

## Web ベースのクラスレスポンスシステムにおける端末センサの活用方法の検討 A Study for Using Sensors of a Smart Device on Web Based Classroom Response Systems

水谷 晃三<sup>†</sup>  
Kozo Mizutani<sup>†</sup>

### 1. はじめに

講義形式の授業における教授者と受講者のインタラクションを支援するシステムとして、Classroom Response System (以下 CRS と略す) がある。クリッカーなどの既存製品を導入した研究が数多く報告されており、同システムの有効性は十分に認知されているといえる。しかしながら、今日に至っても CRS が普及しない背景にはいくつかの問題点があると考えられ、近年においてもその問題点を解決するための新しい試みが多数報告されている。

また、近年は Learning Analytics への期待も高まっている。CRS は授業中に使用するシステムであり、しかもリアルタイムに受講者の応答を収集できる。CRS を使用するうえで発生する様々な情報を活用することによって受講者の理解状況を把握することができれば、リアルタイムな学習支援や教授者へのフィードバックを実現できる可能性もあり、この点に着目した研究成果も報告されている[1, 2]。

本研究では Web ベースの CRS において端末内のセンサ情報を活用するための仕組みについて検討している。本稿では Web ベースの CRS の概要と端末のセンサの収集方法について概説し、実授業での試用状況について報告する。

### 2. WebCRS の概要

#### 2.1 WebCRS の開発の背景

従来型の CRS はボタンのみが配置された応答用端末を受講者にあらかじめ配布しておき、受講者への質問の提示は教授者が口頭で行ったり、プロジェクタなどで問題文を投影したりするなどの方法が前提となっていた。この方法では質問の内容を聞き逃したり、図表などを参照しながら応答する質問では回答しにくかったりするなどの問題がある。応答用端末の管理が面倒であったり、端末と受講者の関連付けが不十分であるために誰がどのように間違えたのか把握しにくかったりするなどの問題もあった。これらの問題点を解決する手段としてスマートフォンやタブレット端末などのスマートデバイスを使用する CRS が提案されているが、専用のアプリケーションをデバイスにインストールしなければならぬなど管理面での手間は依然として残っていた。

さらなる改善として Web 型の CRS が提案されている。Web 型の CRS ではデバイスに標準搭載されている Web ブラウザのみを使用するため、インターネットに接続できるようになっていればいつでもどこでも使用できる。しかし、Web 型の CRS の通信に用いられる HTTP は端末側から要求をサーバに送信してその応答を受信するというプル型の通信である。CRS では、教授者が質問を送信するときなど端末へプッシュ型の通信を行う必要がある。そのため、端末側からサーバに要求を送信する処理を頻繁に行って更新情報(サーバ側が端末側に送りたい情報)がないかを確認

し、更新情報があればその情報を端末側が受信することによって、あたかもプッシュ型の通信が実現されたように見せかける方法(ポーリング)がとられる。あるいは、端末側から要求を送信してからサーバ側は応答をすぐに返さず、更新情報が発生するまでその状態を保持するようにしてプッシュ型と同様の動作を実現する方法(ロングポーリング)がとられたりする。いずれの方法も更新情報がない場合に無駄なトラフィックが発生することになり、リアルタイム性が不可欠な CRS には不向きな手法であった。

そこで筆者は新しい Web 技術である WebSocket を使用した WebCRS とよぶ CRS を開発した[3]。WebSocket は HTTP をベースにししながらサーバ側から端末側へプッシュ型の通信を行うことができる通信規約である。WebCRS では WebSocket を導入するために SignalR と呼ばれるフレームワークを用いている。SignalR では WebSocket による通信を基本としながら、WebSocket に対応していない Web ブラウザや通信環境の場合では前述のロングポーリングかポーリングによる通信で代替される。そのため動作環境の制約が少ない点も WebCRS の特徴である。

#### 2.2 WebCRS の機能と概要

WebCRS は SaaS 型のクラウド Web サービスとして実装した。教授者と受講者はユーザ ID とパスワードを入力してログインすることで使用を開始する。クラウド型の Web サービスであるため、受講者が個人で所有しているスマートデバイスの Web ブラウザを使って利用できる点も大きな特徴である。ユーザ ID の発行を受けていない受講者へのゲストログイン機能も有しており、事前準備なく WebCRS を使った授業に参加できるようになっている。

図 1 に教授者画面と受講者画面のそれぞれの例を示す。教授者画面において、質問コンテンツと応答の種別を選んでコンテンツ送信ボタンを押下すると受講者の端末へ配信される。次に回答時間を設定したのち回答スタートボタンを押下すると、受講者の端末に回答開始の通知が表示され、設定された応答時間内に回答するようにカウントダウンが開始される。受講者は画面上のボタンを押下して回答する。

各受講者の回答状況は教授者画面のセッション状況一覧にて確認できる。どの受講者がどのように回答しているかを確認することができるほか、回答の集計結果をグラフで表示したり、各学生にインスタントメッセージを送ったりすることができる。

### 3. 端末センサの活用方法の検討

#### 3.1 目的

近年のスマートデバイスには、加速度、ジャイロ、環境光などの各種センサが内蔵されている。これらのセンサからの情報を WebCRS 利用中の受講者の状況を把握するために活用することを検討する。例えば、教授者から回答開始を送信した直後に誤った回答をした学生が、回答後に端末

<sup>†</sup> 東京大学理工学部情報電子工学科

を机の上に置いた場合, i) 本人は質問に対して考えることなく適当に回答している, ii) 自らの回答を見直す意思がない, などの状況が推定される. i) については質問コンテンツを配信する前後, ii) については回答後のセンサデータの変化を活用することで検出できる可能性がある. あるいは, 回答開始を送信してから実際に回答するまでに時間がかかっている学生で, センサデータには変化があるような場合は, 質問内容の理解に時間がかかっているなどの状況が推定される. 本研究ではこのような状況が実際に検出可能であるかを検証すること, 検出できた場合にはその状況に応じた自動的な指導を行うことを目的として, WebCRS においてセンサデータを取扱う仕組みを実装する.

### 3.2 WebCRS におけるセンサデータの取扱い方法

デバイスや Web ブラウザの仕様によっても異なるが, 各センサのデータは高頻度に発生する. 例えば iPad mini 2 (iOS9.2) の標準ブラウザ上で Javascript による検証プログラムを実行したところ, 加速度センサの値は 1 秒間に 60 回程度取得可能であった. これらのデータをすべて Web サーバ側へ送信しようとするとうトラフィックが増え, サーバ側の負荷も高まる. 一方, 端末内で複雑な分析処理をすべて行おうとすると端末自体の負荷となり, 性能上の問題やバッテリー消費の問題を招く可能性がある.

そこで本研究では, 図 2 に示すように, あらかじめデータの集計時間を設定しておき, 集計時間当たりのデータ数, 平均値, 分散値, 最大/最小値を集計する処理だけを端末内で行うこととする. 集計したデータはあらかじめ設定されたデータ数ごとにサーバへ送信する. サーバ側ではこれらの値を用いて分析処理を行う.

## 4. システムの試作と実授業への導入

加速度センサとジャイロセンサの値を対象に, 前述の方法を WebCRS に実装して実授業での利用を試みた. 図 3 は実際に計測された加速度センサの集計値をプロットした例である. この例では教授者がコンテンツを送信し, 回答を開始してから制限時間のうちに受講者が回答ボタンを 3 回押下した例である. 回答開始の直後から大きく変化があり, 最初の回答のあと変化が小さくなり, 再び回答する際に大きくなっていることが確認できる.

## 5. 考察

本手法により, CRS の機能を実現しながら端末内で発生した加速度とジャイロセンサの値を取扱うことができるようになった. 本手法の実装後, 端末動作が遅くなったりバッテリーの消費が大きくなり CRS としての基本機能が損なわれたりするなどの影響は確認されていない.

サーバに送られるセンサ値は端末内での集計時間あたりの値として算出されたものであるため, より厳密にセンサの値を扱いたい場合には支障となる可能性がある. この問題に対しては, 集計時間を動的に設定できるようにしたり, センサ値の特徴的な変動があったときに自動的に集計時間を短くしたりするなどの機構の実現が考えられる.

## 6. おわりに

本研究では Web ベースの CRS において端末内のセンサ情報を活用するための仕組みについて検討した. 端末のセンサの活用方法について概説し, 実授業での試用状況につ

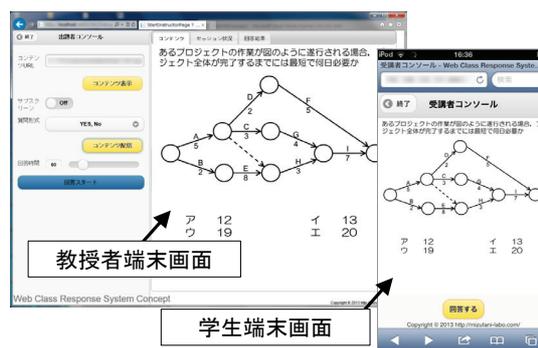


図 1 WebCRS の画面例

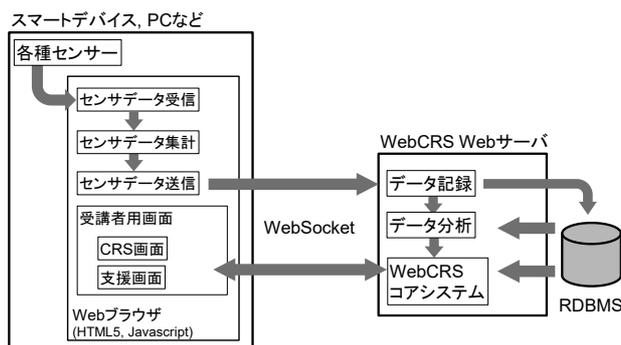


図 2 センサデータの取扱いの内部フロー

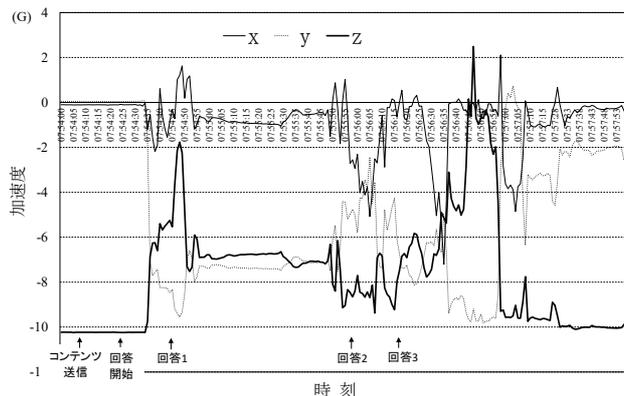


図 3 CRS 使用中の端末加速度の変化の例

いて報告した. 今後はサーバ側に集積された各種データの分析を行うとともに, リアルタイムな分析機能を WebCRS に実装して自動的な学習支援を実現していきたい.

## 謝辞

本研究は独立行政法人日本学術振興会平成 27 年度科学研究費助成事業 (若手 (B) 15K16262) の助成を受けて実施した成果の一部である.

## 参考文献

- [1] Rwitajit MAJUMDAR, Sridhar IYER, "Beyond Clickers: Tracing Patterns in Students' Response through iSAT", Proceedings of the 23rd International Conference on Computers in Education (2015).
- [2] Kozo Mizutani, "A Study of Student Behavior in Classroom Response Systems", Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education, pp.483-488 (2014).
- [3] 水谷晃三, "スケラブルでリアルタイム動作可能なレスポンスアナライザの開発," 教育システム情報学会第 38 回全国大会講演論文集, TE2-3, pp.323-324 (2013).