

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

渡辺大貴† 高木正則† 菅原のびすけ‡

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部† dotstudio 株式会社‡

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と言える。しかし、IoT システムを開発するためには、組み込みプログラミングの知識に加えてセンサー等のハードウェアの扱い方やネットワークの知識が必要となるため、ソフトウェア開発に比べて初学者の学習コストは高いと言える。そこで著者らは、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 Graspin を開発した。デバイスの配線や実行結果など静止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ことを目標としている。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などの IoT 分野特有の問題が発生する可能性がある。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ことで解消できるが、そのためには学習者がどこで理解や再現につまんで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、学習者の動画視聴ログを分析した。

2. 動画視聴ログの分析方法

MOOC を対象に Kim らが行った研究[1]では、動画視聴のピーク発生原因の 61%は、動画内の視覚的遷移(講義映像への切り替わりなど)によるものだと報告されている。そこで、この視覚的遷移を除いたピークがどこで発生しているのかを分析し、つまづき箇所の把握を試みる。

本研究では、ログ分析によって推定したつまづき箇所の妥当性を評価するために、実験協力者に一連の動画を閲覧しながら IoT システムの開発に取り組んでもらい、つまづいた点や再現困難な

点のヒアリング調査を行った。このヒアリングから得られたつまづき、理解・困難箇所を正解データとし、同様の箇所を動画の視聴ログ分析から特定できるかを検証する。

3. 動画教材の視聴実験

分析対象を初学者に絞るために、IoT 分野を学習したことがない本学ソフトウェア情報学部の学生 1 名に実験に協力してもらった。実験では、必要なデバイスとセンサーを手渡し、動画を視聴しながら実際に配線/プログラミングを行ってもらい、その際に発生したつまづきや再現・困難箇所についてヒアリングを行った。取り組んでもらった教材は「Arduino を使ってテレビ制御をしてみよう」で、3 分から 5 分程度の動画が 7 つ用意されたコースである。表 1 に各動画の概要を示す。この教材では、Arduino Uno を利用して赤外線センサーを制御するための配線とプログラミングを行うことに重点を置いて解説されており、前提知識は必要としない構成になっている。ヒアリングの結果から明らかになったつまづきを表 2 に示す。

表 1 動画教材「Arduino を使ってテレビ制御をしてみよう」の構成

No	動画の長さ	タイトル
1	1:38	作るモノの紹介
2	4:25	使うモノの紹介
3	3:20	配線
4	3:34	赤外線受信プログラム
5	3:04	プログラムの書込みと赤外線受信
6	4:00	赤外線送信プログラム
7	1:47	テレビ制御の動作確認

表 2 ヒアリング結果 (初学者がつまづいた点)

No	時間	フィードバック
4	0:00-0:30	動画内で紹介されているウェブサイトへのリンクがわからない
4	0:18	Arduino IDE がインストールされている前提なので、インストールの仕方がわからない
4	0:56	Github から、リポジトリを Clone する方法がわからない(見逃した)
4	1:16	動画内の PC と OS が異なるため、ライブラリの追加の仕方を探すのに時間がかかった。動画と比べてシリアルポートが違うため、何を選べばいいかの把握に時間がかかった
5	0:06-0:53	動画では文字化けしていなかったが、手元では文字化けした
5	1:37	動画と比べて得られたセンサーデータの長さが違うためどうすればいいかわからない
6	2:10-2:45	

Analysis of Difficult Points in a Video Tutorial about an IoT System Development.

† Taiki Watanabe and Masanori Takagi, Iwate Prefectural University

‡ Nobisuke Sugawara, dotstudio inc.

4. 動画視聴ログの分析と考察

4.1 分析結果

一つの動画を内容ごとに区切ったものをセクションとし、そのセクションが何回見直されているか(再生開始イベントがセクション内で何回発生しているか)を分析した。分析は3章でヒアリングを行った初学者1名分のデータを対象に行った。再生開始イベントは動画の視聴開始時、一時停止状態から再生開始をした時、また巻き戻しを行った時に発生する。先行研究より、画面遷移が起きた際はつまずきの有無に関わらずピークが発生することがわかっているため、0秒時点と画面遷移が起きた時点の前後1秒の再生開始イベントは予め取り除いて分析を行った。表3、表4、表5にヒアリングの結果つまずきが発生していた3つの動画に対してセクションごとの再生開始イベント発生回数を分析した結果を示す。

表3の結果では、何かを選択する作業や説明のセクションが多く見直され、表1No.5の動画では、シリアルボードの選択、プログラムの書き込み、センサーデータのペーストなど学習者が実際にアクションを行うセクションが多く見直されていた。また、表5の結果では、「データの書き換え」セクションで明らかなピークが見られた。

表3 「赤外線受信プログラム」におけるセクションごとの再生開始イベント発生回数

No	セクション	イベント発生回数	時間
1	利用するソフトウェアの紹介	3	0:00-0:21
2	ダウンロードリンクの説明	2	0:21-0:45
3	Github ページの説明	0	0:45-0:52
4	Clone の仕方の説明	1	0:52-1:15
5	ライブラリインストール方法	3	1:15-1:29
6	ライブラリの選択	4	1:29-1:50
7	ライブラリ追加完了の確認	1	1:50-1:57
8	ソースコードについての説明 サンプルコードのコピー&ペースト	2	1:57-2:10
9	スト, 保存	0	2:10-3:05
10	ボードの選択	2	3:05-3:15
11	コンパイル	0	3:15-3:34

表4 動画No.5「プログラムの書き込みと赤外線受信」における、セクションごとの再生開始イベント発生回数

No	セクション	イベント発生回数	時間
1	やることの説明	0	0:00-0:07
2	シリアルポートの選択	1	0:07-0:36
3	シリアルポートの説明	0	0:36-0:50
4	シリアルポートの選択	1	0:50-0:54
5	プログラムの書き込み	3	0:54-1:10
6	シリアルモニタの表示	1	1:10-1:16
7	シリアルモニタの説明	0	1:16-1:28
8	赤外線受信実演・説明	1	1:28-2:43
9	センサーデータのコピー	0	2:43-2:47
10	センサーデータのペースト	2	2:47-3:03

表5 動画No.6「赤外線送信プログラム」における、セクションごとの再生開始イベント発生回数

No	セクション	イベント発生回数	時間
1	やることの説明	0	0:00-0:05
2	新規ファイルの作成	0	0:05-0:14
3	サンプルコードのコピー	3	0:14-0:30
4	サンプルコードのペースト	0	0:30-0:34
5	保存, ボード選択, コンパイル	0	0:34-1:21
6	やることの説明	0	1:21-1:33
7	データの書き換え(ヘッダ部)	1	1:33-2:13
8	データの書き換え(データ部)	7	2:13-2:47
9	プログラムの解説	0	2:47-3:11
10	書き込み・プログラム修正	0	3:11-3:59

4.2 考察

視聴ログの分析結果と、被験者へのヒアリングの結果を比べると、つまずきが発生しているセクションでは必ず1回以上の見直しが発生していることがわかった。特に、表1No.6の動画では、つまずきが発生したセクションにおいて、高い視聴回数のピークを観測できた。また、つまずき以外の点でピークが発生している点はいずれも学習者がなんらかのアクション(サンプルコードのコピー&ペーストや選択など)であるため、理解・再現困難には該当しないが、一時停止または巻き戻しをしなければいけないほど動画の進行が早い可能性もあり、教材の改善を行うべきであることがわかった。

5. おわりに

本研究では、動画をセクションごとに区切り、それぞれの再生開始イベント発生回数を分析することにより、理解・再現困難箇所の特定を試みた。その結果、視聴数のピーク時点を見ることにより教材を改善すべき箇所を把握することはできた。

今後は、学習者に利用しているIoTデバイスやOSなどの環境を登録してもらい、環境ごとの視聴数ピークを分析したりフィードバックを得る仕組みを実装したりして教材の理解・再現困難箇所を特定するだけでなく、なぜ理解・再現が困難なのかを把握し、継続的な教材の改善を支援していける仕組みについて検討していく。

参考文献

[1] Juho Kim, Philip J. Guo, Daniel T. Seaton, Piotr Mitros, Krzysztof Z. Gajos, and Robert C. Miller. 2014. Understanding in-video dropouts and interaction peaks in online lecture videos. In Proceedings of the first ACM conference on Learning @ scale conference (L@S '14). ACM, New York, NY, USA, 31-40.