

推薦論文

言語化しにくい画像を用いた出席確認システム AGENGO の構築

吉野 孝^{†1} 中濱 誠 司^{†1}

大学における出席確認の作業は比較的時間のかかる作業である。また、従来より、「代返」という行為が日常の講義で行われており、その対策が課題となっている。代返の確実な防止は教育効果の向上にもつながるが、確実な出席確認作業は、講義時間を圧迫するというジレンマもある。そこで、これらの問題を解決するために、短時間の出席確認が可能で、代返しにくい出席確認システムの構築を目指し、「言語化しにくい画像」に着目した出席確認システム AGENGO を開発し、実際の講義に適用した。AGENGO は、携帯電話を用いて画像を選択することで出席確認を行うシステムである。「言語化しにくい画像」に関する実験および実際の講義への適用の結果、次のことが分かった。(1) 言語化しにくい画像の種類は画像の説明しにくさに影響を与える。類似画像の枚数(4枚~7枚)は、正解画像の説明しにくさに大きな影響を与えない。(2) AGENGO の講義への適用結果より、出席確認に要する時間は約4~5分である。(3) 実際の運用においては携帯電話のトラブルへの対処が必須である。(4) 「言語化しにくい画像」を用いたにもかかわらず、出席登録する際に取得しているログ(携帯電話の機種)から代返の可能性がある学生がいた。(5) 特に言語化しにくい画像を出席画像として AGENGO で使用すると、正解画像を識別できないという問題点が生じた。

Development of Attendance Confirmation System AGENGO Using Hard-to-verbalize Images

TAKASHI YOSHINO^{†1} and SEIJI NAKAHAMA^{†1}

The task of attendance confirmation in a university is a comparatively time-consuming one, and it may end up consuming the time allotted for lectures. Moreover, students often give “proxies,” also called as *Daihen* in Japanese, during lectures. The prevention of *Daihen* will increase attendance and therefore improvement the efficacy of education. The purpose of this study is to develop a short and difficult *Daihen* attendance confirmation system. We have developed

an attendance confirmation system called AGENGO using hard-to-verbalize images. AGENGO is a system that confirms the attendance by selecting images using students’ cellular phones. In this paper, we present an evaluation of hard-to-verbalize images and a trial of the system in actual lectures. From the results of the experiments and trials during actual lectures, we concluded the following. (1) The type of image influences the explanation of the image. (2) AGENGO required approximately 4–5 min for attendance confirmation. (3) It is necessary to handle uncontrollable situations such as mobile phone breakdown, fluctuations in radio waves due to carriers, cellular phone models, and classrooms. (4) Even when we used hard-to-verbalize images, we found cases where students engaged in the practice of *Daihen*, as revealed by the AGENGO logs. (5) When we used very-hard-to-verbalize images, many students were not able to distinguish between a valid image and false images.

1. はじめに

携帯電話の所持率は、国民が1人1台持っているほど高くなってきており、大学の講義への利用なども行われている。たとえば、携帯電話を活用したeラーニングおよび授業支援の可能性に着目して大学生175名に行った「大学授業における携帯電話の活用に関する学習者の意識特性」¹⁾では、すべての学生が携帯電話を所有しており、携帯電話は大学の教室授業におけるIT化を進めるための道具として支持されていると報告されている。

大学における出席確認の作業は、比較的時間のかかる作業であり、講義時間を圧迫している。また、従来より、「代返」という行為が日常の講義で行われており、その対策が課題となっている。代返防止は教育効果の向上にもつながるが、代返防止のための確実な出席確認作業は、講義時間を圧迫するというジレンマもある。そこで、近年では、簡便で確実な出席確認を目指して、出席確認システムを使用する大学が増えてきている。たとえば、青森大学、大阪電気通信大学および弘前大学では、青森大学の福永栄一氏と青森共同計算センターが開発した「携帯電話を利用した出欠確認システム」を使用している²⁾。関西大学や龍谷大学でも携帯電話を用いた出欠確認システムを運用している³⁾。また、札幌大学や武庫川女子

^{†1} 和歌山大学システム工学部

Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

本論文の内容は2007年7月のマルチメディア、分散、協調とモバイル(DICOMO2007)シンポジウムにて報告され、電子化知的財産・社会基盤研究会主催により情報処理学会論文誌ジャーナルへの掲載が推薦された論文である。

大学では、ドコモ・システムズの「IC 出欠確認システム」を導入している⁴⁾。これらのシステムは、出席確認をするときに、指定した数字・キーワード・パスワードなどを一定時間内に入力させたり、各学生の学生証である IC カードを用いたりすることで、不正な出席登録を防いでいる。しかし、携帯電話を用いたシステムは、メール機能を用いることにより、出席していない学生の出席登録が可能である。また、IC カード付きの学生証を用いたシステムは、学生証の貸し借りによる代返行為が容易に可能である。

そこで、これらの問題を解決するために、携帯電話と「言語化しにくい画像」を用いることにより、短時間の出席確認が可能で、さらに代返しにくい出席確認システム AGENGO の開発を行った⁵⁾。「言語化しにくい画像」とは「言葉によって伝えにくい」画像であり「その場」(教室)にいる学生には画像を識別可能であるが、教室外にいる学生に対して、教室内の学生はどのような画像であるかを「言葉」では伝達しにくい。この性質により「代返しにくさ」を実現している。

本論文は、2章で関連研究について述べ、3章で出席確認システム AGENGO について説明する。4章では、言語化しにくい画像の特徴に関する実験について述べる。5章では、AGENGO を実際の講義へ用いることによりその性能の評価と問題点を示す。6章は本論文のまとめである。

2. 関連研究

本研究の関連研究としては、琴浦らの携帯電話を用いた出席管理システムがある⁶⁾。琴浦らのシステムでは、教室に PC を設置して、そのディスプレイに QR コードを表示させている。表示されている QR コードを、携帯電話のカメラ機能で読み取ると、出席確認用のソフトウェアが起動する。ソフトウェアの画面には授業名、講師名、教室名が表示され、確認を行い、秘密鍵を用いて授業コードに対し署名を生成する。署名を行ったデータを出席情報としてサーバへ送信する。情報を受け取ったサーバは公開鍵を用いて署名の検証を行い、情報が正しいものであれば出席確認されるというシステムである。琴浦らのシステムに対する AGENGO のメリットは、教室に QR コード表示用の設備が不要な点であり、代返防止に関する性能は、ほぼ AGENGO と同様であると考えられる。

青森大学で使用されている「携帯電話を利用した出欠確認システム」²⁾は、授業開始後に学生が各自の携帯電話を使い、パスワードを入力して専用サイトにアクセスする。教員が発表した任意の 1 桁の番号を 1 分以内に打ち込んで送信すると、出席が登録される仕組みである。受信の時間差で、代返を把握可能であるとしている。また、代返防止のため、無作為

に選んだ数人に、起立して名前を告げるよう求めるメールが届く機能も持つ。青森大学と同様に、出席確認をするときに、指定した数字、キーワード、パスワードを決められた時間内に入力させることで、不正な出席登録を防ぐ方法をとっている研究やシステムもある^{7),8)}。これらの認証方式は、手軽に代返を防止する手段として使用されている。しかし、携帯電話のマルチタスク機能とメール機能を併用すれば、すぐにキーワードないしパスワードを講義室に来ていない学生に伝えることが可能である⁷⁾。

札幌大学が導入しているドコモ・システムズ「IC 出欠確認システム」は、無線 LAN と IC タグを使用したシステムである⁴⁾。各教室や体育館の入り口に非接触型カードリーダ/ライタ「WB-1 R/W」を設置しておき、IC タグが付いている学生証を入室する際に読み取ることで出席を確認するシステムである。このシステムの問題点は学生証を友人間で貸し借りすることで代返が障害なく行われることである⁴⁾。

3. 言語化しにくい画像を用いた出席確認システム AGENGO

言語化しにくい画像を用いた出席確認システム AGENGO の利用イメージを図 1 に示す。教員は、PC あるいは携帯電話の Web ブラウザを用いて AGENGO の Web サーバに接続する。学生は、各自の携帯電話の Web ブラウザを用いて AGENGO の Web サーバに接続する。システム運用者は PC の Web ブラウザを用いて Web サーバに接続する。

3.1 出席確認の手順および代返防止の仕組みとその限界

出席確認の手順は次のとおりである。

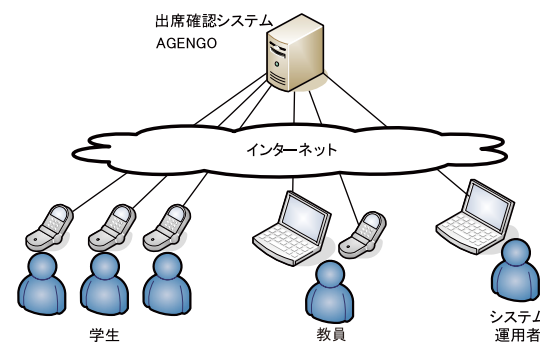


図 1 AGENGO の利用イメージ図
Fig.1 Application image of AGENGO.

- (1) 教員が、その日の出席画像を提示する。
- (2) 学生は、各自の携帯電話を用いて、AGENGO の Web サーバにログインする。
- (3) 表示される画像候補から、その日の出席画像を選択することで、出席確認を行う。

AGENGO で想定される代返の方法は、本システムが携帯電話を用いていることにより生じる。具体的には、教室にいない学生に対して、出席している学生から携帯電話の電子メール機能を用いて、出席画像の情報が送信されることで行われることが想定される。そこで、講義に出席している学生は正解画像を識別可能であるが、言葉で表現しにくく、メールなどでの伝達が困難であるという性質を持つ「言語化しにくい画像」を使用することとした。なお、講義中のため携帯電話を用いた音声通話はできず、携帯電話のデジタルカメラ機能を用いた撮影もできない（撮影時に音が出るため）と仮定している。AGENGO では携帯電話の機能である転送不可情報の技術を使用しており、画像のメール添付は行えないようにしているため、情報の伝達は電子メールの利用のみを想定している。3.3.2 項に詳細を示す。

携帯電話を用いた出席確認のためには、「その場」（教室）でしか得られない情報を、「本人」に入力してもらう必要がある。AGENGO では、その場でしか得られない情報として「言語化しにくい画像」を、「本人」の確認のために、「アカウント」「パスワード」および「携帯電話」を用いる。

AGENGO の代返防止の仕組みの限界は、1 人の学生が携帯電話をあらかじめ 2 台利用し、さらに学生がログイン・パスワードの情報を連絡している場合である。これらの限界に関しては、関連研究で示した多くのシステムも同一の問題をかかえており、さらに別の仕組みによる防止策が必要である。

3.2 AGENGO の構成

AGENGO は、サーバ・クライアント型のシステムである。図 2 に、AGENGO の構成を示す。学生は、Web ブラウザ機能付きの携帯電話を用いて AGENGO の Web サーバに接続し、出席登録を行う。教員は、PC あるいは Web ブラウザ機能付きの携帯電話を用いて、出席状況の確認などが行える。サーバ上には、出席管理に関するデータベースがある。

3.3 出席画像の不正利用防止策

3.3.1 出席画像のランダム表示

学生側には、5 種類の画像が選択候補として表示される。図 3 に、学生に表示される選択画面の例を示す。この 5 種類の画像を本論文では類似画像群と呼ぶことにする。出席登録する際に見えている類似画像群が誰からアクセスしてもつねに同じ順番で表示されている場合、正解画像の伝達が容易に行われる。そこで AGENGO にアクセスするごとにランダム

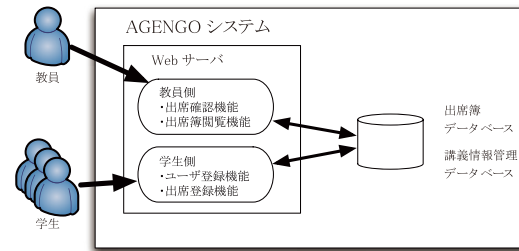


図 2 AGENGO システム構成図
Fig. 2 System configuration of AGENGO.

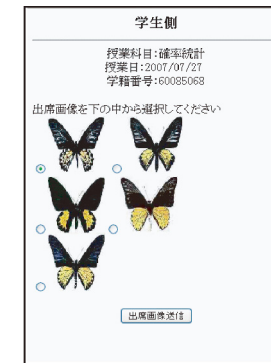


図 3 学生の選択画面の例
Fig. 3 Example of the AGENGO screen on the student side.

に類似画像群を表示するように設計している。

3.3.2 出席画像のメール添付対策

AGENGO はシステムの特性上、画像を選択する画面で正解画像を保存し、友達に画像を添付して送ることで、容易に正解画像が伝達可能であるという問題点が存在する。そこで保存した画像を添付できないように設定する対策をとった。au と DoCoMo の携帯電話は転送不可情報という情報を画像単位で実現している。この転送不可情報というのは、携帯端末に画像を保存することはできるが、保存された画像データをメール添付などで端末外に再配布（転送）することを防ぐ技術である。SoftBank の携帯電話では画像を保存できないように設定することが可能である。

4. 言語化しにくい画像

言語化しにくい画像とは、複数の類似画像がある場合でも、画像を識別することが可能だが、その画像を直接見ていない人に対しては、言葉で表現しにくく、伝達しにくい画像と定義する。どのような種類の画像が「言語化しにくい画像」であるのか、また、どの程度の数の類似画像がある場合に「伝えにくい画像の数」となるのかを調べるために、画像の言語化伝達実験を行った。

4.1 画像の言語化伝達実験

画像の言語化伝達実験を行うにあたって、次の 2 つの仮説を立てた。

仮説 1 画像の種類は画像の伝えやすさ（言語化）に影響する。

仮説 2 表示される画像の数は画像の伝えやすさ（言語化）に影響する。

実験 1 画像の種類に関する伝達実験

実験 1 では、仮説 1 を検証する。実験に使用した画像の種類は 7 種類である。画像は、「ハングル」「福笑い」「蝶」「ランダムドット」「カオス」「チェック」「コッホ」として区別している。図 4 に各画像の例を示す^{*1,*2,*3}。画像は、各 5 枚提示した。

実験 2 類似画像の数に関する伝達実験

実験 2 では、仮説 2 を検証する。実験に使用した画像数は、4 枚、5 枚、6 枚、7 枚の 4 種類である。画像の種類は図 4 の「福笑い」を用いた。

実験方法は、次のとおりである。

(a) 被験者 A, 被験者 B が 2 人 1 組になる。

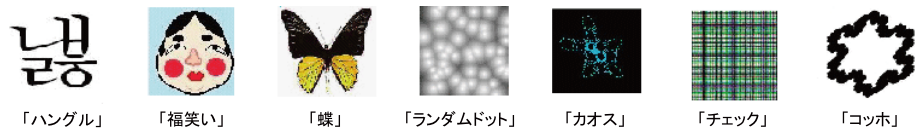


図 4 伝達実験で用いた画像の例
Fig. 4 Example of images used by the communication experiment.

*1 「福笑い」: <http://www9.plala.or.jp/kyapu/021/> を利用。
*2 「蝶」: 社団法人農林水産技術情報協会, <http://www.afftis.or.jp/konchu/chinki/index.html> を利用。
*3 「ランダムドット」「カオス」「チェック」「コッホ」: 晴れときどき GIMP, <http://wingimp.hp.infoseek.co.jp/index2.html> を利用。

- (b) 被験者 A, 被験者 B は、画像が掲載されている URL にアクセスする。
- (c) 指示者（教員役）が被験者 A に正解画像を提示する。
- (d) 被験者 A は被験者 B に、正解画像に関する情報を各自の携帯電話の電子メール機能を使用して伝える。
- (e) 被験者 B は被験者 A から送られてきた電子メールの情報から、正解画像と思われる画像を選択し、被験者 A に回答番号をメールで送る。
- (f) 指示者が正解画像を提示してから、被験者 A が、被験者 B から回答番号を記載したメールを受信するまでの時間を計測する（伝達時間）。伝達時間には、メールを作成する時間も含む。
- (g) 実験後、被験者 A には伝えやすさに関するアンケートに、被験者 B には特定しやすさに関するアンケートにそれぞれ回答してもらう。

4.2 画像の種類に関する伝達実験（実験 1）の結果

実験 1 は、18 回実施した。実験の結果を表 1 に示す。ランダムドットの実験において、伝達時間の測定間違いが 1 回あったため、平均伝達時間は 17 回分の結果である。

最も時間がかかったのは「カオス」で、平均伝達時間は 4 分 31 秒であった。逆に最も時間が短かったのは、「コッホ」で 3 分 5 秒であった。伝達失敗率が高かった画像は「カオス」（50%）で、次に「ランダムドット」（44%）であった。伝達失敗率が低かった画像は、「ハングル」（11%）であった。

図 5 に伝達失敗率と伝達時間の関係を示す。平均伝達時間と伝達失敗率には、正の相関が見られ（相関係数 $r = 0.82$, 有意確率 $p < 0.05$ ）、画像の種類は画像の伝えやすさに影響することを確認した。

表 2 に被験者別の平均伝達時間を示す。表 2 を見ると、被験者 L や被験者 Q など、被験

表 1 画像の種類に関する伝達実験（実験 1）の結果
Table 1 Result of the communication experiments (types of images).

| 画像名 | 平均伝達時間 | 最短伝達時間 | 最長伝達時間 | 標準偏差 | 伝達失敗数 | 伝達失敗率 (%) |
|---------|----------|----------|----------|----------|-------|-----------|
| ハングル | 3 分 39 秒 | 1 分 1 秒 | 7 分 26 秒 | 1 分 30 秒 | 2 | 11 |
| 福笑い | 3 分 56 秒 | 1 分 56 秒 | 7 分 2 秒 | 1 分 22 秒 | 4 | 22 |
| 蝶 | 3 分 32 秒 | 1 分 30 秒 | 5 分 17 秒 | 1 分 11 秒 | 3 | 17 |
| ランダムドット | 4 分 29 秒 | 2 分 15 秒 | 8 分 0 秒 | 1 分 27 秒 | 8 | 44 |
| カオス | 4 分 31 秒 | 2 分 32 秒 | 7 分 57 秒 | 1 分 21 秒 | 9 | 50 |
| チェック | 3 分 59 秒 | 2 分 16 秒 | 5 分 54 秒 | 1 分 7 秒 | 6 | 33 |
| コッホ | 3 分 5 秒 | 1 分 39 秒 | 5 分 15 秒 | 1 分 8 秒 | 4 | 22 |

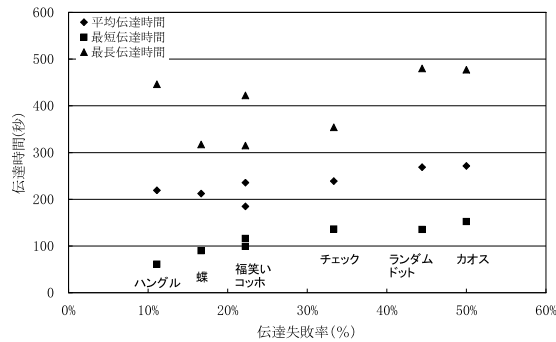


図 5 伝達失敗率と伝達時間の関係

Fig. 5 Relation between communication failure rate and communication time required.

表 2 被験者別平均伝達時間

Table 2 Average communication time required by testee.

| 被験者 | 平均伝達時間 | 標準偏差 | 伝達失敗数 | 伝達失敗率 (%) |
|-----|--------|-------|-------|-----------|
| A | 4分52秒 | 1分22秒 | 3 | 43 |
| B | 3分45秒 | 1分20秒 | 2 | 29 |
| C | 5分1秒 | 35秒 | 3 | 43 |
| D | 3分50秒 | 1分35秒 | 2 | 29 |
| E | 3分9秒 | 1分7秒 | 0 | 0 |
| F | 3分6秒 | 56秒 | 2 | 29 |
| G | 6分26秒 | 1分20秒 | 2 | 29 |
| H | 3分40秒 | 1分3秒 | 5 | 71 |
| I | 3分50秒 | 51秒 | 4 | 57 |
| J | 3分48秒 | 26秒 | 0 | 0 |
| K | 3分12秒 | 1分35秒 | 0 | 0 |
| L | 2分48秒 | 49秒 | 1 | 14 |
| M | 4分16秒 | 44秒 | 1 | 14 |
| N | 3分27秒 | 53秒 | 2 | 29 |
| O | 5分12秒 | 1分8秒 | 2 | 29 |
| P | 3分8秒 | 42秒 | 1 | 14 |
| Q | 2分27秒 | 34秒 | 2 | 29 |
| R | 3分51秒 | 42秒 | 4 | 57 |

表 3 類似画像の数に関する伝達実験 (実験 2) の結果

Table 3 Result of the communication experiments (number of images).

| 画像数 | 平均伝達時間 | 伝達失敗数 | 伝達失敗率 (%) |
|-----|--------|-------|-----------|
| 4 | 3分19秒 | 6 | 33 |
| 5 | 4分18秒 | 6 | 33 |
| 6 | 3分35秒 | 7 | 39 |
| 7 | 4分3秒 | 7 | 39 |

者によっては、比較的短時間で伝達できている。また、伝達失敗数も個人差が見られ、短時間で的確に画像の特徴を言語化することができる被験者もいた。

4.3 類似画像の数に関する伝達実験 (実験 2) の結果

実験 2 も同様に、18 回実施した。実験 1 と参加者は同じであり、実験 1 のあとに続けて実施した。実験の結果を表 3 に示す。画像数 5 枚の実験において、伝達時間の測定間違いが 1 回あったため、平均伝達時間は 17 回分の結果である。

実験の結果、4 枚から 7 枚の範囲では、表示される類似画像の数によって、伝達時間および伝達失敗率には差はなく、表示される類似画像の数は画像の伝えやすさに影響しないことが分かった。

5. AGENGO 適用実験

AGENGO を実際の大学の講義に適用した。適用対象は和歌山大学システム工学部で開講されている「確率統計」「ネットワーク技術」である。この 2 つの講義は著者の 1 人が担当している講義であり、学部 2 年生を対象としている。確率統計では 5 回 (2007 年 6 月 15 日, 6 月 22 日, 6 月 29 日, 7 月 20 日, 7 月 27 日)、「ネットワーク技術」では 3 回 (2007 年 6 月 15 日, 6 月 22 日, 6 月 29 日) の合計 8 回の実験を行った。実験の目的は、AGENGO を実際の講義で使用可能かを検証することおよび実際の講義で用いることにより、代返の有無および適切な AGENGO の出席画像の調査・検討を行うことである。

5.1 実験方法

実験の準備として、AGENGO を用いた出席登録の方法を説明する A4 の用紙を用意した。説明用紙に出席登録する際に必要な URL を記載し、その URL を QR コードで読み込めるようにした。システム運営者が実験日までに学生 1 人 1 人に個々のアカウントとパスワードを作成した。アカウントは学籍番号、パスワードはランダムな 4 桁の数字を使用し、アカウント情報を記載した用紙を準備した。さらに、何らかの理由で AGENGO を使用で



図 6 システム使用風景

Fig.6 Photograph of a classroom using AGENGO.

きない人向けに、出席確認用紙を用意した。出席確認用紙には、AGENGO を使用できなかった理由を書く項目がある。実験の流れを、一番初めにシステムを導入する「初回の実験」とそれ以降の「2 回目以降の実験」に分けて以下に記述する。

● 初回の実験

- (1) 教員が出席登録の仕方を説明する A4 の用紙 1 枚を学生全員に配る。
- (2) 教員がアカウント情報の記載された用紙を 1 人ずつに配る。
- (3) 教員が出席受付を開始する。教員がプロジェクタを使用して正解画像を提示する。
- (4) 教員が学生に出席登録を促す。システムを使用不可能な学生には、出席確認用紙に記入してもらう。
- (5) 教員が出席受付を終了する。

● 2 回目以降の実験

- (1) 教員が出席受付を開始する。教員がプロジェクタを使用して正解画像を提示する。
- (2) 教員が学生に出席登録を促す。システムを使用不可能な学生には、出席確認用紙に記入してもらう。
- (3) 教員が出席受付を終了する。

出席に使用する画像は、図 4 の「ハングル」「福笑い」「蝶」「チェック」を用いた。

5.2 システム適用実験の結果

図 6 にシステム適用実験風景を示す。図 6 はプロジェクタで学生が選択する正解画像を投影しているところである。

表 4 に実験結果を示す。表 4 の項目「出席確認時間」は教員が出席登録の受付を開始してから終了するまでの時間である。6 月 15 日と 6 月 22 日の確率統計で出席確認時間の計

表 4 実際の講義への適用結果

Table 4 Result of the application experiments in real lectures.

| 講義名 | 確率統計 | ネット*1 | 確率統計 | ネット*1 | 確率統計 | ネット*1 | 確率統計 | 確率統計 |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 実験日 | 6月15日 | 6月15日 | 6月22日 | 6月22日 | 6月29日 | 6月29日 | 7月20日 | 7月27日 |
| 出席画像 | ハングル | ハングル | ハングル | ハングル | 福笑い | 福笑い | チェック | 蝶 |
| 制限時間内に正答を登録した学生 | 73 | 4 | 67 | 56 | 66 | 69 | 14 | 64 |
| 制限時間内に誤答で登録した学生 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 19 | 0 |
| 制限時間外に登録した学生 | 0 | 68 | 1 | 3 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 講義時間内に登録した学生 | 74 | 72 | 68 | 59 | 69 | 71 | 34 | 65 |
| 出席確認用紙を使用した学生 | 8 | 9 | 10 | 6 | 9 | 7 | 40 | 8 |
| 出席確認開始時刻 | 10:58:37 | 16:40:01 | 10:55:41 | 17:10:11 | 10:53:22 | 16:33:36 | 10:51:35 | 10:52:27 |
| 出席確認終了時刻 | 15:05:35 | 16:43:12 | 12:27:17 | 17:14:25 | 10:57:22 | 16:37:09 | 10:59:48 | 10:56:16 |
| 出席確認時間 | 計測ミス | 3:01 | 計測ミス | 4:14 | 4:00 | 3:33 | 8:13 | 3:49 |

(*1:「ネットワーク技術」の略)

測ミスがあった。6 月 15 日に行われた実験では、教員の出席登録受付開始ボタンを押さずに出席登録を促したために多くの学生が制限時間外に出席登録を行うことになり、制限時間外に登録した学生数が 68 人であった。7 月 20 日に行われた実験では制限時間内に間違った画像を登録した学生数が 19 人と他の実験と比べると多い。出席確認時間も 8 分 13 秒と他の実験と比べると長い。また出席確認用紙を使用した学生数も 40 人で、他の実験と比べると明らかに多い。出席確認用紙に書かれていた理由の多くが「正解画像が判断できない」であった。

5.3 出席確認用紙の使用理由

表 5 は AGENGO を用いて出席登録ができない場合に用いる出席確認用紙に記入された理由についてまとめた表である。表 5 に示されている理由の具体的な事例を示す。

- システム運営者のユーザ受講登録エラー
- 教員のシステム操作ミスによる二重登録
- 画像選択画面を画面メモで登録したことによる登録エラー（ログインせずに出席登録を行おうとしたために起きたエラー）
- 「電池切れ」「圏外」など（携帯電話トラブル）
- 出席画像「チェック」を用いたことによる正解画像を識別できないという問題（7 月 20

表 5 出席確認用紙を使用した理由

Table 5 Reason for using attendance confirmation form.

| 講義名 | 確率統計 | ネット*1 | 確率統計 | ネット*1 | 確率統計 | ネット*1 | 確率統計 | 確率統計 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 実験日 | 6月15日 | 6月15日 | 6月22日 | 6月22日 | 6月29日 | 6月29日 | 7月20日 | 7月27日 |
| 出席画像 | ハンゲル | ハンゲル | ハンゲル | ハンゲル | 福笑い | 福笑い | チェック | 蝶 |
| 遅刻 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 携帯電話を忘れた | 2 | 3 | 3 | 4 | 6 | 2 | 4 | 2 |
| エラー | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 |
| 携帯電話のトラブル | 0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 3 | 4 | 3 |
| 正解画像の識別が不可能 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 |
| パスワードを忘れた | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 |
| その他 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 合計人数 | 8 | 11 | 10 | 6 | 9 | 7 | 40 | 8 |

(*1:「ネットワーク技術」の略)

日の実験)

5.4 アンケート結果

表 6 は出席確認システム AGENGO の最終実験後に行ったアンケートの結果である。60 人の学生がアンケートに回答した。アンケートは 5 段階評価である。表 6 の (1)「このシステムの操作は簡単でしたか?」という設問に対して、平均が 3.80 と高い評価であった。その理由としては、大きく分けると 2 つあり、1 つ目は携帯電話の操作に慣れている点、2 つ目はシステムの操作がシンプルな点であることが記述式の回答から分かった。これらの結果より、システムのインタフェースに関しては、大きな問題はなかったと考えられる。表 6 の (2) では、過半数の学生が使いにくいと感じたことが分かった。理由を尋ねる記述式のアンケート結果から、使いにくい理由としては、システムの操作性やインタフェースよりも、画像に関する意見が多かった。表 6 の (3) の結果については、意見が分かれた。これは実際に代返を試みてみないと分からないということと、AGENGO に対する理解不足が理由と思われる。表 6 の (4) では多くの学生が肯定的な回答をしており出席確認時間を短く感じていたことが分かった。

表 7 に携帯電話に関するアンケート結果を示す。「携帯電話を友達に貸すことに抵抗はありますか?」の問いに対して、40 人の学生が「ある」と回答し、19 人の学生が「ない」と回答した。約 70% の学生が携帯電話を友達に貸すことに抵抗があることが分かり、代返のために携帯電話を貸す可能性のある学生が約 30% いることが分かった。

表 8 は、AGENGO を利用した学生に対して、実験で使った画像を良かったと思う順

表 6 アンケート結果

Table 6 Result of the questionnaire survey.

| | 評価 5 | 評価 4 | 評価 3 | 評価 2 | 評価 1 | 平均 | 分散 | 標準偏差 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (1) このシステムの操作は簡単でしたか? | 20 | 22 | 7 | 8 | 3 | 3.80 | 1.42 | 1.19 |
| (2) このシステムは使いやすかったですか? | 7 | 11 | 12 | 23 | 7 | 2.80 | 1.48 | 1.22 |
| (3) 代返をできると思えますか? | 15 | 15 | 15 | 12 | 2 | 3.90 | 0.82 | 0.90 |
| (4) 出席をとるのにかかる時間は短かったですか? | 15 | 18 | 17 | 7 | 3 | 3.58 | 1.30 | 1.14 |

5 段階評価の評価値は以下のとおり。

・項目 (1)(3)(4): 5: 思う, 4: まあ思う, 3: どちらでもない, 2: あまり思わない, 1: 思わない

・項目 (2): 5: 使いやすい, 4: まあ使いやすい, 3: どちらでもない, 2: 少し使いにくい, 1: 使いにくい

表 7 携帯電話の貸与に関するアンケート結果

Table 7 Result of the questionnaire regarding passing one's mobile phone to a friend.

| | ある | ない | 無記入 |
|------------------------|----|----|-----|
| 携帯電話を友達に貸すことに抵抗はありますか? | 40 | 19 | 1 |

表 8 AGENGO で使った画像の好み

Table 8 Preferences of the types of images in AGENGO.

| | 1 番 | 2 番 | 3 番 | 4 番 |
|------|-----|-----|-----|-----|
| ハンゲル | 25 | 11 | 16 | 3 |
| 福笑い | 8 | 26 | 17 | 2 |
| チェック | 1 | 3 | 2 | 47 |
| 蝶 | 22 | 12 | 18 | 1 |
| 無記入 | 4 | 8 | 7 | 7 |

番に並べてもらった結果である。表 8 から、多くの学生が「チェック」はこのシステムの出席画像にふさわしくないと感じていることが分かった。記述式のアンケートでは「チェックはどれが正解が分からない」「チェックはとても見にくい、もっと分かりやすい画像を」などの意見があり、正解画像の識別が困難であったことが分かった。表 8 から、特に「ハンゲル」「蝶」の評価が高いことが分かる。「ハンゲル」「蝶」の評価が高い回答者の記述式のアンケート結果を見ると「分かりやすい順」「見分けやすい順番」などであり、正解画像の識別が容易な画像の評価が高くなっている。また、「携帯のサイズでも違いが分かる程度が良い」という意見もあった。微妙な色の違いなどはスクリーンに表示してあるものと、携帯電話の画面での表示とは、同一ではないという問題がある。この問題により色の違いで識別する画像は出席画像には適さないと考えられる。

表 9 1つの講義における携帯電話の同一機種別の割合

Table 9 Ratio of identical mobile phones in the same lecture.

| クラス内の同機種別の数 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------|----|----|---|----|
| 出現数(組) | 38 | 16 | 2 | 2 |
| 出現頻度(%) | 66 | 28 | 3 | 3 |
| 人数(人) | 38 | 32 | 6 | 8 |
| 学生の割合(%) | 45 | 38 | 7 | 10 |
| 同機種が同じクラス内にいる確率(%) | 0 | 1 | 2 | 5 |

5.5 代返の可能性

携帯電話の機種別の情報は、代返防止の手段の1つとして利用できる可能性のあることが分かっている。そこで今回の実験では、出席確認の際に携帯電話の機種もログとして取得した。確率統計の講義を受けている学生のみを対象として、同機種の携帯電話を所持している数を調査した結果を表9に示す。クラス内に同機種が2人いる割合が38%で16組、3人いる割合が7%で2組(6人)、4人いる割合が8%で2組(8人)であった。これより、出席確認を行う際に携帯電話の機種別情報を用いることによって同機種の友達にしか代返を頼めなくなると考えられる。

今回の実験では、学生が出席登録する際に携帯電話の機種別情報をログとしてとった。これは友達に代返を依頼したときに、携帯電話の機種別情報を照合することで、通常使っている携帯電話を利用したかどうかを判断できる可能性があるからである。なお、AGENGO利用時に携帯電話の機種別の区別が可能であることについては、学生には伝えていない。表10はAGENGOのログの一部である。これは学籍番号6011xxxxの学生が講義コード“50005”の「確率統計」の講義で出席登録した際のログである。学籍番号6011xxxxの学生は出席登録のときにはDoCoMoのP902iを使用しているが、2007年6月22日だけDoCoMoのN901iSという機種を使用している。次週以降はP902iに戻っており、6月22日だけ機種変更をしたとは考えにくい。また6月22日にはDoCoMoのN901iSでの出席登録を行った件数が3件あった。ただし「確率統計」の講義を受講している学生でDoCoMoのN901iSを所持している学生は2人しかいないことが出席登録情報から分かっている。以上から、少なくともいつもと異なる携帯電話を用いたことが分かる。携帯電話故障のため代替の携帯電話を利用したという理由も考えられるが、代返が発生した可能性が高い。

5.6 言語化しにくい画像の種類に関して

実験結果の表4を見ると、7月20日に行われた実験では制限時間内に正解画像を登録した学生数が14人であり、受講している人数と比べると極端に少ない。また制限時間内に問

表 10 疑わしいログデータの一部

Table 10 Example of a suspicious log.

| 講義番号 | 学籍番号 | 講義日 | 正解画像 | 登録時間 | 携帯の機種 |
|-------|----------|-----------|--------------|-----------------|-----------------------------------|
| 50005 | 6011xxxx | 2007/6/15 | hangle3 | 2007/6/15 11:04 | DoCoMo/2.0 P902i(c100;TB;W24H12) |
| 50005 | 6011xxxx | 2007/6/22 | hangle2 | 2007/6/22 10:58 | DoCoMo/2.0 N901iS(c100;TB;W30H15) |
| 50005 | 6011xxxx | 2007/6/29 | huku2 | 2007/6/29 10:56 | DoCoMo/2.0 P902i(c100;TB;W24H12) |
| 50005 | 6011xxxx | 2007/7/20 | check-color1 | 2007/7/20 11:12 | DoCoMo/2.0 P902i(c100;TB;W24H12) |
| 50005 | 6011xxxx | 2007/7/27 | ageha2 | 2007/7/27 10:53 | DoCoMo/2.0 P902i(c100;TB;W24H12) |

違った画像を登録した学生数は19人であり、他の実験よりも比較的多い。また出席確認用紙を使用した学生数も40人であり、他の実験と比べるとかなり多く、出席確認時間も8分13秒とかなり長い。これは出席画像にチェックを使用したことが原因だと思われる。チェックは、色が微妙に変化している画像で、画像伝達実験の結果(図5)では伝達時間が長く、伝達ミスが多い画像である。これらのことから、出席画像として、特に言語化しにくい画像を使用すると、正解画像を識別できないという問題が発生することが分かった。

関連研究で示した他の出席確認システムでは制限時間内に数字やキーワードを入力させるのに対して、AGENGOは制限時間内に5枚の類似画像群(言語化しにくい画像)の中から正解画像を選択させるシステムである。数字やキーワードは、携帯電話のマルチタスク機能を使えばすぐに代返を試みようとする学生に伝えることが可能であると考えられる。しかし、AGENGOではマルチタスク機能を使用しても画像の特徴を伝えるのに時間がかかるため、代返の可能性を軽減できる可能性が高い。

6. おわりに

言語化しにくい画像を用いた出席確認システム AGENGO を構築した。言語化しにくい画像の評価実験および AGENGO の実際の講義への適用において、次のことが分かった。

- (1) 言語化しにくい画像の種類は画像の説明しにくさに影響を与えることが分かった。類似画像の枚数(4枚~7枚)は、正解画像の説明しにくさに大きな影響を与えなかった。
- (2) AGENGO の適用実験の結果より、出席確認に要する時間は約4~5分であることが分かった。画像の言語化伝達実験より、携帯電話の通信機能(メール)を用いて画像を説明するには画像の種類により約3~5分かかると分かった。つまり、出席確認に要する時間を5分に制限することで、ある程度代返を防ぐことができると考えられる。
- (3) 携帯電話を利用するシステムは、キャリアや機種、講義室の場所によって電波状況

が悪い所があったり、携帯電話の故障が発生したりするため、実際に運用する場合には、そのような状況への対応が必須である。

- (4) 実際の講義への適用を数回行った結果、「言語化しにくい画像」を用いたにもかかわらず、出席登録する際に取得しているログ（携帯電話の機種）から代返の可能性がある学生がいた。AGENGO の利用により、ある程度代返を減らすことは可能であると思われるが、完全に代返を防ぐことは困難である。
- (5) AGENGO で使用する出席画像として、特に言語化しにくい画像を使用すると、正解画像を識別できないという問題が生じた。実際の講義での利用においては、言語化しにくい識別は容易な画像の利用が必要である。

今後は、AGENGO を実際の講義で継続的に利用し、その効果を確認する必要がある。

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（B）19300036 の補助を受けた。

参 考 文 献

- 1) 菅原 良, 村木栄治: 東北大学大学院教育情報学教育部, 大学授業における携帯電話の活用に関する学習者の意識特性, コンピュータ&エデュケーション, Vol.21, pp.95-100 (2006).
- 2) 青森大学: 教育改革への取り組み, 携帯電話を活用した教育支援システム.
<http://www.aomori-u.ac.jp/er/MobilePhone/keitai.htm>
- 3) 龍谷大学: 携帯電話による出欠確認システム.
<http://www.a.math.ryukoku.ac.jp/~hig/cell/>
- 4) ドコモ・システムズ: 非接触型カードリーダー/ライタ WB-1 ソリューション.
<http://www.docomo-sys.co.jp/cstudy/cstudy10.html>
- 5) 吉野 孝, 中濱誠司: 言語化しにくい画像を用いた出席確認システムの構築, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 2007) シンポジウム, pp.749-754 (2007).
- 6) 琴浦 崇, 宇田隆哉, 星 徹, 松下 温: 携帯電話を用いた出席率を向上させる出席管理システム, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 2006) シンポジウム, pp.881-884 (2006).
- 7) 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 (2005).

- 8) 山本雅之, 赤堀侃司: 携帯電話を用いた大学授業支援システムの開発と評価, 教育システム情報学会第 30 回全国大会講演論文集, pp.343-344 (2005).

(平成 20 年 1 月 6 日受付)

(平成 20 年 4 月 8 日採録)

推 薦 文

本論文では、「言語化しにくい画像」を用いた出席確認システム AGENGO の構築を行い、「言語化しにくい画像」の実験, ならびに開発した出席確認システムの評価を行っている。提案手法は, 講義における出席確認作業の複雑化を軽減するとともに, 「代返」が困難な出席確認システムを「言語化しにくい画像」に着目して実現した点に新しさがあり, 実験により有用性も示されている。以上より, 本論文は, 社会システムにおける情報処理の研究事例として高く評価でき, 本学会技術の発展に寄与すると考えられるため, 推薦論文として推薦する。
(電子化知的財産・社会基盤研究会主査 亀山 渉)



吉野 孝 (正会員)

昭和 44 年生。平成 4 年鹿児島大学工学部電子工学科卒業。平成 6 年同大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。現在, 和歌山大学システム工学部デザイン情報学科准教授。博士 (情報科学)。コラボレーション支援の研究に従事。



中濱 誠司

昭和 60 年生。平成 20 年和歌山大学システム工学部デザイン情報学科在学中。現在, 同学科にてモバイルアプリケーションに関する研究に従事。