

MoodleにおけるHTTPアクセスログを使った動画視聴パターンの推定手法 Estimating Method of Video Viewing Position and Patterns Using HTTP Access Logs

金子 元気¹⁾ 佐藤 寧洋¹⁾ 田畑 賢明¹⁾
Genki Kaneko Yasuhiro Sato Kenmei Tabata

1 はじめに

コロナ禍の影響によりオンデマンド授業が一般化し、学習者が自律的に学習する機会も増加している。動画学習では、視聴者が自由に視聴位置を変更したり、繰り返し視聴したりすることができるため、各自が自身のペースに合わせた効果的な学習が期待できる。さらに、教材提供者が各学習者の学習パターンを特徴化し、提供することができればより効果的な学習効果を得ることができると考えられる。そのため、学習者の学習行動を特徴化・可視化することが検討されている [1][2]。

動画教材の配信にも利用されている YouTube では、動画のプログレスバーに最も視聴されている部分が視覚化されており、効率よく動画を視聴できる機能が提供されている。しかし、各ユーザの視聴パターンを把握することは難しく、学習者の習熟度や特徴に応じた学習方法という点では不十分である。オンデマンド学習管理システム (LMS) として、Moodle が国内外の数多くの大学で採用されており、授業資料や動画の配信、小テスト機能などによる習熟度確認、学習の進捗状況などに利用されている。Moodle は PHP 言語で記述されており、一般的な Web サーバで提供することが可能であるため、各大学がオンプレミス環境で構築していることが多い。したがって、一般的な Web サーバのアクセス履歴から学習者の学習パターンを抽出し、特徴化することができれば、多くの汎用的な環境下において有効な手段となりうることを期待される [3]。

本稿では、Moodle を使った動画配信および学習管理を想定し、学習者がアクセスしてきた際の Web アクセスログを使った動画視聴パターンの推定手法を検討する。具体的には、動画視聴時に使用される HTTP Range リクエストのログから、ユーザが動画のどの部分を視聴しているのかを推定することで動画全体の視聴パターンを視覚化し、学習者ごとの視聴パターンを特徴化することを旨とする。

2 HTTP アクセス

本項では HTTP アクセスログの詳細や Range リクエストとの関係について述べる。

2.1 アクセスログ

HTTP アクセスログとは、Apache2 や Nginx などの Web サーバ上のコンテンツに対してアクセスがあった際に記録している履歴情報である。図 1 に取得できるアクセスログの一例を示す。アクセス元の IP アドレスや時刻、リクエストされたコンテンツ名、HTTP ステータスコード、ブラウザなどの情報が含まれている。

2.2 Range リクエスト

Range リクエストでは、データ全体を一度に受信するのではなく、指定された範囲のデータのみを受信し、逐

```
xxx.xx.xx.xxx - - [11/Feb/2025:15:12:48 +0000]
"GET / HTTP/1.0" 200 35 "-" "Mozilla/5.0 (X11;
Linux x86_64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like
Gecko) Chrome/72.0.3602.2 Safari/537.36"
```

図 1: HTTP アクセスログの一例

次的にリクエストする。そのため、大容量の動画やデータファイルを扱う際に用いられる。一般的なブラウザから Web サーバ上の動画ファイルにアクセスする場合、一般的に HTTP の Range リクエストが使用されている。Range リクエストには、取得したい動画の範囲 (開始位置と終了位置) を示す二つのバイト数が指定されており、範囲リクエストの開始位置のバイト数に着目し、視聴位置を推定する。サーバが Range リクエストに応答する際、リクエストされた範囲のデータが正常に返される場合は 206、その範囲のデータが存在しない場合は 416 という HTTP ステータスコードを返す。

3 動画視聴環境

本稿での動画視聴環境および視聴実験の概要を示す。

3.1 概要

図 2 に学習者による動画視聴行動の概要を示す。学習者は自身のペースに合わせて、動画再生時のシークバーを操作することで視聴したい部分を指定することができる。指定された動画位置は HTTP Range リクエストとしてサーバに送られ、サーバでは指定された部分の動画データを学習者の端末に返すことで指定された時点からの動画が再生される。ここで送られた HTTP Range リクエストには動画の秒数ではなくバイト数が記述されており、これをアクセスログから取得することで視聴位置を推定する。

3.2 ネットワーク構成

研究室内汎用 PC サーバに Ubuntu 22.04 をインストールし、Web サーバアプリケーションとして Nginx 1.24.0 を使用した。動画配信用の LMS として Moodle 4.3 をインストールし、ミーティングを録画した動画をアップロードした。クライアントの使用環境には Apple Macbook Air を使用し、OS 標準ブラウザである Safari を使って Moodle にアクセスし動画を視聴した。

3.3 録画した動画の詳細

iPhone 15 Pro 256 GB を使用して、研究室内のミーティング風景を撮影した。撮影した動画のサイズは約 170 MB であり、長さは 100 秒である。また、解像度は 1080p であり、フレームレートは 60 fps であった。撮影動画のビットレート制御方式は可変ビットレート方式であったが、サーバからの転送レートを確認したところ、概ね一定のビットレートで転送されていることが確認できた。講義動画などでは画面上での変化が大きいことが一般的であり、ビットレートが大きく変動することはまれであると考えられるため、今回は固定ビットレートとして扱うこととする。

1) 大阪電気通信大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Osaka Electro-Communication University

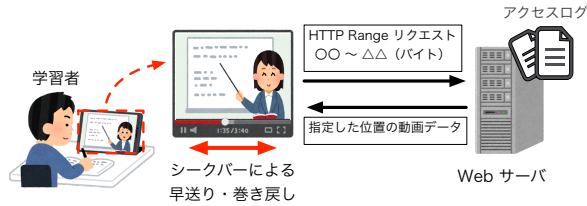


図2: 動画視聴行動の概要

```
log_format mylog '$remote_addr $remote_port [time_local]
$mssec $request_method $uri $request_completion $status
$body_bytes_sent $http_referer $http_user_agent
$upstream_cache_status $host $http_range $s$lice_range'
$request_time $upstream_response_time";
```

図3: Nginx のログ設定

4 推定手順

4.1 アクセスログフォーマットの設定変更

標準のアクセスログには、HTTP Range リクエストの詳細は表示されないため、図3に示す設定に変更した。図中の太字で示した `$http_range` に“bytes=84279296-170131455”という形式で表示され、リクエストされた動画の範囲の先頭と末尾のバイト数が記録される。

4.2 Moodle での動画視聴

Moodle 上に学習コースを作成し、コンテンツとして上記で撮影した動画をアップロードした。視聴中にシークバーを動かす、早送りや巻き戻しの際のアクセスログを取得する。

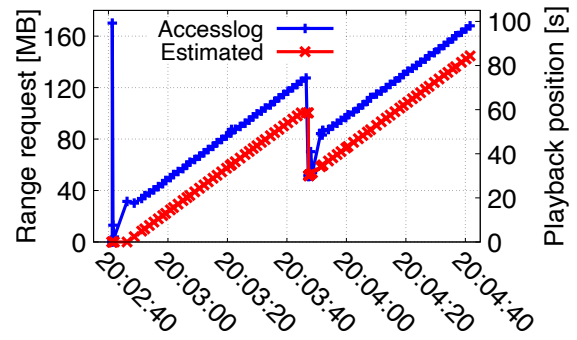
4.3 視聴パターンの推定

取得したアクセスログから、各 Range リクエストの先頭のバイト数を抽出し、動画が再生されている区間やシークバーを操作した部分を推定する。本稿では、アクセスログの各時点 $i (1 \leq i \leq N)$ 、バイト数を b_i 、アクセス時間を t_i としたときに以下の式から各時点 i を中心とする勾配 $b'_i = \frac{b_{i+1} - b_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$ を計算する。次に b'_i を中心に前後1時点の標準偏差 sd_i を求め、動画の平均ビットレートとの比 rsd_i を計算する。アクセス直後やシークバーを操作した部分ではバイト数が激しく変動することから rsd_i の値も大きくなるため、この値を基準に再生区間か変動している区間を判断する。再生区間はアクセスログの時間経過を動画再生時間とみなし、大きく変動があった区間ではリクエストされたバイト数と平均ビットレートから再生位置を計算し、視聴パターンを推定する。

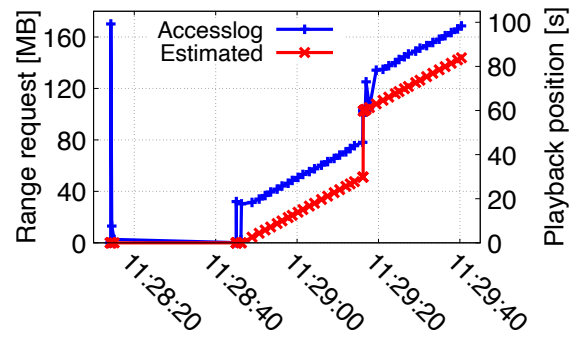
5 結果

本稿では、パターン A とパターン B の二つの視聴パターンを想定し、アクセスログから推定した。パターン A は動画を冒頭から 60 秒間視聴し、30 秒あたりまでシークバーを巻き戻し、その後最後まで視聴した。パターン B は動画にアクセスした後 20 秒間は再生を開始せずに停止状態とし、その後再生を開始し 30 秒間視聴、そこから 60 秒あたりまでシークバーで早送りしてから最後まで視聴した。

図4はアクセスログから抽出した Range リクエストのバイト数(左軸)と推定した動画の視聴位置(右軸)を示している。Moodle 上の動画にアクセスした直後に 170 MB 程度までリクエストされており、ここで Web サーバ側が Range リクエストに対応していない場合は、この時点で動画全体が転送されることになる。Range リクエストに対応している場合は、ブラウザは必要な部



(a) パターン A



(b) パターン B

図4: 推定結果

分をバイト数としてリクエストされる。どちらのアクセスログの結果からも、再生が開始されると Range リクエストのバイト数が一定のレートで増加しており、これは動画のビットレートとほぼ一致している。ただし、ヘッダなどのオーバーヘッドが含まれるため実際の転送レートは動画ビットレートよりも若干高くなっていた。またシークバーを動かすことによって、指定したバイト数まで大きく変動していることがわかる。

図4aより、視聴開始位置、位置変更、再開位置の3つの変曲点が概ね一致していた。また、図4bにおいても同様の結果が見られており、視聴位置の推定ができた。

6 おわりに

Moodle 上で提供されている動画の視聴パターンを HTTP アクセスログから推定する方法を提案し、十分な精度で推定できることを示した。今後はより複雑な視聴パターンについて検討し、他の LMS などへの適用についても検証していく必要がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP23K22201 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 岡田 浩希, 鈴木 孝幸, 納富 一宏: 映像講義における受講者の視聴ログの可視化, 第29回バイオメディカル・ファジィ・システム学会年次大会 講演論文集 (BMFSA2016), pp. 182-185 (2016).
- [2] 片平 昌幸: E-Learning におけるストリーミング動画教材の視聴状況の分析, PC カンファレンス論文集, pp. 283-286 (2018).
- [3] 渡邊 康太, 藤本 茂雄, 檜垣 泰彦: Moodle 用動画配信システムにおける視聴履歴の可視化, 電子情報通信学会技術研究報告 (LOIS2023-51), Vol. 123, No. 429, pp. 13-18 (2024).