

# IoT システム開発動画における理解困難箇所の特定を目的とした視聴ログ分析システムの開発と評価

渡辺 大貴<sup>†</sup> 高木 正則<sup>†</sup> 市川 尚<sup>†</sup>

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部<sup>†</sup>

## 1. はじめに

近年、モノのインターネットと呼ばれる IoT (Internet of Things) が様々な分野で活用されるようになってきた。教育用マイコンボード等も普及し、誰もが簡単に IoT デバイスを手に入れることができるようになったため、学習に取りかかる際のハードルは低くなってきている。しかし、IoT を活用したシステム開発はデバイスやセンサの扱い方をはじめ、ネットワーク、組み込みプログラミングなどの知識が必要となるため、初学者にとって学習のハードルが高いとされている。先行研究では、動画で IoT システムの開発プロセスを学べるオンライン学習サービスを開発した [1]。デバイスの配線や実行結果など、紙媒体では伝わりにくい情報を動画で解説することにより初学者でも IoT を簡単に学習できるように工夫した。しかし、ハードウェア環境の違い等により動画通りの挙動を再現できないという IoT 分野特有の問題が発生した。これらの問題は教材を改善したり、補足説明を追記したりするなどの学習支援によって解消できるが、そのためには学習者がどこでつまづいているのかを特定する必要がある。そこで、本研究では学習者のつまづいている点や再現困難な点を特定することを目的とし、動画視聴ログ分析システムを開発した。

## 2. 理解困難箇所の分析手法

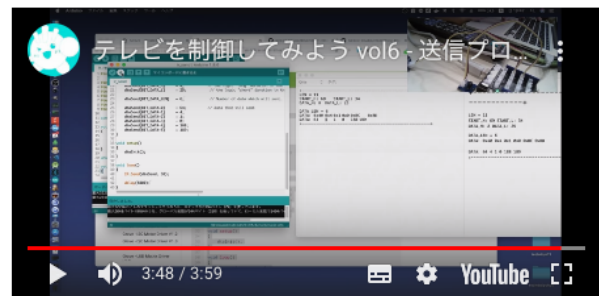
### 2.1 関連研究

Kim ら [2] は MOOC 上の 862 の動画、127,839 の学習者を対象とした動画視聴ログを分析し、視聴ピークの発生原因の 61% は視覚的遷移 (講義映像への切り替わりなど) によるものであることを明らかにした。この視聴ピークは動画プレイヤーの再生・停止などの操作ログを 1 秒ごとに集計したものである。

### 2.2 分析手法の提案

本研究では、Kim ら [2] の分析結果をもとに、動画中の視覚的遷移のある場面周辺以外の再生開始イベントを集計して視聴ピークを分析することで、つまづきが発生した箇所を特定する手法を提案する。以下に分析手順を示す。

- (1) 視覚的遷移が発生した前後 1 秒から 2 秒の再生開始イベントを取り除いた再生開始イベントのデータセットを作成する。



現在の再生時間: 228

### 1.2.1 動画の内容ごとの分割

開始時間	終了時間	セクション名	Actions
0	7	やることの説明	セクションを削除
7	16	新規ファイルの作成	セクションを削除
16	35	コピー元のソースコード	セクションを削除

図 1. 動画へのセクション登録画面

- (2) 動画の解説内容ごとに動画を分割し、セクションとして登録する。
- (3) 各セクションが何回再生されたかを集計する。

## 3. システムの開発

### 3.1 システムの概要

2.2 節で述べた分析手順を Web 上で実施できるシステムを設計・開発した。本システムではまず、分析者が分析したい動画を選択し、選択した動画内の視覚的遷移がある場面と、セクションを登録する。次に、分析対象とする学習者を指定し、視覚的遷移の場面の前後何秒間を分析対象から取り除くかを登録する。その後、「分析開始」ボタンを選択すると、セクションごとに再生回数が自動的に集計され、集計結果が棒グラフで表示される。分析者は提示された棒グラフを閲覧し、学習者の理解困難箇所の特定や動画の改善点を把握する。図 1 にセクション登録時の画面例を示す。

## 4. 評価実験

### 4.1 実験の概要

開発したシステムの有効性を評価するため、被験者 3 名 (大学生) を対象とした評価実験を行った。評価実験では、被験者に IoT システムの開発プロセスを学べるオンライン学習サービスで公開されている動画教材「Arduino を用いた赤外線制御」(全 7 動画) を閲覧しながら、実際にシステムを構築してもらい、本システムで視聴ログを分析した。また、被験者 3 名に対して学習後に、動画教材でつまづいた点についてア

Development and Evaluation of a Learners' Video Viewing Logs Analysis System for Identifying Difficult Parts in a Tutorial Video about an IoT System.

<sup>†</sup> Taiki Watanabe, Masanori Takagi and Hisashi Ichikawa Iwate Prefectural University

ンケートをとった。

アンケートの結果、全7動画中2動画で被験者全員がつまづいた箇所があったと回答した。これは動画教材の説明不足により学習者が理解できなかったと思われる点であり、本研究で自動特定したい箇所（正解データ）と言える。本実験では、つまづきが発生した動画と発生しなかった動画のそれぞれで本システムを利用して視聴ログを分析し、つまづき箇所を特定できるかを検証する。

4.2 実験の結果

つまづきが発生した動画 No.5 と発生しなかった動画 No.3 を対象とし、被験者3名の視聴ログを本システムで分析した。分析結果（システムから出力されたグラフ）を図2、図3に示す。図2、図3共に縦軸は発生した再生開始イベントの回数、横軸は動画のセクションとその時間を示している。図3に示した動画 No.3 はどのセクションも平均的に視聴されており、ピークが観測されていないことがわかる。一方、図2に示した動画 No.5 では「赤外線受信実演・説明」で視聴のピークが発生していた。被験者へのアンケートの結果、動画 No.5 では、「赤外線受信実演・説明」でつまづいていたことが確認され、本提案手法で視聴ピークを分析することで、学習者がつまづいた点を把握できると考えられる。

次に、つまづきが発生した動画 No.6 「赤外線送信プログラム」を対象に、本提案手法を利用した場合と利用しなかった場合で分析した。図4が動画 No.6 の未加工の視聴ログデータで、図5が同データを本分析手法に沿って分析した結果である。図4の縦軸は図2、図3と同じく再生開始イベントの回数だが、横軸はその

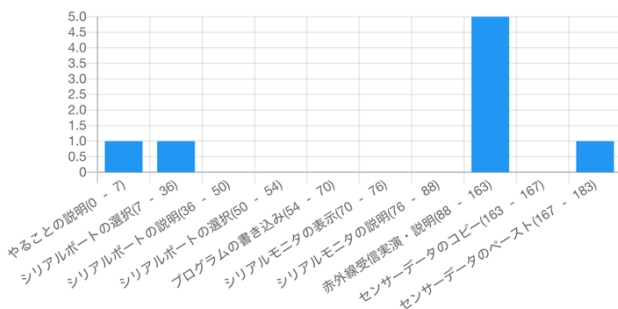


図2. 動画 No. 5 「プログラムの書き込みと赤外線受信」における分析結果

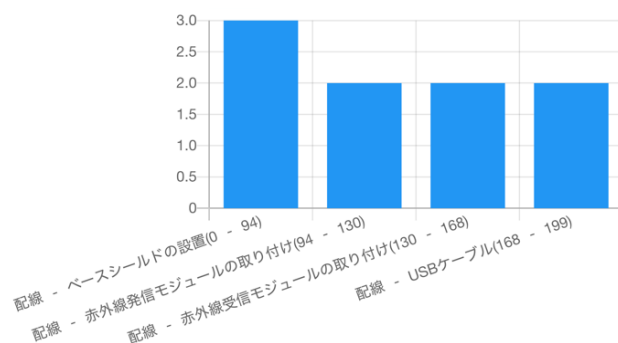


図3. 動画 No.3 「配線」における分析結果

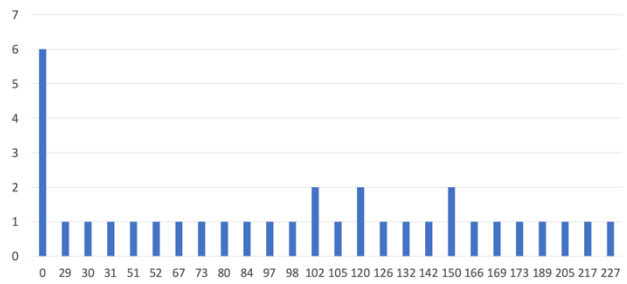


図4. 動画 No.6 の未加工データを用いた分析結果

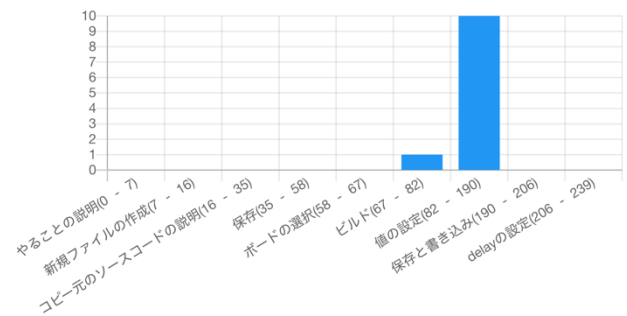


図5. 提案手法による動画 No.6 の分析結果

再生開始イベントが発生した時間（秒）となっている。図4のように1秒ごとに視聴ログを集計するとデータ件数が少なく、グラフから読み取れる情報はあまり多くないことがわかる。それに対して、提案手法では、つまづきの有無にかかわらず、視覚的遷移が発生する場面の再生開始イベントをあらかじめ取り除き、セクションごとに視聴回数を分析しているため、図5のような視聴ピークを観測できる。

以上の結果から、学習者が実際に動画を見ながら作業をする学習において、動画通りにうまく作業（再現）できない場面がある場合、本システムで視聴ピークを分析することでその場면을特定できる可能性があることが示唆できる。

5. おわりに

本研究では、オンライン学習サービスにおける学習者の動画教材視聴ログデータを対象に学習者のつまづいている点を特定することを目的として学習者の動画視聴ログの分析を行うシステムを開発した。その結果、本システムを用いた視聴ログの分析が学習者のつまづき箇所の特定に役立つことが示唆された。今後は数学等、IoT システム開発動画以外の動画教材で学習した場合でも、学習者のつまづきが本提案手法により視聴ピークとして検出されるのかについても検証し、本提案手法の適用範囲を明らかにする。

参考文献

[1] 渡辺 大貴, 高木 正則, 菅原 のびすけ: IoT システム開発の解説動画における理解・再現困難箇所の分析, 第81回全国大会講演論文集, 2019(1), 531-532, 2019-02-28  
 [2] Juho Kim, Philip J. Guo, Daniel T. Seaton, Piotr Mitros, Krzysztof Z. Gajos, Robert C. Miller: Understanding In-Video Dropouts and Interaction Peaks in Online Lecture Videos, L@S 2014 · Course Materials, pp. 31-40 (2014)