

人感センサを用いた入退室検出の人数と出席登録数の照合

大木 航平^{1,a)} 串田 高幸¹

概要: 教育機関の講義の出席確認では、本人が講義を行う教室内にいなくても VPN を利用して不正出席する場合や、他人に自分の学生証を持たせ出席登録するといった問題がある。その問題を解決する為に、空間内の人数を正確に把握することができるシステムを提案する。人感センサ (HC-SR501) を 3 台部屋の入口に設置し、人の入退室を検知する。そのデータをサーバーに送信し、ユーザ認証による出席登録のアクセス数と照らし合わせ、部屋にいる人数と出席登録数が一致しているか確認することができる。

1. はじめに

近年、情報通信技術 (ICT) が急速に発達しており、特に日本国内において 2019 年時点におけるインターネットの人口普及率は 89% を超えている。これは、パソコンの他に外出中でもインターネットに接続できる機器の普及が進んでいることが一因にもなっている。その普及に伴って、文部科学省は「教育の情報化」を掲げて、ICT の特徴を最大限に活かした教育を推進している。一方で大学では、大学生が所有しているスマートフォン、PC を活用したスマート教育の実用化に向けた教育支援システムの研究が行われている。そのシステムの中で、出席管理システムというものがある。そしてそのシステムには、GPS 機能を用いて講義室にいるかを監視するものや、学生がスマートフォン、PC を操作して出席確認をするものがある。

本稿では現状の出席管理システムの課題に対して人体検知を利用したアプローチで解決を図る。本稿の 2 章では既存の出席管理システムと、本稿で提案するシステムの関連研究について述べる。3 章では本研究の提案内容について述べる。4 章では実装方法についての説明をする。5 章では、提案と実装に関する議論について記述する。

1.1 背景

現在の教育機関においては、主に点呼や出席簿の出欠確認を行っている。しかし、従来の方法では、他者が欠席者の出席を装うために代わりに返事をしたり、出席簿に記入する不正行為が蔓延する可能性があった。実際に大学では、講義の単位認定において教員が一定の出席数を義務付けていたり重要視していることもあり、学生が不正行為を行う

ことがあった。そのため、不正行為が発覚した場合、当学期の総単位を剥奪する学則を設けている大学も多く存在する。また、代返行為を防止するために、講義毎に課題の提出を求める、学生の座席を指定する、学生の座席を回って 1 人ずつ 1 枚の出席カードを配るといった教員が個人的に工夫をしていることもある。しかしそれでは出席確認に時間が掛かってしまい、講義に支障をきたすことがあり問題となっていた。その理由から、ICT の発展・普及に伴って、自動で出欠確認する出席管理システムの研究や運用が盛んに行われている。

1.2 課題

大学の講義で行われている出席確認は、出席カード、IC カード、学内ポータルサイトを利用した出席登録が使われている。しかし、100 人以上を想定した講義では出席確認は可能でも、実際に教室にいる人数を把握するには別の作業が必要となる。また、学内ポータルサイトを利用した出席管理では、本人が講義を行う教室内にいなくても VPN を利用して不正出席する場合、友人に自分の学生証を持たせ出席登録する場合といった出席登録数と教室内の人数が一致しない状況が起こりうる。

2. 関連研究

kim らの論文では、講義の効率を高めるために BLE ビーコンベースの電子出席システムを提案している [1]。Bluetooth Low Energy (BLE) は、特にモバイルシステムを中心に、近年注目と人気が高まっている。これにより、このテクノロジーを使用して開発されるアプリケーションが大量に発生した。それらの 1 つの大きな本体は、「BLE ビーコン」と呼ばれる低コストで複雑性の低い BLE トランスミッターを使用する位置検出または近接検出ベースのアプリ

¹ 東京工科大学コンピュータサイエンス学部
〒192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1

^{a)} C0117331

ケーションである。BLE ビーコンは、出席チェックの自動化にも使用できる。大規模な講義クラスでは、講師が受講者名を確認して出席状況を確認するため、授業時間が短縮される傾向がある。そのため、今日の多くの大学では、自動化された BLE ビーコンベースの電子出席システム（以下、BEAS）を採用して、講義の効率を上げている。教室に設置された BLE ビーコンが定期的にビーコンメッセージをブロードキャストし、近くのスマートフォンが信号をスキャンする。次に、BLE ビーコンメッセージを受信して大学の BEAS に送信する BEAS モバイルアプリを使用して、受講のために学生がチェックインできる。サーバーはモバイルアプリからメッセージを受信すると、出席要求を検証し、講義と生徒のデータベースをチェックすることにより、対象の生徒が適切な講義に出席しているかどうかを判断する。いくつかの関連する商品既に存在しているが、その多くは BEAS の潜在的な脆弱性について完全に分析されていない。この論文では、「信号模倣攻撃」を使用して、出席者が実際にその場所にはいない間に出席を偽装することで大学の BEAS を無効にし、その潜在的な脆弱性を調査している。

Koppikar らの論文では、無線周波数識別 (RFID) ベースの出席システムを提案している [2]。ID カードに取り付けられた RFID タグに基づいて各従業員、学生を一意的に識別する RFID ベースの出席監視システムは代理出席の問題に対処するソリューションを提供している。

Sun らの論文では、混雑した歩行者による複雑なシナリオ認識のためのフレームワークを提示し、従来のビデオカメラと視覚センサーベースのシステムに代わる監視システムを提案している [3]。混雑したシーン分析は、コンテキストパターン抽出と分析のためのインテリジェントアルゴリズムを備えた PIR (焦電赤外線) センサーネットワークに基づき、混雑したシーンを処理する 2 つの新しいアイデアを提案している。

Singh らの論文では、プライバシーを保護するために低解像度の温度センサーを使用して、スマートスペースの人々を正確かつ非侵襲的にカウントする方法を提案している [4]。人や活動の数が異なる実験設定で、複数のアルゴリズムを評価し、接続コンポーネント法で最大 100 % の精度が得られることを示している。また、センサーの配置が重要であることも示している。

Li らの論文では、室内環境における人数推定手法を提案している [5]。この方法では、省エネのための組み込みデジタル信号処理 (DSP) システムに実装されている。背景減算技術を使用して前景を抽出し、抽出された前景のすべての行ピクセルと調整可能な人間のテンプレートを提案された重み付けモデルで重み付けし、それらの重み付けされたピクセルを累積して人数を推定する。

Honda らの論文では、環境に設置された各種センサーの

データから人間の習慣行動を学習し、それらのパターンに基づいて環境が私たちと相互作用できるようにするフレームワークを検討している [6]。この論文では、フレームワークの最初のステップとして、赤外線センサーネットワークによる人間の行動の抽出を実現している。人間を追跡するためのデバイスには、以下の条件を満たす必要があると述べている。

- (1) 固定できるデバイス
- (2) 目立たないデバイス
- (3) 簡単に設置できるデバイス

Hsu らの論文では、モバイルユビキタスコンピューティング環境で出席監視アプリケーションを処理するためのワイヤレスセンサーネットワークとモバイルテクノロジーを統合するスケーラブルなアーキテクチャを提案している [7]。既存のモバイルユビキタスコンピューティング環境は、技術的に複雑であり、開発者に提供されるサービスの使いやすさが不足していると述べられており、この論文の調査では、モバイルユビキタスコンピューティングの出席監視アプリケーションを処理するためのスケーラブルな無線通信アーキテクチャの開発に関する問題に対処している。ワイヤレス通信アーキテクチャは、ZigBee センサーネットワーク、モバイル転送、ミドルウェア Web サーバー、モバイルクライアントで構成されている。このアーキテクチャの主な利点は、高価な機器や導入が不要なことである。また、短時間かつ低コストで実現できる。アーキテクチャの実現可能性を実証するために、モバイルユビキタス従業員出席監視システム (MUEAMS) が ZigBee およびモバイルデバイスで実装され、従業員のプレゼンスをリアルタイムで動的に監視できる。

3. 提案

本研究では空間内の人数が把握しづらいという課題に対し、人感センサとベーシック認証でのアクセスログを用いて、常に空間内の人数を把握できる出席登録システムを提案する。

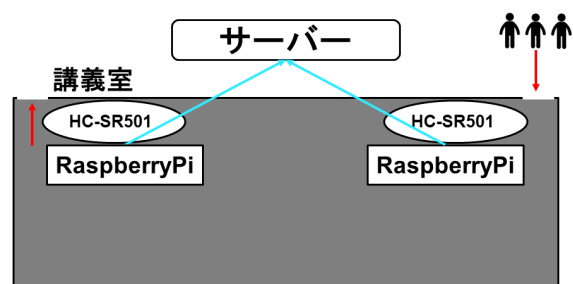


図 1: コースケース 1
部屋の入口に設置したセンサが人感センサ (HC-SR501)

を数台部屋の入口に設置し、人の入退室を検知する。そのデータをサーバーに送信する。

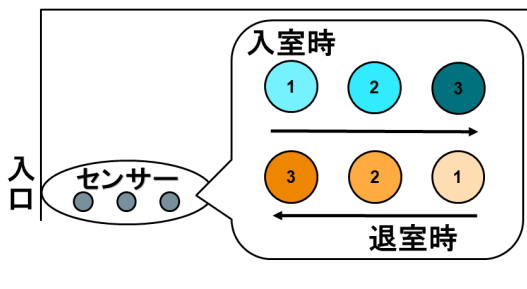


図 2:人感センサー配置の一例

図 2 は教室の入口に設置する人感センサの配置の一例である。人感センサを横に 3 台並べることで、RaspberryPi 人の通行方向を人感センサで計測できることを想定している。なお、小型マイコンを動かすために AC 電源が一つ必要になるためセンサ、RaspberryPi は AC 電源の付近に設置する必要がある。

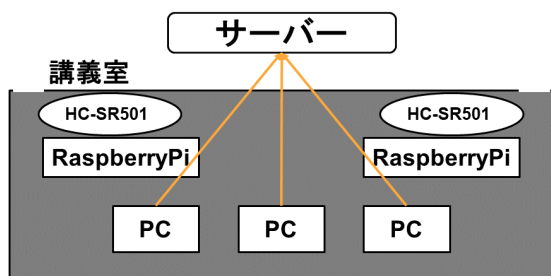


図 3:ユースケース 2

入室した人の PC からベーシック認証による出席登録を行う。

サーバーに送信した入室の検知数とベーシック認証による出席登録のアクセス数と照らし合わせる。2つのデータを照合し、一致しなかった場合はユーザー（講師側）にアプリを通し、通知をかける。

4. 実装と評価

4.1 実装

ソフトウェアの内、今回実装したベーシック認証について具体的に記述する。始めに、BASIC 認証を設定するディレクトリ（特定の人だけに閲覧を許可するコンテンツがあるディレクトリ）を決める。そのディレクトリ直下に、これから作成するファイルを置く。BASIC 認証を設定するためには、「.htaccess」「.htpasswd」というファイルを作成して認証を適用したいディレクトリにアップロードする必要がある。

最初に、「.htaccess」ファイルを作成する。「.htaccess」ファイルは Web サーバーの設定を記述するファイルである。まず、ベーシック認証をかけたいディレクトリに移動

する。ディレクトリに入ることができたら、新規ファイルを作成し、ファイル名を「.htaccess」とする。ファイルの記述内容は図 3 の通りである。

```
AuthType Basic
AuthName "[認証名]"
AuthUserFile ".htpasswd ファイルの場所"
require valid-user
```

図 4:ファイル「.htaccess」の記述内容

それぞれの行の意味を解説する。1 行目は認証方式を設定している。2 行目ではこの認証の名前を任意で設定する。3 行目にはユーザー名とパスワードを記したファイル「.htpasswd」ファイルを設置する場所を記述する。4 行目は全ユーザーに認証を求めるといいう意味である。

次に、「.htpasswd」ファイルを作成する。「.htpasswd」ファイルはベーシック認証のログイン情報（ID とパスワード）を格納するファイルである。「.htaccess」ファイルの 3 行目で記述したパスのディレクトリへ移動し、「.htpasswd」というファイル名のファイルを作成する。ファイルの記述内容は図 4 の通りである。

```
[ユーザー名 1]: [パスワード 1]
[ユーザー名 2]: [パスワード 2]
```

図 4:ファイル「.htpasswd」の記述内容

ベーシック認証が設定できる範囲は、基本的にはディレクトリ単位のみである。正確には、設定の記述を行う「.htaccess」ファイルを設置したディレクトリ全体がベーシック認証の範囲となる。そのため、ベーシック認証を設定したディレクトリのどの URL にアクセスしようとしても、図 5 のように ID とパスワードを求めるダイアログが表示されるようになる。ユーザーは、このダイアログにユーザー名、パスワードを入力し送信することでディレクトリにアクセスできる。

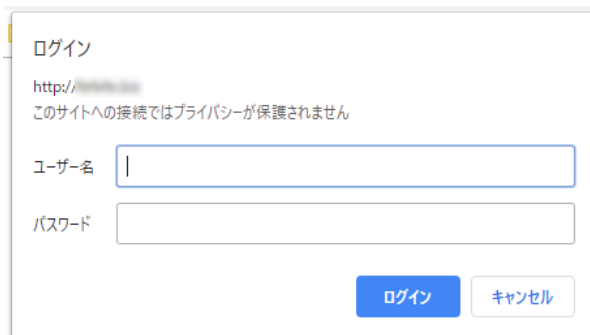


図 5:表示されるダイアログ

認証したユーザーのアクセスにより、出席登録数にカウントされる。

4.2 実験環境

実装環境は以下の通りである。

- ・ RaspberryPi zero
- ・ HC-SR501
- ・ PC
- ・ 研究室のサーバー

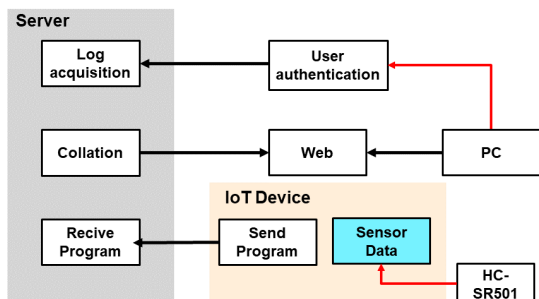


図 6:ソフトウェア構成図

図 6 は本提案のソフトウェア構成図である。RaspberryPi zero と HC-SR501 を接続することで、人を検知するプログラムを実行することができる。Web サーバーソフトウェアの Apache によって研究室にサーバーを構築する。人を検知後、研究室のサーバーにデータを送信し、検知数にカウントする。また、人の検知数と出席登録のアクセス数を同時に参照できるプログラムも組み込む。

4.3 評価

本提案では人感センサ（焦電型赤外線センサ）として HC-SR501 を使用する。これは、周囲と温度差のある人（物）が動く際におこる赤外線の変化量を検出するセンサである。温度差を検出する為、体温を持つ人体の検出に適している。しかし、人体であれば 100% の検知精度でカウントできるものではない。設置環境や設置方法、対象の動き方といった条件によって検知精度は変動する。実験ではこれらを考慮して、検知精度を検証する。

	YYYY-MM-DD	HOUR	ID	
Detection Count	5	2020-04-01	08:46	AAAAA
Attendance Count	5	2020-04-01	08:47	BBBBB
		2020-04-01	08:48	CCCCC
		2020-04-01	08:49	DDDDD
		2020-04-01	08:50	EEEEEE

図 7:照合画面のイメージ

また、本稿では、入退室の検知数と出席登録数の照合ができるシステムを提案している為、照合画面が必要となる。照合画面のイメージは図 7 になる。この画面では、入退室の検知数と出席登録数だけではなく、どのユーザーがいつアクセスしたか確認できるログも表示させる予定であ

る。「DetectionCount」は検知数、「AttendanceCount」はアクセス数、「YYYY-MM-DD」はアクセスした年月日、「HOUR」はアクセスした時間、「ID」はアクセスした ID をそれぞれ表す。

5. 議論

今回の実装では、ユーザ認証としてベーシック認証を採用した。いつ、どのユーザーがアクセスしたかのデータを取得したいので、環境変数「REMOTE.USER」で basic 認証でユーザ ID を取得できるようにする予定である。また、これを記録するようなアクセスログ CGI を実装する必要がある。入退室検出の人数と出席登録数の照合は web ページを通して確認できるようにする予定である。さらに、人感センサで人の入退室を正確にカウントできるのか、3 個の人感センサを利用する事で人の通行方向を人感センサで計測できるのか検証する必要がある。

6. おわりに

本稿では、出席管理システムの課題に対し、人感センサを利用した人体検知というアプローチから新たなシステムの提案を行った。この提案により、出席登録数と教室内の人数が一致しない状況がなくなると考える。今後は、実装や評価に重点を置き、課題解決に取り組みたい。

参考文献

- [1] Kim, M., Lee, J. and Paek, J.: Neutralizing BLE Beacon-Based Electronic Attendance System Using Signal Imitation Attack, *IEEE Access*, Vol. 6, pp. 77921–77930 (2018).
- [2] Koppikar, U., Hiremath, S., Shiralkar, A., Rajoor, A. and Baligar, V. P.: IoT based Smart Attendance Monitoring System using RFID, *2019 1st International Conference on Advances in Information Technology (ICAIT)*, pp. 193–197 (2019).
- [3] Sun, Q., Wu, Z., Lu, J., Hu, F. and Bao, K.: Low-Cost Pyroelectric Sensor Networks for Bayesian Crowded Scene Analysis, *2014 10th International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks*, pp. 88–95 (2014).
- [4] Singh, S. and Aksanli, B.: Detecting Multiple People with Low-Resolution Thermal Sensors in Smart Spaces, *2019 IEEE SENSORS*, pp. 1–4 (2019).
- [5] Li, N., Weng, C., Wang, W., Chen, H. and Lee, P.: The people number estimation based on the embedded DSP system with surveillance camera, *2013 International Conference on System Science and Engineering (IC-SSE)*, pp. 57–61 (2013).
- [6] Honda, S., Fukui, K., Moriyama, K., Kurihara, S. and Numao, M.: Extracting Human Behaviors with Infrared Sensor Network, *2007 Fourth International Conference on Networked Sensing Systems*, pp. 122–125 (2007).
- [7] Hsu, I.: Mobile ubiquitous attendance monitoring system using wireless sensor networks, *2010 2nd International Conference on Education Technology and Computer*, Vol. 4, pp. V4-533–V4-537 (2010).