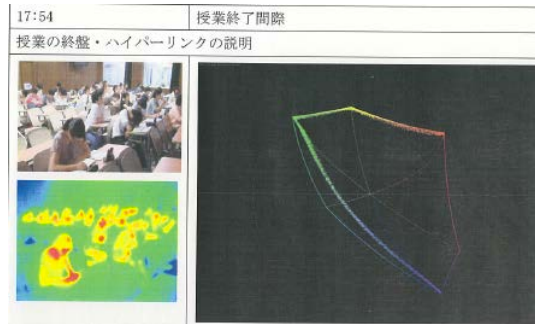


図4 授業終了直前

2つの画像を比較すると、思考活動が盛んに行われている時には、体温が上がっており、濃い赤色成分が増加していることがわかる。反面、授業終了前のリラックスした状態では、体温が急速に下がっていることもわかる。

青色成分が授業終了前に大きくなっている原因として、エアコンが動作し、冷風を吹き出したことによる、教室全体の温度変化の影響もあると考えられる。エアコンの影響は、学生の体表面温変化にも影響していることも考えられる。

授業内の多様な状況下におけるデータを分析した結果、学習課題等による思考状況の変化により、体温に変化が現れ、集中して考えたり、課題に取り組んだりしている時には、体温が上がり、逆に、リラックスしている時には体温が下がる傾向にあることが明らかとなった。

映像の色分析を試みたが、これらを正確に指標として用いることができるほどまで解析を行うことはできなかった。ただ、変化は明らかにみられるため、サーモグラファーの映像を直接講師側に表示することで、教室の雰囲気をより伝えることができるようになるとおもわれる。

用いたサーモグラファーは USB 接続で PC に直接データを取り込むものではあるが、特殊なデータ形式のため、そのまま USB カメラと同様のデータとして、テレビ会議システムに流すことは不可能であった。そのため、データの変換ソフトもしくは、一度画面に表示したデータの一部分をキャプチャすることにより、データをテレビ会議システムに流すことは可能であることは分かった。

③遠隔教室の学習環境データの観測

サーモグラファーによる体温変化の測定に加え、教室の温度、湿度、二酸化炭素濃度の変化についてリモートセンサーを用いて測定した。利用したセンサーおよびデータロガーは、ケニス社製サイエンスキューブを利用した。

利用したデータロガーには、各種センサーのうち3種類が同時利用可能である。3種類のセンサーの選択には、基準データ等の設定が行われているもの、収集されたデータの信頼性が高く、収集が容易なものを検討し、その結果、温度、湿度、二酸化炭素のデータについて収集を行うこととした。

文部科学省では、学校保健安全法(昭和33年法律第56号)第6条第1項の規定に基づき、学校環境衛生基準を規定し、平成21年4月1日に施行している。本基準は、適切な学習環境を維持するための指標として示されたものである。これによると、

1) 換気の目安として、二酸化炭素濃度は1500ppm以下であることが望ましい。

2) 温度は10℃以上、30℃以下であることが望ましい。

3) 相対湿度は30%以上80%以下であることが望ましい。

と規定されている。温度、湿度に関しては、エアコンの整備等が進み、ある程度基準内に収めることが容易に可能となっている。反面、これらの利用により、換気が不十分となり、教室内の二酸化炭素濃度の管理については問題が残る可能性が高い。

実際に複数の教室において、遠隔授業中の二酸化炭素の変化を測定したところ、図5の通り、測定開始後数分間に、基準値を超え、その後上昇を続け、90分の授業終了時には4000ppmに近づく値を示す場合も見られた。二酸化炭素濃度の人体への影響については、さまざまな見解が見られるが、一般的に許容限度とされる3500ppmは容易に超え、労働衛生上の許容限度が5000ppmとされていることを考えると、十分な注意が必要なレベルの変化であると考えられる。

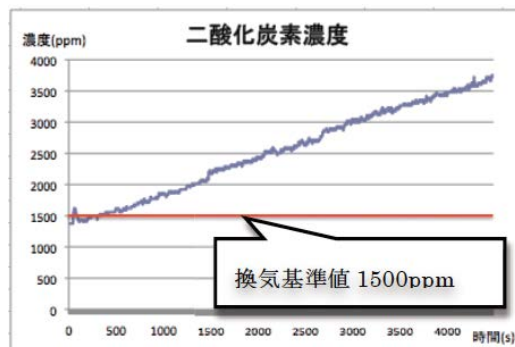


図5 二酸化炭素濃度の変化例

二酸化炭素濃度の管理については、窓を開けるなどの換気が重要となる。遠隔講義においては、当該教室に居ない遠隔地の講師にとって気づきにくい事項である。これらの状況を講師に適切に提示することにより、講義中に換気を行うことを促し、教室環境の適切な維持が可能となる。

上記のデータ提示を行うため、遠隔地のリモートロガーのデータを、教師に対して提示するシステムを開発した。遠隔地に設置されたセンサーはPCに接続されており、得られたデータは、リアルタイムにExcel形式で出力される。ExcelVBAを用い、このデータをHTML形式に変換し、定期的にWebサーバに転送、蓄積するようにした。これにより、講師は、利用しているPCのブラウザで、遠隔地の教室環境を常時確認できるようにした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 1 件)

塚本崇基、黒田 卓(2011) 遠隔講義における学習環境の変化と学習態度の把握、日本教育工学会第 27 回全国大会講演論文集、pp817-818 (首都大学東京)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

黒田 卓 (KURODA TAKASHI)

富山大学・人間発達科学部・教授

研究者番号：

(2) 研究分担者

山西潤一 (YAMANISHI JUN-ICHI)

富山大学・人間発達科学部・教授

研究者番号：20158249

沖野浩二 (OKINO KOJI)

富山大学・総合情報基盤センター・助教

研究者番号：20372477