

顔画像認識を利用した学習履歴提示システムの構築

Visualization System of Learning Logs using Face Recognition Technology for Students

正司 哲朗*

Tetsuo SHOJI

1. はじめに

高等教育機関において、コース管理システム（CMS）や学習管理システム（LMS）などのようなWebベースのe-learningシステムを利用して、学習することが多くなっており、様々な学習管理システムが提案されている¹⁾。e-learningシステムを利用する利点は、時空間の制約なしに学習でき、受講者の学習履歴情報が蓄積され、受講者間、もしくは受講者／講師間で手軽にコミュニケーションが出来る点にある。

一方で、ネットワークの高速化に伴い、講義をアーカイブし学習管理システムを利用して映像を配信したり、異なる大学間において遠隔講義を実施する授業形態が浸透しつつある。

講義アーカイブに関しては、講義室では講師だけではなく、受講者もその表情や仕草に由来する情報を発信していることから、受講者の映像も記録する方法²⁾も提案されている。このような映像は授業改善などに役立つことが期待される。さらに、対面講義とプログラミング実習の両方に対応した複合型授業アーカイブシステムも提案されている³⁾。

遠隔講義に関しては、国内のキャンパス間で実施するものや国内と国外の大学間で実施するものなどがある。特に、国外との遠隔講義ではネットワークの帯域が安定せず、解像度の低い状態で遠隔講義を実施する場合もあり、遠隔講義を支援する研究も進められている。例えば、遠隔講義に顔画像認識技術を利用した研究として、遠隔地における受講者の確認と撮影を支援するシステムが提案されている^{4) 5)}。さらに、上記の方法とは異なるが、顔画像認識技術を利用せずに、携帯電話を利用して受講者の出席を管理するシステムも提案されている⁶⁾。

このように、近年では教育分野において、積極的に情報通信技術（ICT）を授業支援に利用する研究が多く提案されている。本研究では、顔画像認識によって特定される受講者と、受講者の授業中の学習状況（出席情報や成績等）、および学習管理システムを利用したときの学習履歴を紐付け、それらの情報を受講者にフィードバックし、その効果を検証することを目的としている。

本研究において、キーボードなどによる個人IDの入力をせず、顔画像認識を利用して受講者を

認識する主な理由は2つある。1つは、キーボード入力の煩わしさを軽減し、即座に受講者を認識することである。本システムでは、講義室の入口付近にカメラを設置し、入室時に受講者を認識し、受講者の学習状況を提示することを想定しているため、入出時の混雑を避けるために即時性が必要とされる。もう1つは、顔画像認識を利用することで、なりすまし（代返）を防止するとともに、受講者の出欠を管理（出席、欠席、遅刻）することができるからである。

一方、受講者の学習履歴を提示する効果は、受講者自身が、どれだけ学習しているのか、授業の出席状況はどのようになっているのか、また、クラスにおける自分の成績順位はどうかなどが、瞬時に把握することができるため、学習の促進につながることを期待できる。さらに、同じ時間と空間において、このような学習状況を共有し、他の受講者の学習履歴を見ることができるため、受講者間で自発的に学習を促すようなきっかけを提供できるものと考えている。

一般的に、受講者本人が、学習履歴を確認したり、クラス全体における学習度を提示できる機能を持った学習管理システムもある。しかしながら、このような提示方法では、同じ時間・空間を共有することができず、上記で述べたような効果が期待できない。学習管理システムでは、同じ時間、情報は共有できたとしても、物理的な空間までも共有することができない。

本研究における提示方法は、同じ空間と時間を共有し、さらに学習履歴情報を共有することによって、受講者同士お互いに学習を促したり、励まし合ったりするきっかけを生み出せる効果を期待している。

なお、比較的規模の大きい講義室では、入口にこのようなシステムを設置すると、円滑に受講者の入室ができないため、実際の運用を考えれば、複数台を設置することが望ましいが、本稿では少人数の受講者を対象に効果を検証することとする。さらに、本研究の提示方法は、受講者が他人の学習履歴情報を見ることができるため、3.4節に述べるようにプライバシーに配慮した提示を行うこととする。

本稿では、2章で本研究と関連する研究について述べ、3章では顔画像認識を利用した学習履歴提示システムについて説明する。また、4章では、受講者を対象に実験を行った結果と考察を述べ、最後に本研究をまとめ、今後の課題を示す。

2. 関連研究

教育分野へ顔画像認識技術を適用した従来研究では、遠隔地の受講者の確認と受講者撮影を支援するためのカメラ制御方法が提案されている⁴⁾。これは、受講中に受講者の顔を撮影し、顔画像認識技術を利用することによって名前を特定するものである。さらに、特定された名前を選択することによって、カメラを制御することができるシステムである。この研究では、実際の遠隔講義には適用されておらず、顔画像認識で得られた情報をカメラ制御のみに利用している。

また、実際の遠隔講義に顔画像認識技術・音声認識技術を利用して撮影を支援する研究もある⁵⁾。これは、遠隔地の受講者の顔を認識し、認識された名前を講師が呼ぶことによって、カメラを制御するものである。さらに、認識した受講者に対して、授業外で利用しているブログの学習履歴（投稿数やコメント数）などを表示させている。

さらに、顔認識技術と携帯電話を利用して、講義の出欠管理やe-learningシステム上でなりすまし防止機能を有するシステムの提案がなされている⁷⁾。

本研究では、顔画像認識技術を利用し、ブログの学習履歴ではなく、授業中もしくは授業外で利用している学習管理システムから得られる学習履歴と、授業中に得られる出席状況、成績情報などを受講者に提示するものである。また、本システムの特徴は、受講者が講義室に入ると自動的に自身の学習状況を確認することができる点である。

従来研究では、主に顔画像認識技術を学生の出席管理やカメラ制御に利用しているが、本研究では、顔画像認識技術を利用して、受講者自身の学習履歴や出席状況等を受講者に提示しており、従来研究と目的が異なる。

3. 顔画像認識を利用した受講者向け学習履歴提示システムの構築

3.1. システム概要

本研究では、顔画像認識技術を利用して、学習管理システムで得られる学習履歴や授業中の出席情報を受講者に提示できるシステムの構築を目的としている。本システムの概要図を図1に示す。本システムでは、図1に示すように、学習管理システムから得られる学習履歴や、授業中に得られる出席状況などをデータベースに継続的に蓄積する。顔認識技術を用いて受講者を特定し、各受講者の学習履歴を可視化し、受講者に提示するものである。

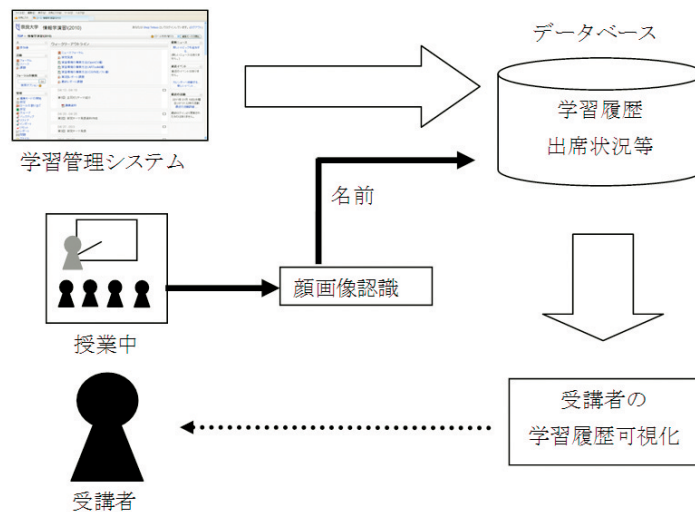


図1 システム概要図

3.2. 顔画像認識

顔認識は、従来から様々な研究がなされてきている。例えば、部分空間を用いた方法として、主成分分析⁸⁾、線形判別分析⁹⁾、独立成分分析¹⁰⁾を用いたものがある。

本研究では、顔画像認識を利用した研究であるため顔画像認識アルゴリズムに関する研究は、本稿では言及しない。また、応用として、顔認識技術を利用すれば、顔認識精度にもよるが、授

業中に自動的に受講者の出席状況を取得することが可能となる¹¹⁾。

3. 3. 受講者を対象にした学習履歴の提示

一般的な学習管理システムでは、コンテンツに対して、受講者がどこから、いつアクセスしたかといったような学習履歴が蓄積されている。本研究では、学習管理システムのアクセス順位、課題提出状況、成績順位、授業の出席情報を可視化し、先で述べた顔認識技術を利用して、自動的に受講者に提示する。このようなシステムを講義室に導入する利点は以下の通りである。

まず、簡単に自分自身の学習履歴を確認することができる点である。講義室などPCが利用できない環境においても講義室の入口付近に設置しておくことで入室時に確認できる点である。ただし、受講者の人数が多い場合には複数台を設置する必要があるが、本稿ではシステム1台を構築し、小規模の実習室で実験を行い、その効果を検証する。

次に、学習管理システムの学習履歴を受講者自身で確認するのではなく、受講者間で学習履歴を共有（プロジェクトを利用してスクリーンに投影）することで、他の受講者の学習履歴を見ることができるため、お互いに刺激を受け合い、学習促進につながることを期待できる点にある。例えば、クラス全員の成績情報を表示することで、現在の自分の成績順位も把握することで、学習の意欲を高めることができる。

ただし、誤認識によって他の受講者の成績を表示させてしまう可能性もある。さらに、情報を共有させることを目的としているため、プライバシーに配慮した提示方法を考える必要がある。また、上記のような学習促進の効果につながるには、受講者に提示する学習履歴はどのようなものかを考える必要がある。

受講者にとって有益な学習履歴を調べるために、2010年12月21日に、「情報学演習」を受講している3回生、4回生12人を対象に、本システムを構築し実験を行い、システムの評価を行った¹²⁾。このときに受講者に提示した学習履歴は、以下の通りである。

- ・受講者が講義資料などの学習管理システム上に掲載されている教材のアクセス数、コースのアクセス数、レポートの提出数を月ごとに集計。
- ・クラス全体のアクセス数に対する自分自身の割合
- ・受講者が、学内もしくは学外から学習管理システムにアクセスした割合
- ・受講者が出席した回数を記録し、授業日ごとに出席の有無。

上記の項目をグラフ化し、受講者に提示させることで、学習促進につながるかどうかをアンケート調査したところ、次のような意見があった。

- ・コースやリソース、学内外からのアクセス数が表示されたからといって、学習促進にはつながらないと思う。学習促進につなげるのなら、レポートや小テストの自分の点数とクラス平均などが表示されるとよりよいと思う。
- ・全体の利用回数や、平均的な利用回数、割合などが見えにくく、自身の利用状況は、全体から見て良いのか悪いのかが分からなかった。

上記のような意見から、受講者にとっては、直接分かる成績情報を提示することが必要であることが分かった。また、学習を促進させるには、受講者自身の利用状況を表示するだけでなく、他の受講者の状況や、クラスにおける自分の位置を明確に提示する必要があることが分かった。

3. 4. 受講者に提示する学習履歴

上記のアンケート調査を踏まえ、受講者に提示する学習履歴は、受講者自身の学習状況と他の受講者の学習状況を比較して提示することや、小テストやレポート課題の評価結果といった学習効果が明確にわかる情報を提示する必要がある。

しかしながら、本システムは、同じ空間と時間、情報を共有することで、クラス内において、学習を促進させるきっかけが生まれることを期待しているため、上述した学習履歴情報を他の受講者に公開することが前提である。そのため、成績情報や順位などはプライバシーの問題が生じる。

そこで、本研究では、プライバシー問題に対応するために、あらかじめ、各受講者に個別のID（今回の実験ではアルファベットを利用）を渡しておくことにする。受講者には、自分のIDを他の受講者に知らせないようにすることで、一定のプライバシーを保つことができる。

以上のことを踏まえ、受講者に提示する学習履歴は以下の通りである。

・学習管理システムのコース利用回数

学習管理システムのコースへのアクセス総数を受講者別に集計し、アクセス数の多い受講者から順番に並べて表示する。図2 (a) に示すグラフは、横軸に受講者の個別IDを示し、縦軸にコースアクセス数を示している。このように、個別IDを用いることで一定のプライバシーを保つことができる。

さらに、クラス内における平均アクセス数も表示させている。このグラフからは、自身のアクセス回数が他の受講者に比べて、多いか少ないか、またクラス平均のアクセス数と比べて高いか低いかが一目でわかるようになっており、学習管理システムの利用頻度を見ることができる。

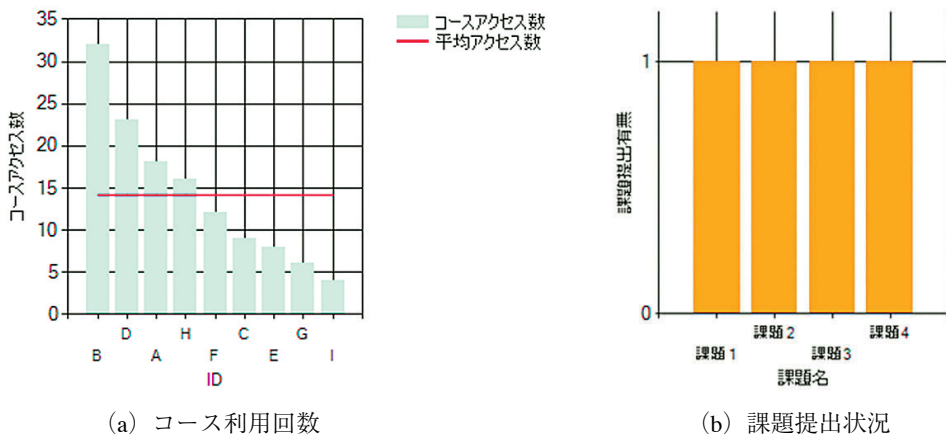


図 2 学習管理システムの履歴

・課題提出状況

学習管理システム上に課題を提出しているかどうかの有無を表示する。図2 (b) に示すグラフは、横軸に課題名を示し、縦軸に課題の提出状態を示している。提出状態は、1が提出済みであることを表し、0は未提出を表している。このグラフからは、受講者自身が課題を提出しているかどうかを確認することができる。

・授業の出席状況

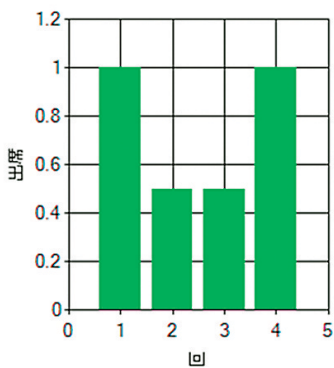
受講者の出席状況を表示する。図3 (a) に示すグラフは、横軸に出席回数を示し、縦軸に出席の状態を示す。出席状態は、出席は1、遅刻は0.5、欠席は0として表しており、この例では、授業の1回目、4回目が出席で、2、3回目は遅刻、5回目は欠席である。このグラフからは、受講者自身の出席状況を把握することができる。

・クラス全体の成績

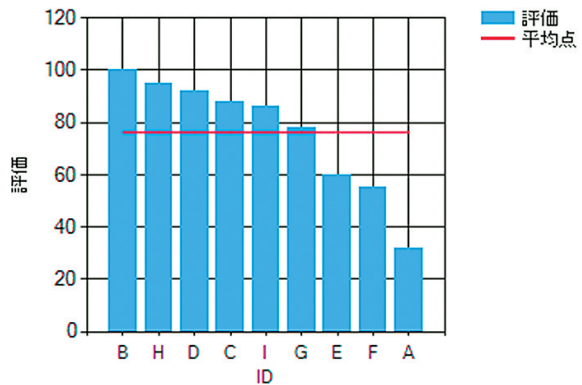
各受講者のレポートの採点結果や小テストなどの成績を順に並べて表示する。図3 (b) に示すグラフは、横軸に受講者の個別IDを示し、縦軸に成績の点数を示す。コースの利用回数と同じように、個別IDを用いることで一定のプライバシーを保つことができる。さらに、クラス内における平均点も表示させる。

このような表示を行うことで、クラス全体において、自分自身の成績順位が分かり、またクラスの平均点も同時に分かるため、受講者自身の成績がどの程度なのか、クラス平均より高いのか、低いのかを把握することができ、学習促進にもつながることが期待できる。

上記のような学習履歴を可視化したものを受講者に提示するために、講義室の入り口にシステムを設置し、受講者が入室したときに自身の学習履歴状況をチェックできるようにする。



(a) 出席状況



(b) クラス全体の成績

図3 授業における学習状況

4. 実験結果と考察

4.1. 実験・開発環境

構築したシステムの実験環境を以下に述べる。

・学習管理システム

学習管理システムは、オープンソースであるMoodle1.9.4を利用する。また、Moodleを運用しているサーバは、CPUはXeon E3110 3.0GHzであり、メモリは4.0GBである。OSは、Red Hat Enterprise Linux Server release 5.3である。

・顔画像撮影用固定カメラ

入室時に受講者の顔を認識するために、固定用カメラとして、IMAGINGSOURCE社のUSBカメラカメラDFK31BU03.H（80万画素）を利用する。

・学習履歴の提示用プロジェクタ

受講者自身の学習履歴を入室時にすぐに確認できるように、プロジェクタを利用して学習履歴を表示する。利用したプロジェクタは、エプソン社のモバイルユースプロジェクター EB-1720である。

・顔画像認識・学習履歴の提示用PC

顔画像認識処理、および受講者自身の学習履歴を提示するためのPCとして、CPUはIntel Core2 Duo U7600 1.2GHz、メモリは2GB、OSはWindowsXPを利用する。

上記のような実験環境を用いて、学習履歴の提示には以下のような開発環境を利用した。

・顔画像認識ライブラリ Neurotechnology VeriLook 4.0 SDK

・学習履歴表示

Microsoft Visual Basic.NET 2008、Microsoft Chart Control for Microsoft .NET Framework 3.5

・学習履歴蓄積用データベース MySQL5.4

本実験で利用した顔画像認識ライブラリは低コストで、比較的高速に処理ができるために利用した。なお、顔画像認識アルゴリズムの詳細は公開されていないため、本稿では言及しない。

実験は、対面講義のみの授業である情報基礎理論Ⅰを受講している2回生、および対面講義と演習の両方を伴う形態の授業である「情報学演習」を受講している3回生、4回生の受講者に対して行った。具体的には、表1に示すような授業で実施した。

受講者に対する実験手順は、以下の通りである。まず、15名の受講者の名前と顔を登録した。その際に受講者の個別IDを渡した。このIDは、講師と受講者本人以外は知ることができないようにしている。

次に、設置しているカメラの前に受講者が立つことで、スクリーン上に学習履歴を提示した。その際には、周囲には他の受講者もあり、表示された学習履歴を他の受講者も見ることができる。すべての受講者が実験を終えた後、表2に示すような評価アンケートを実施した。

表1 実験環境

実施日	授業名	受講者数
2011年4月26日	情報基礎理論 I	8
2011年4月26日	情報学演習	7

表2 受講者に対する評価アンケート

質問番号	質問内容
1.	表示内容はわかりやすかったか？
2.	自分の学習度合いは把握できたか？
3.	表示されている情報を見て、学習促進に繋がると思うか？
4.	自由記述

4. 2. 顔画像認識精度とシステムの応答時間

顔画像認識は、動画像を利用して連続的に顔の検出と認識を行った。その結果、顔画像認識の正解率は97.8%であり、比較的高い精度で受講者を認識することができた。

また、顔画像認識にかかった平均処理時間は2.89秒であり、その後、学習履歴が提示するまでにかかった平均処理時間は2.85秒であった。すなわち、システムの応答時間を、これらの処理時間を合わせたものとする、平均応答時間は5.74秒であった。

システム応答時間は、顔画像認識・学習履歴提示用PCのスペックに依存するが、今回の実験においては、後述するアンケートの自由記述から、処理時間については、特に問題がないことが分かった。

4. 3. 受講者を対象にした学習履歴提示結果

受講者への提示画面を図4に示し、実際に利用している様子を図5に示す。また、受講者に対して、表2に示すアンケートを行った結果を図6から図8に示す。

まず、質問項目の「表示内容はわかりやすかったか？」に関しては、図6に示すように、受講者の86%が「分かりやすかった」もしくは「とても分かりやすかった」と回答していることから、学習履歴の表示方法については、比較的良好な結果であった。

また、質問項目の「自分の学習度合いは把握できたか？」に関しては、図7に示すように、受講者の80%が「把握できた」もしくは「とても把握できた」と回答していることから、学習履歴の提示内容に関しても特に問題ないことが分かった。

さらに、質問項目の「表示されている情報を見て、学習促進に繋がると思うか？」に関しては、受講者の73%が「思う」もしくは「とても思う」と回答していることから、本システムの提示内容、および提示方法については、一定の効果があったことが分かる。

正司：顔画像認識を利用した学習履歴提示システムの構築

さらに、アンケートの自由記述には、以下のような意見があった。

- ・表示スピードが速くすぐに内容が表示されていた。
- ・成績順位が出ることで、学習促進につながる。

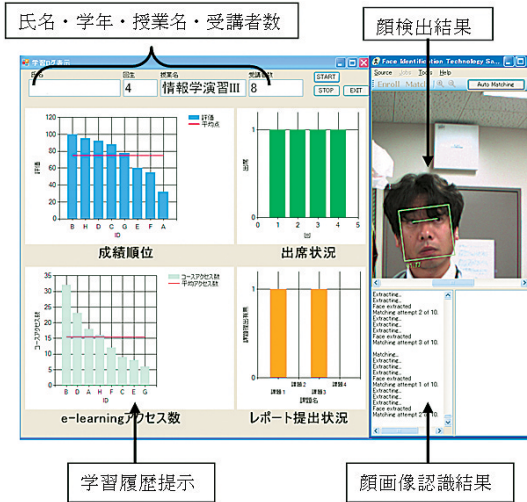


図 4 受講者用の学習履歴提示画面



図 5 受講者向け学習履歴提示の様子

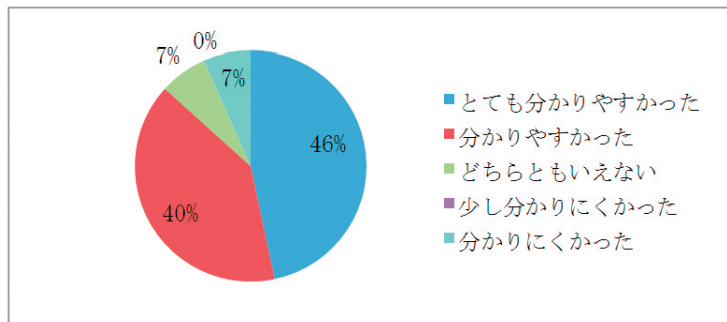


図 6 質問番号 1 に対する回答

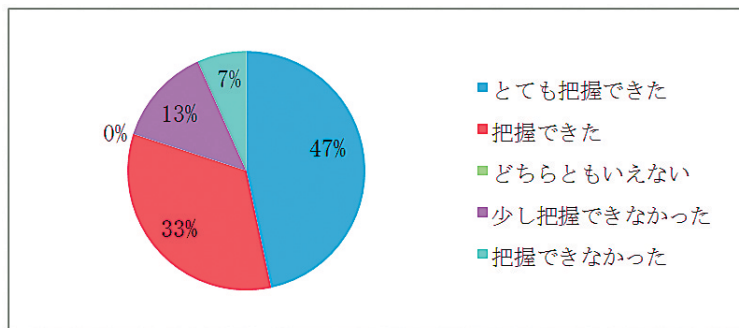


図 7 質問番号 2 に対する回答

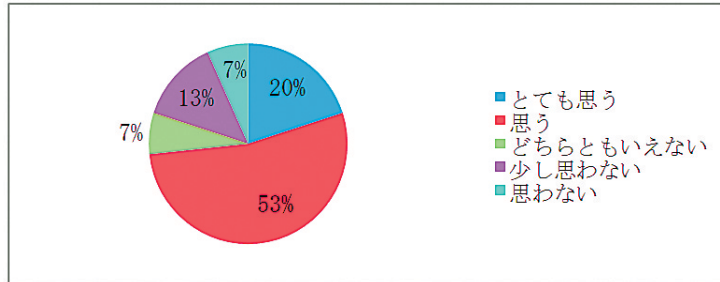


図 8 質問番号 3 に対する回答

- ・顔画像認識が思っていたより正確だった。
- ・とても詳しく表示されていたのでよかった。

上記のことから、本システムの表示速度、顔認識の精度、表示方法、提示内容に関しては特に問題がなく、受講者にとっては、学習促進に繋がる情報が提示できたものと考えられる。

4. 4. 考察

顔画像認識の精度に関しては、高い正解率を得ることができた。また、処理速度についてもシステム平均応答時間は約 5 秒であり、アンケートの自由記述からも表示速度がとくに問題ないことが分かった。また、学習履歴の表示方法・内容についても、比較的効果があることが分かった。しかしながら、今回の実験において、アンケート結果からは、以下のような記述があり、システムの改善点も明らかになった。

まず、学習履歴の表示方法については、自由記述において、「出席や欠席などを一目でわかるように、色分け等をしたほうが見やすい」という意見があったため、成績情報など数値で示すものと、出席情報など数値で表すよりも色分け（例えば、出席が青、遅刻は黄色、欠席は赤）を行い、視覚的に分かりやすく表示したほうがよいものを区別し、より分かりやすい表示方法に改善させる必要があることが分かった。

次に、学習履歴の提示内容については、約 70% の受講者は学習促進に繋がると回答していたが、20% の受講者は「少し思わない」もしくは「思わない」と回答している。さらに、自由記述においても「毎週レポートのある講義なら、その点数が毎回比較できるようになれば、受講者は書き方を改善したりすると思う」という意見があることから、日々の学習過程を視覚的に分かりやすくし、改善点やレポートなどのコメントが表示できるようになれば、さらなる学習促進に繋がると考えられる。

5. おわりに

本研究では、顔画像認識技術を利用し、学習管理システムのアクセス数、課題提出状況、授業中の出席状況や成績情報等を、受講者に積極的に提示するシステムを利用して、その効果を検証

した。本実験では、学習履歴の提示が受講者にとっては有益な情報であることが分かり、学習促進に繋がるのが期待できる結果となった一方で、システムの改善点も明らかになった。

今後は、表示内容をより分かりやすくするとともに、比較的規模の大きな講義室において、実証実験を継続的に実施し、成績情報を比較分析することで、学習促進の効果と実際の成績情報が結びついているのかを検証していく必要がある。

さらに、今回の実験では、受講者向けの学習履歴提示システムを構築したが、講師向けに受講者の学習履歴情報を提示し、個別指導の補助情報として利用できるかどうかを検証していく。

付記

本研究は、平成22年度の奈良大学研究助成「顔画像認識を利用した受講者の同定に基づく受講者コンテキストの獲得」（研究代表）の一部である。

参考文献

- 1) 林敏浩, 水野貴規, 富永浩之, 垂水浩幸, 山崎敏範: “学習者が教材を投稿・共有できるe-Learningシステムの開発”, 情報処理学会研究報告, CE-94, pp.9-16, 2008.
- 2) 正司哲朗, 丸谷宜史, 森村吉貴, 川口洋平, 西口敏司, 角所考, 美濃導彦: “講義自動撮影・アーカイブ化システムの構築と運用” 情報処理学会第3回CMS研究会, pp.101-108, 2006.
- 3) 正司哲朗: “講義・実習を対象とした複合型授業アーカイブシステムの構築”, 教育システム情報学会, 特集論文研究会, pp.86-93, (2010).
- 4) 越智洋司, 大西佑樹, 井口信和, 白石善明, 向井苑生: “顔認識技術を利用した受講者撮影支援システムの提案と試作”, 教育システム情報学会誌, Vol.24, No.4, pp.301-310, (2007).
- 5) H. Yueh, Y. Liu, W. Lin, T. Shoji, M. Minoh: “Integrating Face Recognition Techniques with Blog as a Distance Education Support System (DESS) in International Distance Learning”, The 7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, July, (2007).
- 6) 植木泰博, 米坂元宏, 冬木正彦, 荒川雅裕: “携帯電話を用いた出席確認システムの開発と評価”, 教育システム情報学会誌, Vol.22, No.3, pp.210-215, (2005).
- 7) 渡邊恵理子, 石川さゆり, 太田真衣子, 小館香椎子: “光位相相関に基づく携帯電話顔認証システム”, 電気学会論文誌C (電子・情報・システム部門誌), Vol.127, No.4, pp.636-643, (2007).
- 8) Tan, K., Chen, S.: “Adaptively weighted sub-pattern PCA for face recognition”, Neurocomputing, Vol.64, pp.505-511, (2005).
- 9) Marcel, S.: “A symmetric transformation for LDA-based face verification”, Proc. 6th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp.207-212, (2004).
- 10) Kim J., Ghoi, J., Yi J. and Turk M.: “Effective representation using ICA for face recognition robust to local distortion and partial occlusion”, IEEE Trans, Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.27, No.12, pp.1977-1981, (2005).
- 11) Y. Kawaguchi, T. Shoji, W. Lin, K. Kakusho, M. Minoh: “Face Recognition-based Lecture Attendance System”, The 3rd AEARU Workshop on Network Education, pp.65-69, (2005).
- 12) 正司哲朗: “顔画像認識を利用した学習履歴提示システムの構築”, 教育システム情報学会特集論文研究会, pp.145-152, (2011).