

動画配信システムにおける視聴者フィードバックによる インデックス生成法

Indexing and Retrieval Method for Movie Distribution System by Viewer's Feedback

後閑 俊亮*

Shunsuke Gokan

沼尾 雅之†

Masayuki Numao

1 はじめに

近年の情報技術の向上や教育改革の方法として、インターネットを用いた e-Learning やオープンコースウェアが注目されている。この活動では通信回線の大容量化に伴い YouTube¹ や iUniv² などを利用した講義動画の公開が増えてきている。

また一般的な動画配信サービスでは、ニコニコ動画³ のような動画の時系列に沿ってコメントを投稿できる構造を持ったものがある。シーン毎に投稿されたコメントを非同期に他のユーザーと共有することができるようになっている。

動画の投稿が容易に行えるようになったため、動画投稿サイトには膨大な量の動画が投稿されており、自分の興味のある動画や必要としている動画を探すことが困難になっている。

これらの問題を解決するために、動画の検索や動画内のシーン検索に関する研究が多く行われている。

本研究では講義動画を利用し、視聴者からのフィードバックを利用したシーン分割・視聴システムについて提案する。

2 関連研究と問題点

動画のシーン検索に関する従来の手法には音声を用いたもの [1] や映像の分析によるもの [2] がある。しかしこれらの手法では動画の情報のみからのシーン分割となる

ため、撮影者の意図を強く反映したシーン分割となり、視聴者にとって必要なシーン検索が可能になっていないという問題がある。

この問題の従来の解決手法として、視聴者によるアノテーションを用いたシーン分割 [3] や動画の評価 [4] が利用されている。磯貝らの研究 [3] では視聴者のコメントが集中しているシーンを抽出することで、重要なシーンを抜き出している。金屋らの研究 [4] では「わかった」「わからなかった」の 2 択の入力を用いることで、シーンごとの理解度を評価している。いずれの手法でもシーンごとの重要度や理解度を視聴者の視点から抽出することはできているが、シーンの内容を抽出することができていないという問題がある。

3 提案システム

動画配信に対する問題点には自分の興味ある動画を見つけていけないという点と、興味あるシーンが動画のどこにあるのかを見つけていけないという点の 2 つがある。この問題の従来の解決法として音声や映像データを用いたシーン分割がある。しかしこの手法では動画の作成者の意図を強く反映してしまい、視聴者の視点からのシーン分割になっていない。また視聴者によるアノテーションを利用したシーン分割では、動画内の理解度などを利用しているためシーンの内容に着目することができていない。これは動画へのアノテーションを「わかった」「わからない」の 2 択とすることで、入力の手間を減らしているからである。

これらの問題を解決する手法として本論文では、講義動画に対して視聴者が付加したコメントを基に動画のインデックスを作成する手法を提案する。またこのシステム

*電気通信大学情報理工学研究科情報・通信工学専攻

†電気通信大学情報理工学研究科情報・通信工学専攻

¹<http://www.youtube.com/>²<http://iuniv.tv/>³<http://www.nicovideo.jp/>

では、動画の視聴を妨げないためにテンプレートとキーワードを利用したコメント作成支援機能を提供する。

3.1 概要

本システムの主要機能は講義動画の配信と視聴者が付加したコメントを基とするインデックスの生成の2つである。

提案システムの概要図は図1となる。

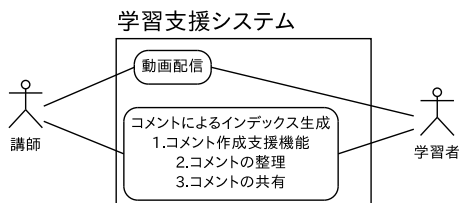


図1: 提案システムの概要図

提案システムは講義動画のライブ配信やVOD配信(Video On Demand)を利用して、非同期または遠隔地での学習を支援するシステムである。このシステムでは視聴者から付加されたコメントをインデックスとしてユーザー間で共有することで、理解を効率よく進めることを目的としている。

従来法では視聴者のアノテーションを、「わかった」「わからない」の2択の形式で取得している。これは入力を単純化することで、入力によって動画を見逃してしまう可能性を減らすためである。しかし従来法では各シーンの理解度などを取得することはできるが、シーンの内容に関して取得することができない。

そこで本システムではテンプレートとキーワードを用いたコメント作成支援機能を提案する。視聴者からのアノテーションをコメントとして取得することで、各シーンに対する視聴者の意見などの内容を得ることができる。またテンプレートとキーワードを利用することで、入力によって動画を見逃してしまう可能性を減らすことができる。これによって視聴者の動画の視聴を妨げず、シーン毎の内容を含むアノテーションを取得することができる。

3.2 システムの設計

視聴者が付加したコメントを基とするインデックス生成における、コメント作成支援機能とコメントの共有機能について説明する。

3.2.1 コメント作成支援機能

動画に対して時系列に沿ってコメントを付加する機能である。

講義動画には質問コメントと解答コメントの2種類が特徴として表れる。なかでも質問コメントは講義内容の理解に関するものとなるため、ある程度形式を決めることができる。またライブ配信においては講義動画という性質上、コメントの作成に集中してしまい動画を見損ねてしまうことを減らす必要がある。

本システムではコメントを利用して理解の共有を行う際に、質問コメントを参照する必要がある。そのためには表記の揺れや類似質問の集約を考慮しなくてはならない。

これらを解決する手法としてテンプレートとキーワードを利用したコメント作成支援機能を提案する。

事象を理解する上で以下の2つの観点が考えられる。

- 1つの事象に関しての理解
- 2つの事象に関する関係の理解

同様に疑問に関してもこの2点が重要になるため、これに従い質問テンプレートは以下のように設定した。

- ooのxxがわからない
- ooとooのxxがわからない

ooとxxはそれぞれキーワード群から選択する。またこのキーワード群は動画を投稿する講師が設定するものとする。

テンプレートを用いることで質問コメントの形式が定まるため、類似した質問の集約や検索が容易になる。キーワードを利用することで、表記の揺れを回避することができる。

また質問コメント以外のコメントが付加されることも考えられるため、フリーコメント機能も持つ。

付加されるコメントデータを次のように定義する。

- 投稿者ID, コメント, 質問発生タイムフレーム, 質問解決タイムフレーム

質問発生タイムフレームとは、動画の視聴時に疑問が発生したシーンの開始時間を表す。この値は視聴者が動画に対してコメントを入力した際にシステムが取得する。

質問解決タイムフレームとは、動画の視聴時に発生していた疑問が解決したシーンの終了時間を表す。この値

は視聴者が動画によって疑問が解決した際に、前もって入力していた質問コメントをクリックすることでシステムに記録される。

質問発生タイムフレームから質問解決タイムフレームの時間を抽出することによって、疑問が発生してから解決するまでを 1 つのシーンとして抽出することができる。

3.2.2 コメントの共有機能

コメント作成支援機能によって付加されたコメントを利用して理解の共有を行う。

コメントには質問発生タイムフレームと質問解決タイムフレームが存在する。この 2 つの値を用いることで疑問が発生してから解決するまでの時間を、1 つのシーンとして抽出することができる。またこのシーンはコメントをインデックスとしているため、そのシーンによってどのような疑問が解決できる可能性があるのかを知ることができる。

コメント共有機能を用いてシーン視聴を行う流れを以下で説明する。

まずユーザーは学習中に疑問をもった際に、システムに入力されているコメントリストを確認する。このときコメントリストは質問発生タイムフレームによってソートされている。

次にコメントリストのうち解決済みになっているコメントから、自分の疑問と同じ内容の質問コメントを選択する。

システムは選択された質問コメントの質問発生タイムフレームと質問解決タイムフレームを取得し、1 つのシーンとして再生する。

このシーンはコメントを入力したユーザーが、動画内で疑問を持ち解決するまでの時間から生成されている。そのため同様の疑問を持ったユーザーにとっても、疑問を解決するための助けとなる内容が含まれている可能性が高いと言える。

以上のように視聴者間でコメントを共有することで、疑問や理解とそれを含むシーンの共有を行うことができる。

4 実験

4.1 目的

動画配信システム、テンプレートを利用したコメント作成支援システム及びコメントをインデックスとしたシーン視聴機能を実装する。

本実験では以下の 2 つの内容について検討する。

1 つはシステムの機能のうちテンプレートによる質問コメントの作成支援機能と、コメントをインデックスとしたシーン視聴機能に関するユーザー評価を行い、ユーザビリティと改善点を考察することである。

もう一方は付加されたコメントを分析することでシーン検索に有効なコメントについて検証し、システムの有用性について考察することである。

4.2 システムの実装

システム利用時のスクリーンショットは図 2 のようになる。

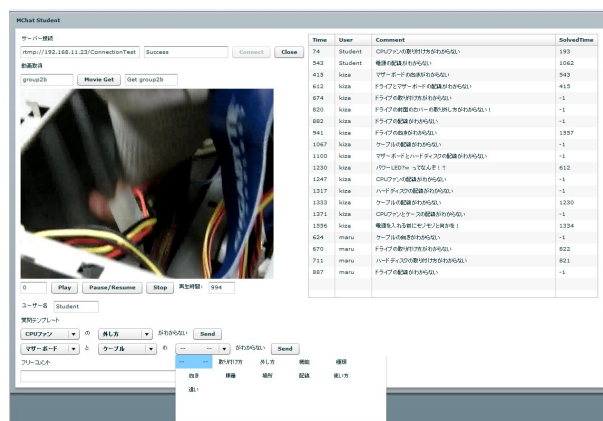


図 2: スクリーンショット

クライアント側の実装には Flex を用いて、動画プレイヤーとコメント作成支援機能は Flash で構成した。

サーバ側に関しては、Red5⁴という、Java で実装された無償のストリーミングサーバを利用し、コメント保存機能を実装し拡張した。

4.3 実験データ

自作パソコン組み立てに関する解説動画を対象とした。解説動画はビデオカメラで撮影し、動画の形式は MP4 から FLV 形式に変更した。また動画のサイズは 960×720 にエンコードした。

質問テンプレートを用いたコメント作成支援のためのキーワード群は、システムの実装時に決定した。キーワード群はパソコンのパーツ名と組立作業で必要になる動作を選んで作成した。キーワード群は表 1 のようになる。

⁴<http://www.red5.org/>

表 1: テンプレートに用いたキーワード群

パソコンのパーツに関するキーワード群	組み立て動作に関するキーワード群
マザーボード	取り付け方
CPU	外し方
ハードディスク	機能
メモリ	種類
ドライブ	向き
ケース	順番
電源	場所
CPU ファン	配線
ケーブル	使い方
ディスプレイ	違い
キーボード	
マウス	

またコメントをインデックスとしたシーン視聴機能に関する実験のため、インデックスに相当するコメントを予め入力した。入力したコメントを表 2 に示す。

表 2: インデックスとして入力したコメントリスト

投稿時間	コメント	解決時間
22	パーツの説明	100
100	組み立て開始	1553
137	CPU ファンの取り付け	195
194	メモリの取り付け	253
252	ケースへの取り付け	453
460	電源コードの配線	540
534	ハードディスクの設置	693
693	DVD ドライブの設置	883
899	フロッピーディスクの設置	1052
1057	フロントパネルの配線	1221
1285	まとめ	1404
1404	パソコンの起動	1553

これに加えてユーザーからのコメントが随時入力されていく。動画の視聴・プレイヤーの機能に関する評価実験では表 2 のインデックスコメントとユーザーから入力されたコメントの両方を利用して検証した。またシーン検索に有効なコメントに関する検証では、インデックスコメントを除いたユーザーから入力されたコメントのみを対象として検証した。

4.4 評価・分析方法

14 人を対象としてシステムの評価実験を行った。
評価項目は以下 A から E の 5 項目になる。

1. 質問コメント作成支援機能に関して

- A コメントの作成のしやすさ - 質問テンプレートを
使ったコメント作成に関する使いやすさ
- B 動画への集中のしやすさ - 質問テンプレートを使
うことで動画から意識をそらさずにコメントを
作成できたか
- C コメントの見やすさ - コメント欄のコメントの情
報量と形式の見やすさ・わかりやすさ

2. 動画の視聴・プレイヤーの機能に関して

- D 理解の助けになったか - 解決済みの質問コメン
トをクリックして見ることで見るシーンが、
同じ疑問を解決することに役に立つシーンだっ
たか
- E コメントと動画のリンクの使いやすさ - コメント
のクリックで動画のシーン再生と停止ができる
ことについて

以上の項目について評価の高いものを 5、低いものを 1
とした 5 段階で評価をした。

またアンケートには利用した感想や意見を書く、フリー
解答の欄を用意した。

さらに予め入力したインデックスコメントを除くコメ
ントについて以下の 3 点に関して検証を行った。

- シーン検索に有効なコメントについて - 質問発生タ
イムフレームと質問解決タイムフレームの両方が有
効な値として保存されているものに関して取り扱う
- インデックスとして扱えるコメントについて - イン
デックスとしてあらかじめ入力したコメントと類似
した内容・時間に付加されているコメントに関して
取り扱う
- フリーコメントに関する検証 - フリーコメントとし
て入力されたものに関して取り扱う

4.5 実験結果

14 人に対する各アンケート項目の評価は図 3 のよう
になる。

またフリー解答欄に記入のあった意見を表 3 に示す。

投稿コメントに関して以下の 3 つに分類したものを図
4 に表す。

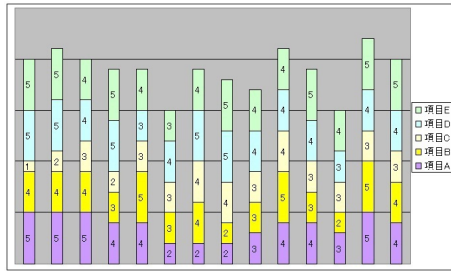


図 3: アンケート結果

表 3: フリー解答欄の意見

1	質問コメントが多くなるほど、同じ質問をした人を発見しづらくなる
2	テンプレートが、質問を促してよいと思った
3	自分のコメントしか見ない気がする。他人のコメントもヒントになるはずだけど、書かれているコメント全ての時間を気にしてられない。複数人で動画を見る利点がわかりにくい
4	テンプレを工夫するともっと使いやすそう
5	コメントから動画の再生時間移動できる機能がとても使いやすかった。今何の説明をしているのかが意識しやすいし、要求した話題の場所に一発で移動できる点が良かった

X シーン検索に有効なコメント - 29 コメント

Y 未解決コメント - 3 コメント

Z 質問解決タイムフレームが質問発生タイムフレームと同時か早くなっているコメント - 13 コメント

ただしシーン検索に有効なコメントとは質問発生タイムフレームと質問解決タイムフレームが正しく入力されているものとし、未解決コメントとは質問解決タイムフレームが入力されていないコメントのことを指す。

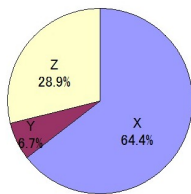


図 4: 投稿コメントの分類

入力コメントのうち、質問発生タイムフレームと質問解決タイムフレームの両方に正しく値が入力されているものは 29 コメントであった。コメントの総数は 45 なの

でシーン検索に利用することができるコメントは全体の 64.4% であることがわかる。

実際に付加されたコメントとインデックスコメントの一部を表 4 に示す。ただしここで示しているコメントは質問解決タイムフレームの含まれているものとし、質問発生タイムフレームによって時系列順に並べてある。

表 4: インデックスと時系列に沿って付加されたコメント

コメント	入力時間	解決時間
Index		
ハードディスクの設置	534	693
ケーブルの種類がわからない	540	625
電源の配線がわからない	543	1062
ハードディスクの取り付け方がわからない	559	706
ケーブルの向きがわからない	624	1248
ドライブの取り付け方がわからない	670	822
ドライブの取り付け方がわからない	674	1230
Index		
フロントパネルの配線	1057	1221
ケーブルの配線がわからない	1101	1140
電源の取り付け方がわからない	1121	1148
PowerLED のさし方がわからない	1133	1501
CPU ファンの配線がわからない	1247	1388

また入力されたフリーコメントは表 5 となった。

表 5: 入力されたフリーコメント

コメント
ドライブの前面のカバーの取り外し方がわからない！
パワー LED?w ってなんぞ!?
電源を入れる前にモゾモゾと何かを！
PowerLED のさし方がわからない

4.6 考察

図 3 よりアンケート項目 C のコメントの見やすさに関する評価の平均は、2.93 と低い値になってしまっている。これはユーザーインターフェイスにおいてコメントの数が増えるにつれて、コメント表示部分だけでは表示領域に収まらなくなっていくことが原因だと考えられる。また大量のコメントの中から自身にとって有用なものを探すことや、動画と並行してコメントを確認することが難しいことも原因として挙げられる。この 2 点に関しては表 3 の 1 と 3 からも見られる。表示の際にあらかじめ分類することや質問コメントを集約することで、コメントリストを見やすくすることができると考えられる。

アンケート項目 A と B に関してもあまり高い評価を得られているとは言えない。このことから質問テンプレートとキーワードを用いたコメント作成支援機能は、使いづらかったと言える。また表 3 の 4 から、テンプレートの形式が十分でなかったと考えられる。しかし表 3 の 2 からテンプレートによって質問を促すことができていたことがわかるため、今後テンプレートの形式を工夫することで改善することができると言える。

アンケート項目 D と E は高い評価を得ることができた。特に項目 E のコメントと動画のリンクに関する評価の平均では 4.43 という値を得られ、表 3 の 5 から質問コメントを用いたシーン視聴が有用であることがわかる。しかし大量のコメントの中から自身にあったコメントを自分の手で探すことは難しい。今回実装していない、シーン検索システムを実装することでこの問題を解決することができると考えられる。

図 4 よりシーン検索に有効なコメント数は 64.4% であることがわかる。しかし次に多いコメントは未解決コメントではなく、質問解決タイムフレームが不自然な値になっているコメントで 29% となっている。原因として誤って未解決状態のコメントをクリックしたことや、他のユーザーがクリックしたことなどが考えられる。これはシステムのユーザーインターフェイスの問題なので、ユーザー認証や質問発生タイムフレームより早い時間に質問解決タイムフレームを入力できないようにすることで解決することができる。

表 4 よりインデックスと同内容のコメントが付加されていることがわかる。ただし質問発生タイムフレームに関してはほぼインデックスに近い時間を示しているが、質問解決タイムフレームに関しては差が出ているものも多かった。従ってこれらのコメントを集約することで、より解決の要になっている時間を発見することができると考えられる。

またテンプレートとキーワードによる質問コメントにおいて、「ケーブル」に関するものが複数のインデックスの中に見られた。これは電源ケーブルや SATA ケーブルなどのケーブルを分けて質問することができなかったためだと考えられる。このことからキーワードの決定方法を検討する必要があることがわかる。

フリーコメントとして入力されたものは表 5 に示してある。フリーコメントでありながら、コメントの形式がテンプレートに近くなっているものが見られる。これはテンプレートを提示している効果と考えられる。またこのフリーコメントから「PowerLED」についてや「前面の

カバー」に関することなど、講師が意図している部分とは異なるシーンを発見することができている。このことから、質問コメントを利用したシーン検索・視聴の有用性がわかる。

5 まとめ

本論文では動画と時系列毎のコメントを利用したシーン毎のインデックスの生成法について提案した。ここでは講義動画を用いて、テンプレートとキーワードを利用したコメント作成支援機能と、コメントをインデックスとしたシーン視聴機能の 2 つを実装した。

テンプレートとキーワードによるコメント作成支援機能では、キーワードの決定方法とテンプレートの形式が不十分であったためよい結果は得られなかった。しかしテンプレートに沿った形式に従って入力されているフリーコメントも見られたことから、テンプレートを提示する有用性があると言える。またキーワードを利用することで表記の揺れによるコメントの集約の問題を解決できる可能性も考えられる。

コメントをインデックスとしたシーン視聴機能は、実験の評価から有用性があることを示すことができた。またインデックスに対応しているコメントが複数入力されていることと、講師の想定とは異なるシーンのインデックスを得られることの 2 つを確認できた。現在はユーザーに全てのコメントから任意のシーンを選択させる形式になっているため、今後コメントのマージ機能やシーン推薦機能を含む検索システムを実装する必要がある。

参考文献

- [1] 岡本拓明, 小林隆志, 直井聡, 横田治夫, 古井貞熙, “講義講演シーン検索における音声データの利用”, IPSJ SIG Technical Report, 2005-DBS-137(II) (2005)
- [2] 森岡芳宏, 山内栄二, 竹林広二, 井上尚, 松浦賢司, “ビデオカメラにおけるインテリジェント・インデックス・システム～自動タグ付けによる HD 動画のハイライト再生～”, ITE Technical Report Vol.35, No.1, MMS2011-3, CE2011-3, (2011)
- [3] 磯貝佳輝, 齊藤義仰, 村山優子, “視聴者コメントを用いた動画検索支援のためのダイジェスト動画作成アルゴリズムの検討”, 情報処理学会第 73 回全国大会, 3-347 - 3-348, (2011)
- [4] 金屋陽介, 久保和樹, 松井裕太, 窪田哲也, “ICT による授業支援システムの開発”, Journal of JACT, Vol.14 p59-64, (2009)