

Title	個人の興味を利用したコンテンツ集約モデルに基づく 情報取得に関する研究
Author(s)	高橋, 朋之
Citation	
Issue Date	2015-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/12701
Rights	
Description	Supervisor:長谷川忍, 情報科学研究科, 修士

目次

第 1 章 はじめに.....	1
1.1 背景と目的	1
1.2 論文構成	2
第 2 章 研究背景	3
2.1 ニコニコ動画	3
2.2 キュレーション	4
2.3 関連研究	5
第 3 章 個人の興味を利用した動画検索手法.....	7
3.1 ディステレーションモデル.....	7
3.1.1 興味イコライザ.....	7
3.1.2 興味オーガナイザ.....	8
3.1.3 興味アグリゲーション.....	8
3.2 ディステレーションモデルの設計	9
第 4 章 興味オーガナイザと興味イコライザを利用した検索システム	11
4.1 プロトタイプシステム	11
4.1.1 ニコニコ動画 API.....	11
4.1.2 ニコニコ動画情報取得機能.....	11
4.1.3 興味オーガナイザ画面.....	12
4.1.4 興味イコライザ設定画面.....	13
4.1.5 検索結果リスト表示画面.....	13
4.1.6 検索結果マップ表示の X/Y 軸設定画面.....	14
4.1.7 検索結果マップ表示画面.....	15
第 5 章 予備実験.....	16
5.1 予備実験の目的.....	16
5.2 興味イコライザに関する予備実験.....	16
5.2.1 目的・方法.....	16
5.2.2 結果	17
5.3 検索結果表示に関する予備実験.....	19
5.3.2 結果	19
5.4 考察.....	21

第6章 まとめと今後の課題.....	23
謝辞.....	25
参考文献.....	26
付録（興味イコライザ評価実験 事前調査アンケート）	28
付録（興味イコライザ評価実験アンケート）	29

第1章 はじめに

1.1 背景と目的

現代社会では、生活のあらゆる場面に ICT (Information and Communication Technology) が介在し、人類の活動によって創出される情報量は爆発的に増大している。IDC によると、2005 年に 0.13ZB であった全デジタルデータ量は 2020 年には 40ZB に増加すると予想されている[1]。これは、Web 2.0 に代表される情報化技術の進展により、個人・団体が容易かつ低コストで情報を発信できる UGC (User Generated Content) が中心となったことに加え、それらの蓄積や流通が極めて容易になり、誰もが大量の情報を得ることができるようになったためであると言えよう。

このような環境では、それぞれの人にとって必要な情報が溢れているにもかかわらず、世の中全体に蓄積・流通する情報に対する割合は少なくなり、見つけ出される・知られる前に埋没するという「情報過多／情報爆発」の状況が発生する[2]。この状況にはポジティブとネガティブな二つの側面があるとされる[3]。情報爆発に対するポジティブな面とは、これほど大量の情報に遭遇することは人類史上初のことであり、データマイニングに代表される様々な情報技術を駆使することにより、今までに見つけることができなかった情報を見つけることが可能になる可能性がある点である。一方で、ネガティブな面とは、情報量の増大の割合が検索技術の向上を上回っており、必要な情報へのアクセスコストが高くなっており、見つけることが困難になっている点である。

これらの中でも特に、映像コンテンツの利用形態の変化は非常に大きなものがある。従来は、主に放送または DVD、Blu-ray に代表される記録媒体により視聴されてきたが、YouTube[4]やニコニコ動画[5]に代表されるネットワーク経由での高品質映像視聴サービスが急速に普及するとともに、映像コンテンツを効率的に検索する技術が必要とされるようになってきている[6]。

本研究の目的は、膨大な数の動画が蓄積されているニコニコ動画を対象として、ユーザーが必要とする／興味がある動画の検索を支援するための手法を提案することである。現在のニコニコ動画では、検索語に適合する動画を投稿日時や再生回数、評価値、ランキング等で並び替えたり、カテゴリ指定によって対象動画を絞り込むことができる動画検索機能が提供されている。これらの機能は、検索対象となる動画が明確な場合は有効であるとされている一方で、検索結果に目新しさ、思いがけなさ、予見できなさ、または意外性などの要素が加わった概念であるセレンディピティ (Serendipity) を加えることは容易ではない[7]。現在のニコニコ動画には、動画の視聴後、類似動画・関連動画の提示機能が提供されているが、膨大な動画空間から関連動画へのリンクをたどって動画を見つけることも困難であると言えよう。

動画検索において、動画投稿者および多数の視聴者によって自由に付与されたタグによるフォークソノミー (Folksonomy) 的分類手法は、コンテンツの内容だけでなく、視聴者の動画に対する共感を含むため、従来のタクソノミー (Taxonomy) による分類と比較して、多面的な分類によるユーザの新たな発見を支援できる可能性を秘めている[8]。一方で、タグの表記ゆれや多義性などの欠点から生じる精度低下のため、検索に活かそうという試みは十分ではない[7]。

そこで、本研究では動画に投稿されたフォークソノミー的なタグに対して、ユーザの興味のレベルを表現できる機能を提供することに加えて、タグの共起関係を重みづけとして反映させた検索手法を提案する。さらに、それぞれのユーザの嗜好に応じた検索結果の可視化の手法について検討する。これらを実現するために、本稿では動画の内容を事前に解きほぐすためのディステレーションモデルを構築するとともに、提案手法を実装したプロトタイプシステムについて述べる。また、筆者自身による予備実験を通じて、システムが想定通りに動作することを確認するとともに、評価実験のための手順を洗練し、提案した機能がどのような検索結果をもたらすかについて議論する。

1.2 論文構成

本稿は本章を含めて 6 章で構成される。次章では、本研究の背景として、本研究で対象とする動画配信プラットフォームであるニコニコ動画および本研究で注目しているキュレーションという新たな検索手法についての現状と課題について述べる。第 3 章では、個人の興味を反映した検索手法を実現するために提案するディステレーションモデルとその構成要素である、興味イコライザ、興味オーガナイザ、興味アグリゲーションの概念について詳述する。第 4 章では、興味オーガナイザおよび興味イコライザに基づくプロトタイプシステムの開発環境および開発した機能について説明する。第 5 章で、プロトタイプシステムを利用して著者自身が行った予備実験の目的、方法、結果、考察について述べ、第 6 章で本論文をまとめる。

第2章 研究背景

2.1 ニコニコ動画

ニコニコ動画は2006年12月に運営が開始された、視聴者投稿型の動画配信サービスである。2014年2月現在、投稿されている動画数は1183万件に上り、会員数は2014年9月末時点で一般会員4320万人、有料会員数236万人に上る[9]。ニコニコ動画では、図1に示すように、動画のある再生時点に投稿された視聴者のコメントが動画再生画面を右から左に横切るようにオーバーレイ表示される。これにより、異なる場所と時間で動画を再生していながら、他の視聴者と一緒に動画を視聴しているような感覚が演出されている[10]。また、コメントは色や大きさ、コメントを流す位置を変えることができるため、あえてオーバーレイさせずに強調表示することで動画を鮮やかに演出することも可能である。動画はマイリストに登録することができ、気に入った動画を後で見返すことが可能となっている。Twitter と Facebook へのつぶやき機能があり、SNS 上で動画を共有することも可能となっている。

ニコニコ動画に投稿された動画には、投稿者アカウント、動画ID、タイトル、説明文、投稿日時、タグ、サムネイル画像、動画の長さ、コメント、再生回数、マイリスト登録数のデータがメタデータとして付与される。このうち、タイトル、説明文、投稿日時、タグの一部、コメントの一部、サムネイル画像、動画の長さについては、投稿者が決定する。ニコニコ動画では特に、「アニメ」、「ゲーム」、「音楽」のような代表的なタグが、動画の大分類となるカテゴリタグに選ばれている。一つの動画にあたり最大10個のタグが付与できるようになっており、投稿者が他者による編集を不可とするロックタグと視聴者が自由に付与する非ロックタグがある。

サイト内の動画からは、キーワード、タグの観点から検索を行うことができる。キーワード検索は動画投稿者が付与するタイトルと説明文から絞り込みができ、必要な動画があらかじめ分かっている場合には有用である[10]。タグ検索は、動画投稿者や視聴者が動画に付与したタグが検索対象となる。同一のタグがついた動画群はグループ化されるため、タグは動画の属性を表現するだけでなく、動画の検索にも有効な情報となっている[11]。しかしながら、グループ化された動画群の中では、「再生回数」や「マイリスト登録数」などといったコンテンツの人気度によるランキングサービスで順位づけが行われている。この手法は、興味を持ったユーザの数によってコンテンツの人气が決まるため、少人数が深く楽しむといったコンテンツに対してはコンテンツの人气が低いままとなりやすい[10]。つまり、興味を持つ視聴者が少ない動画は視聴回数が上位にならず検索結果に表示されにくくなるため、それ以上視聴者が増えないといった悪循環に陥ることとなり、日々投稿される動画の中でも、万人受けしない動画は見つけ出される・知られる前に埋没して

[illegible]

2.2 キュレーション

4

ニコニコ動画においても明らかな情報過多である現在、ユーザ自身にとって必要である（興味がある）動画を、収集して選別することは困難である。適切な動画を検索するためには、キュレーション的な活動を個々人が容易に行えるようにするために、ユーザ毎の価値観や興味の内容を効果的に表現することが必要である。

2.3 関連研究

小阪らは、キュレーターの視座を定義し、代表的な視座を抽出する方法を提案するとともに、その関係性を整理し、ユーザが適切なキュレーターを選択することで情報検索を支援するシステムを提案している[13]。また、佐伯らは、ソーシャルブックマークやフォークソノミーを利用した協調フィルタリングにおいて、ユーザの嗜好を示すプロファイルを階層化されたタグによって表現することで、単純なタグ集合の類似性による手法よりも精度よく Web 検索を行うシステムを提案している[17]。本研究では、ユーザ自身がキュレーターの役割を担うことを支援するために、自分自身の興味の内容を検索に反映できるような仕組みを目指す点が異なっている。

動画検索に関する研究は数多くあるが、ここでは特に本研究で注目するフォークソノミー的なタグを利用した関連研究について述べる。

中村らは、2つの動画サイトにおけるタグの登録動画数とタグの個数の関係、タグの重複度、共起数を調査し、タグ編集を視聴者が行えるサイトのほうが投稿者のみがタグ編集を行えるサイトよりもタグ数が少なく、再利用される回数が多い傾向を示した[11]。また、myrmecoleon は、ニコニコ動画のタグ毎の動画総再生数が対数正規分布に従うとして、総再生数を推定する手法を提案した。タグ同士の類似度とタグ毎の動画再生数の分布から任意の動画再生回数を推定することで、将来評価されるべき動画を検出できる可能性がある[18]。

村上らは、ニコニコ動画のタグやコメントに視聴者の動画に対する共感が含まれるとして、タグの出現頻度や共起関係について分析するとともに[10]、動画分類や類似動画提示のためにタグの階層化を行っている[7]。Mathes は、フォークソノミーはタクソノミーと異なり統制語彙を持たないことから、非階層性と言語的あいまいさが弱点であると指摘しているが[19]、村上らの手法では前者の課題が解決されている。なお、ニコニコ動画ではタグが 10 個に限られていることから、同義語の共起があまり起きないことも指摘されている。伊東らは、ニコニコ動画のタグに対して共起情報を元にタグのネットワークを作成し、タグのカテゴリズおよび動画の関連性に関する特徴の抽出を行っており、動画の性質によって中心となるタグが異なることとタグの関連性の時系列変化からタグの分類が可能であるということを示している[20]。

中村らは、動画ニュースを対象に、タグ情報を利用して同じ内容のシーンを集約したト

ピックを抽出し，ニューストピックおよびニュースシーンの特性分析を行って，ニュースの「流行性」，「要約性」，「進展性」を指標化している[21]．さらに，山下らは，ニコニコ動画において，動画につけられたコメントとタグのセットをナイーブベイズ分類機によって機械学習することにより，自動的にタグを推定する手法を提案している[22]．

第3章 個人の興味を利用した動画検索手法

3.1 ディステレーションモデル

前述の課題を解決するために、ディステレーションモデルというユーザ自身の興味を表現し、その内容を整理するためのモデルを設計した。ディステレーションモデルは、興味イコライザ、興味オーガナイザ、興味アグリゲーションの3つの概念から構成される。

3.1.1 興味イコライザ

興味とは、ある対象を価値あるものとして、主観的に選択しようとする心理的傾向であると定義されている[23]。では、あるユーザがある対象を価値あるものと判断する理由は何なのだろうか？このような疑問に対する一つのアプローチとして意思決定における問題を分析する手法である、階層分析法（AHP）がある[24]。この手法の特徴は、複数の基準に対する重み付けを、下位基準の一対比較を行うことで計算し、より適切な意思決定を実現しようとする点である。

この方法論から、本研究では「人間はある対象に様々な下位基準が提示されれば、その重要度に関する重み付けを潜在的に行うことができるのではないか」という仮説を立てた。つまり、人間は五感から情報がインプットされたと同時に、複数の基準軸に対して自動的に値を調整するイコライザのような機能を有しているというものである。調整された値の集合は、対象へのその人が持っている興味ということになる。このイコライザにおける各基準として、本研究では、ニコニコ動画において動画に付与されたタグ情報に該当するものと想定する。特にニコニコ動画のフォークソノミーを用いたタグは、その動画に対するユーザ群の思考を表現した単語であると考えられるため、興味の基準としてより適切であると思われる。

本研究では上記の仮説を元に、複数タグを基準とした重み付けフィルタリング手法を興味イコライザと呼ぶことにする。一般に、興味は潜在的・暗黙的であり、曖昧でぶれやすく基準がわかりづらい。しかしながら、図2に示すような興味イコライザで可視化することで、興味がある動画を直感的に選別し、整理することができるように期待される。

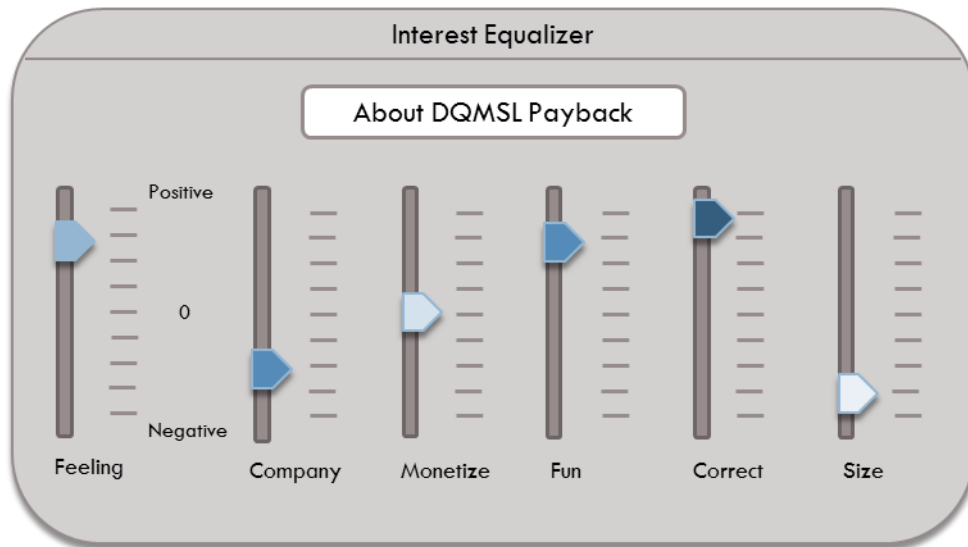


図 2.興味イコライズイメージ

3.1.2 興味オーガナイザ

オーズベルは「学習情報に先立って提示される情報であり、学習情報よりも一般的で、抽象的で、かつ包括的な情報」を先行オーガナイザと定義した[25]。一般的な知識できっかけとなる枠組み（あらまし）を先行して作り、別の内容を理解し易くするとアプローチである。興味オーガナイザは、ニコニコ動画が用意したタグ（「音楽」や「ゲーム」、「東方」等）やユーザが作成したタグ（「もっと評価されるべき」や「ニコニコ海外旅行」等のフォークソノミ的なタグ）を枠組みとして与えることで、新たな基準を発見させ、適切な基準を選択させることを通して、その人にとっての興味の内容を解きほぐすことを目的としている。

3.1.3 興味アグリゲーション

興味アグリゲーションは、コンテンツアグリゲーション[26]に基づいた、より興味を反映した集約モデルである。興味イコライザや興味オーガナイザによって検索された個々の動画情報を単体のオブジェクトとして捉え、それらを一つのユニットとして集約し、さらに複数のユニットを集約する。そして、各オブジェクトやユニットに、タイトルやキーワードをメタデータとして付与し、階層型の構造をデータベースに貯めることで検索・発見が容易となり、再利用性・相互互換性を実現する。ニコニコ動画ではマイリストがコンテンツアグリゲーションの基本機能に相当し、それに興味イコライザを反映したものが興味アグリゲーションとなる。動画のタグ情報であったり、どのような興味イコライザで閲覧されたか、他の利用者がどのような興味イコライザを設定しているのか、自分と比較することにより、興味オーガナイザを増やす、興味イコライザの基準値を変更する等して自身の興味をさらに明確にする。

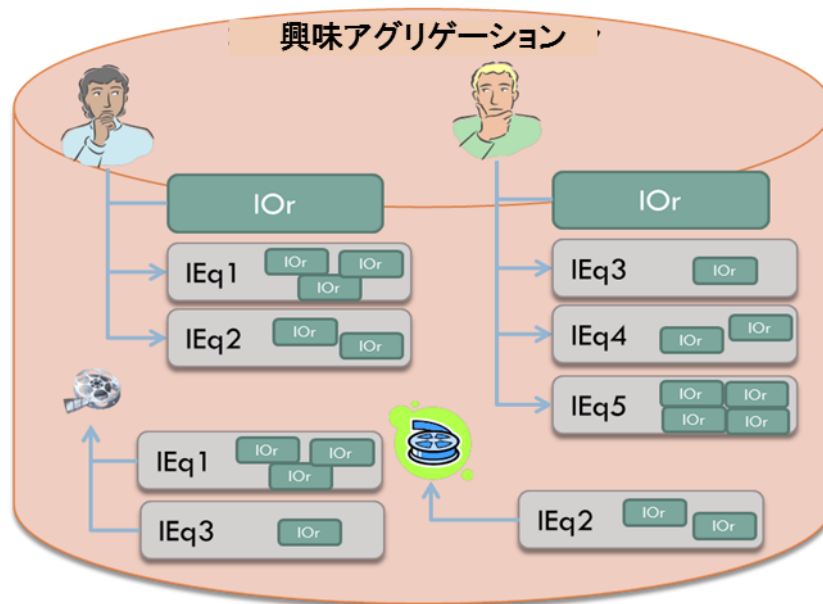


図 3.興味アグリゲーション

3.2 ディステレーションモデルの設計

先の3つの概念を考慮し、ディステレーションモデルを設計する。興味オーガナイザは興味イコライザに基準となるタグを提供し、興味アグリゲーションは動画情報や興味オーガナイザ、興味イコライザを集約し、情報を整理する。

利用者は、基本的な操作として、興味イコライザを利用して動画検索を行い、動画情報を取得する。そして、他利用者の興味イコライザがどのように設定されているか、動画がどのような興味イコライザの設定の利用者に見られているか等を見ることでタグや動画そのものについての興味を深める。また、興味オーガナイザを操作し、興味イコライザの基準を変える、興味イコライザに設定した重み付けの値を変更することで自分好みの検索結果を得られるようにカスタマイズすることも可能である。利用者自身の情報を登録することができ、利用者自体を知ることができる。これにより、基準や興味、利用者情報の3つの視点から比較することができるため、より動画に対する興味を深めることができる。

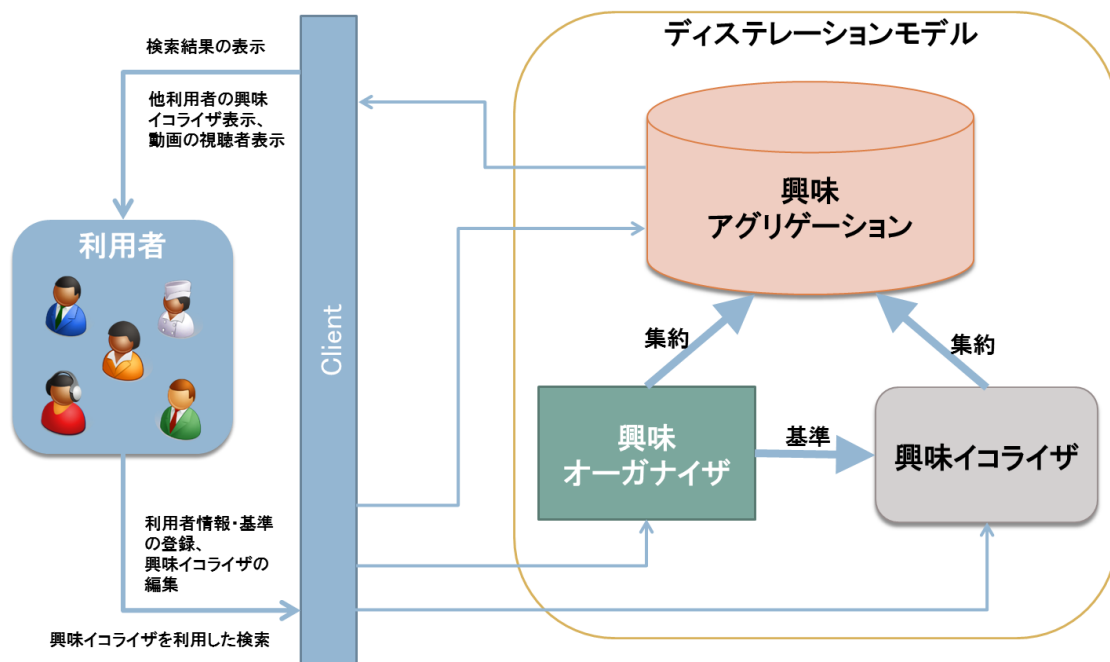


図 4.ディステレーションモデル

第4章 興味オーガナイザと興味イコライザを利用した検索システム

4.1 プロトタイプシステム

興味オーガナイザと興味イコライザのコンセプトに基づく検索手法のプロトタイプシステムを Microsoft Excel2010 の VBA (Visual Basic for Applications) を用いて開発した。Excel VBA は通常の手続き型プログラム言語と比較して行列処理の実装が行いやすく、多数の動画のメタデータを取り扱う本研究においてプロトタイプを実装しやすかったためである。

4.1.1 ニコニコ動画 API

ニコニコ動画は技術者向けにニコニコ動画で利用可能な API を公開しており、動画のメタ情報やコメント、ランキングの RSS 等を取得することができる[27]。本研究では、動画のメタ情報を XML 形式で取得する API である `getthumbinfo` を利用した。リクエスト URL は以下であり、動画の URL の最後部にある動画 ID (`sm**`) を指定して使用する。

- ・リクエスト URL

`http://ext.nicovideo.jp/api/getthumbinfo/sm**`

4.1.2 ニコニコ動画情報取得機能

前節のニコニコ動画 API を用いて動画 ID から動画情報を自動的に取得する機能を開発した。API で取得可能な値の中から本プロトタイプシステムで使用した動画情報は以下の通りである。

表 1. API で取得した動画情報

title	動画タイトル
thumbnail_url	サムネイル画像の URL
first_retrieve	投稿日時
length	動画の再生時間
view_counter	再生数
comment_num	コメント数
mylist_counter	マイリスト数
tags	タグ（メインカテゴリーを含めて最多で 11 個）
user_id	投稿者のユーザー ID
user_nickname	投稿者のユーザー名

4.1.3 興味オーガナイザ画面

興味オーガナイザを実現するために、API で取得したタグを画面に表示し、チェックボックスをチェックすることで、自分の興味あるタグの選択を行えるようにした。なお、現時点では、ユーザが自由に選択することを重視して、言語的なあいまいさの解消（ねこ、ネコ、猫など）や、類似したタグのグルーピング（ぬこ、ぬこぬこ動画、ネコ、猫、猫時代、猫をダメにする機械、猫動画 2015、等）、タグの利用頻度の反映等の処理は行っていない。興味のあるタグを選択し終えたら CHECK ボタンを押して次の画面へ遷移する。

Tag Setting | Interest Equalizer | Result_List | Choosing X/Y Axis | Result_Map |

CHECK

☐ ※オッサンは非売品で	☐ すっぽん	☐ ロックにゃん	☐ 自転車	☐ 猫動画 2015
☐ AV(アニメビデオ)	☐ スマホのおふとん	☐ ロックマン2	☐ 自動ジャンプ	☐ 怪殺線頭
☐ before & after	☐ セマミカローニ	☐ わんこ	☐ 失われた野生	☐ 卑し系
☐ CATMAN	☐ たぬきしっぽ	☐ 愛すべきおっさん	☐ 柴犬	☐ 無明逆流れの構え
☐ アニマルビデオ	☐ どうしてこうなった	☐ 異種仲良し動画リンク	☐ 柴犬小十郎	☐ 癒し動画
☐ アライグマ	☐ ぬこ	☐ 帰りたくないでござる	☐ 蛇になるまえの猫(犬)	☐ 落雪
☐ イソギンチャク	☐ ぬこぬこ動画	☐ 拒否犬	☐ 出落ち	☐ 乱入猫リンク
☐ おっさん	☐ ねこ	☐ 靴下にゃんこ	☐ 衝撃のラスト	☐ 流し目
☐ ガリガバん	☐ ネコ	☐ 熊	☐ 鐵田無道	☐ 力の差が理解出来ない
☐ キジトラ	☐ ねむねむハム	☐ 犬	☐ 食欲 > 睡眠	
☐ きんた枕	☐ ノルウェージャンフォレス	☐ 犬釣り	☐ 人間には許されない行	
☐ クロ(可愛い)犬	☐ パールホワイト	☐ 古典コピペシリーズ	☐ 袋のねずみ	
☐ クチャラー	☐ ハイスピードクチャラー	☐ 今日も世界は平和です	☐ 転載	
☐ くま	☐ バニック	☐ 最速	☐ 投稿者コメント	
☐ コーギーの尻	☐ ハムじきシリーズ	☐ 殺人毛玉	☐ 逃げる	
☐ こたつ	☐ ハムスター	☐ 仔猫	☐ 動物	
☐ サンタナ	☐ はむはむ動画	☐ 子犬	☐ 動物乱入シリーズ	
☐ ジャンガリアン	☐ ピアノ	☐ 子猫	☐ 二度見	
☐ ジャンガリアンハムスター	☐ ふどう	☐ 視聴者一本釣り	☐ 猫	
☐ ジョジョ(姿勢)	☐ ベンガル	☐ 視聴者虐待動画	☐ 猫をダメにする機械	
☐ シロとトラ	☐ よく訓練されたコメント	☐ 資本主義の犬	☐ 猫時代	

図 5. 興味オーガナイザ画面

4.1.4 興味イコライザ設定画面

興味イコライザ設定画面では、興味オーガナイザ画面で選択されたタグとスライダーが表示され、それぞれのタグに対して、自分の興味度を設定する。スライダーの範囲は-1（まったく興味がない）から 1（非常に興味がある）まで有り、値を高く設定することで検索時の重み付けが高く設定される。デフォルトは 0 となっている。興味度を設定し終わったら CHCK ボタンを押して興味度を保存し、NEXT ボタンで次の画面に遷移する。なお、画面右上の Refresh ボタンで興味度の設定をデフォルトに戻すことが可能である。

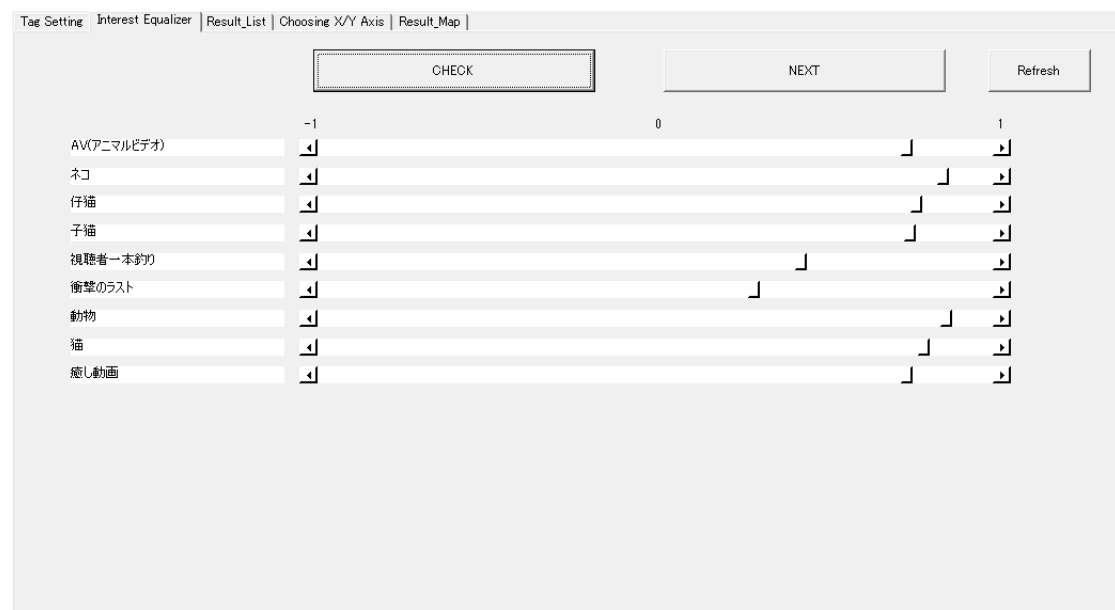


図 6.興味イコライザ設定画面

4.1.5 検索結果リスト表示画面

検索結果リスト表示画面では、興味オーガナイザおよび興味イコライザで指定されたパラメータに従って、検索結果がスコアの高い順に昇順でリスト表示される。スコアは、タグ同士の共起性が考慮された値であるため、興味オーガナイザ画面で選択されていないタグでも、他に選択したタグと関連している場合、スコアに影響を及ぼす。共起性 C_{oo} は以下の式で定義される。i と j は動画に付けられたタグであり、C は i または j 番目のタグが各動画に実際に付けられているかどうかの判定結果である（付けられていた場合は 1、いない場合は 0）。

$$C_{oo}(C_i, C_j) = \frac{|C_i \cap C_j|}{|C_i \cup C_j|}$$

興味オーガナイザによるスコアは次の式で示される。Ts は興味オーガナイザ画面で選択されたタグである（選択されている場合は 1、いない場合は 0）。

$$IO_k = \sum Ts_{k,i}$$

上記を考慮した興味イコライザによるスコアは以下で示される．

$$IE_k = \sum_i \sum_j \{Ts_{kij} \cdot \text{Coo}(C_i, C_j)\}$$

NEXT ボタンを押すことによって，次の画面に遷移する．



図 7.検索結果リスト表示画面

4.1.6 検索結果マップ表示の X/Y 軸設定画面

キュレーションでは，情報を収集し，選別した後，どのように整理してユーザに見せるかも重要な要素であった．そこで，本研究では，検索結果のもう 1 つの表現方法として，単純に検索結果をリスト表示として羅列するだけではなく，自分の特に興味のある 2 つのタグに対して，それぞれを X と Y 軸に設定することで，動画のサムネイル画像を二次元座標上にマッピングする表示方法を開発した．キュレーターが美術品を顧客の自分の見やすい位置に設置するように情報を置けたら良いのではないかという期待が込めている．この画面では，タグを 2 つ選択し，CHECK ボタンを押すことで X/Y 軸を設定して検索結果を見ることができる．

Tag Setting
Interest Equalizer
Result_List
Choosing X/Y Axis
Result_Map

CHECK

☐ ※オッサンは非売品で	☐ すっぱん	☐ ロックにゃん	☐ 自転車	☐ 猫動画2015
☐ AV(アニマルビデオ)	☐ スマホのおふとん	☐ ロックマン2	☐ 自動ジャンプ	☐ 猫殺鏡頭
☐ before & after	☐ セマ=カローニ	☐ わんこ	☐ 失われた野生	☐ 卑し系
☐ CATMAN	☐ たぬきしっぽ	☐ 愛すべきおっさん	☐ 柴犬	☐ 無明逆流れの精え
☐ アニマルビデオ	☐ どうしてこうなった	☐ 異種仲良し動画リンク	☐ 柴犬小十郎	☐ 癒し動画
☐ アライグマ	☐ ぬこ	☐ 帰りたいくないでござる	☐ 蛇になるまえの猫(犬)	☐ 落雷
☐ インゲンチャウ	☐ ぬこぬこ動画	☐ 拒否犬	☐ 出落ち	☐ 乱入猫リンク
☐ おっさん	☐ ねこ	☐ 靴下にゃんこ	☐ 衝撃のラスト	☐ 流し目
☐ ガリガリくん	☐ ネコ	☐ 熊	☐ 磯田無道	☐ 力の差が理解出来ない
☐ キジトラ	☐ ねむねむハム	☐ 犬	☐ 食欲 >> 睡眠	
☐ きんた枕	☐ ノルウェー・ジャンフォレス	☐ 犬釣り	☐ 人間には許されない行	
☐ クロ(可愛い)犬	☐ パールホワイト	☐ 古典コピベシリーズ	☐ 袋のねずみ	
☐ クチャラー	☐ ハイスピードクチャラー	☐ 今日も世界は平和です	☐ 転載	
☐ くま	☐ パニック	☐ 最速	☐ 投稿者コメント	
☐ こーめーの農	☐ ハムじきシリーズ	☐ 殺人毛玉	☐ 逃げる	
☐ こたつ	☐ ハムスター	☐ 仔猫	☐ 動物	
☐ サンタナ	☐ はむはむ動画	☐ 子犬	☐ 動物乱入シリーズ	
☐ ジャンガリアン	☐ ピアノ	☐ 子猫	☐ 二度見	
☐ ジャンガリアンハムスター	☐ ぶどう	☐ 視聴者一本釣り	☐ 猫	
☐ ジョジョ(姿勢)	☐ ベンガル	☐ 視聴者虐待動画	☐ 猫をゴミにする機械	
☐ シロとトラ	☐ よく訓練されたコメント	☐ 資本主義の犬	☐ 猫時代	

図 8.検索結果マップ表示の X/Y 軸設定画面

4.1.7 検索結果マップ表示画面

検索結果マップ表示画面では、サムネイル画像の大きさが前節のスコアに対応しているため、興味イコライザで設定したタグの興味度が高い動画は大きく表示されるようになっている。また、X 軸のタグに関連が高い動画は右部に、Y 軸のタグに関連が高い動画は上部に、両方のタグに関連が高い動画は右上部に表示され、どちらのタグとも関連が低い動画は 0 である左下部に表示される。

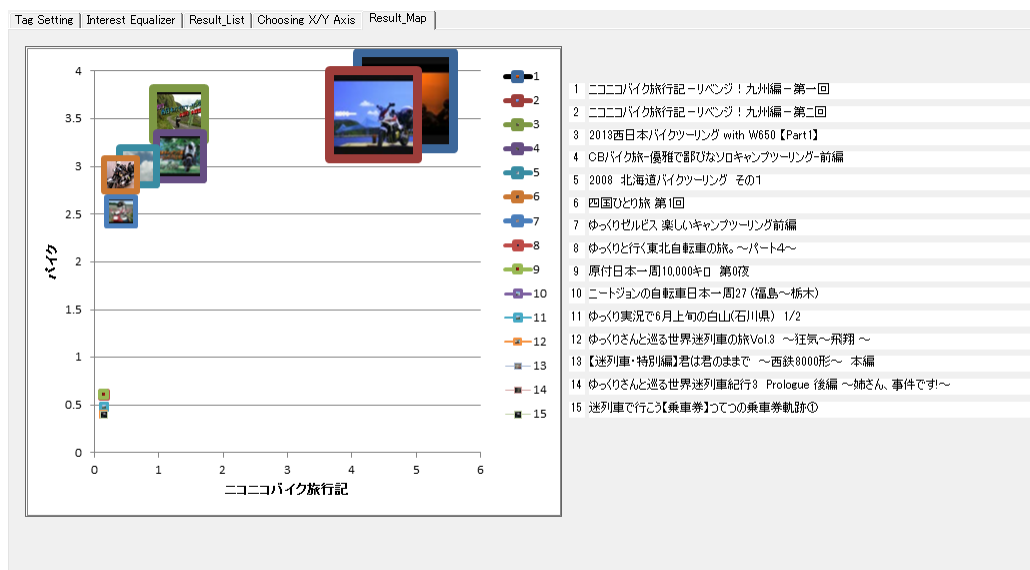


図 9.検索結果マップ表示画面

第 5 章 予備実験

5.1 予備実験の目的

本予備実験の目的は、本格的な実験を行う前段階として、開発したプロトタイプシステムを実際に筆者が利用することにより、今回開発した機能が想定通りに動作するかどうか、実験手順が適切であるかどうかについて確認するとともに、開発した機能が検索の結果にどのように影響するかを評価することであった。

5.2 興味イコライザに関する予備実験

5.2.1 目的・方法

興味イコライザを利用した重み付けを行うことで、既存の検索エンジンの順位付け（月間ランキング）とどう異なるかについて調査することを目的に予備実験を行った。予備実験に利用したデータセットを表 2 に示す。これらは全てニコニコ動画のビデオであり、指定したジャンル毎に条件に従って、ニコニコ動画の月間総合ランキングから 15 件ずつ取得した。予備実験の被験者は、本論文の著者であり、被験者内計画で、全てのデータセットに対して、以下の手順で実施した。

1. 興味オーガナイザによる検索条件の指定(2 分)

興味オーガナイザ画面で、興味のあるタグを選択（最大 15 個）

2. 興味イコライザによる検索条件の指定(3 分)

興味イコライザ設定画面で、ステップ 1 で選択したそれぞれのタグに対して、スライダーを利用して興味度を設定。

3. 被験者による順位付け(15 分)

ランダムに選択された 5 件の動画を視聴する。各動画にかける時間はそれぞれ 1 分とし、どの動画が面白そうか（興味を持つことができたか）判断してもらい、順位をアンケート用紙に記入。

4. 休憩(5 分)

休憩終了後にステップ 1 に戻る。

表 2. 予備実験に使用したデータセット一覧

セット名	ジャンル	選定方法	動画数
A	スポーツ	ランダム	15
B	スポーツ	野球, サッカー, フィギュアスケートから 5 つずつ	15
C	アニメ	ランダム	15
D	音楽	ランダム	15
E	動物	ランダム	15

5.2.2 結果

表 3 に , 表 2 の全てのデータセットを用いた, 筆者による 5 件の動画の順位付け結果, ニコニコ動画のランキングによる順位付け結果, 興味オーガナイザによって決定された順位付け結果, 興味イコライザによって決定された順位付け結果, をそれぞれ示す. また, 筆者による順位付け結果とそれ以外の順位付け結果に関して, それぞれ同順位を含む場合のスピアマンの順位相関係数を求めたものを表 4 に示す. 結果としては, いずれの方法でも筆者による順位付けとあまり相関のないケースや, 全ての順位付けで相関の高いケース, 興味オーガナイザだけでは相関がないが, ランキングと興味イコライザの場合に相関が高いケース, 興味オーガナイザのみが相関が高いケースなど, 大きく結果はばらつくものとなった.

表 3. 興味イコライザの予備実験結果（順位付け結果）

		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
A	被験者による順位	2 位	4 位	1 位	5 位	3 位
	ランキングによる順位	4 位	1 位	5 位	2 位	3 位
	タグによる順位	3 位	3 位	1 位	2 位	3 位
	共起関係を利用した順位	3 位	3 位	1 位	2 位	3 位
		B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
B	被験者による順位	4 位	3 位	5 位	2 位	1 位
	ランキングによる順位	4 位	1 位	5 位	3 位	2 位
	タグによる順位	3 位	3 位	3 位	1 位	1 位
	共起関係を利用した順位	3 位	4 位	5 位	1 位	1 位
		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
C	被験者による順位	3 位	4 位	1 位	5 位	2 位
	ランキングによる順位	1 位	2 位	4 位	5 位	3 位
	タグによる順位	3 位	3 位	3 位	2 位	1 位
	共起関係を利用した順位	3 位	3 位	5 位	1 位	2 位
		D-1	D-2	D-3	D-4	D-5
D	被験者による順位	2 位	3 位	5 位	1 位	4 位
	ランキングによる順位	2 位	1 位	5 位	3 位	4 位
	タグによる順位	1 位	2 位	2 位	2 位	2 位
	共起関係を利用した順位	1 位	3 位	4 位	2 位	4 位
		E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
E	被験者による順位	3 位	1 位	2 位	4 位	5 位
	ランキングによる順位	2 位	4 位	1 位	5 位	3 位
	タグによる順位	5 位	1 位	1 位	3 位	4 位

	共起関係を利用した 順位	5 位	3 位	2 位	1 位	4 位
--	-----------------	-----	-----	-----	-----	-----

表 4. 興味イコライザの予備実験結果（スピアマンの順位相関係数）

セット名	ニコニコ動画	興味オーガナイザ	興味イコライザ
A	-0.900	0.224	0.227
B	0.700	0.866	0.872
C	0.100	-0.112	-0.667
D	0.600	0.354	0.872
E	0.200	0.667	0.100

5.3 検索結果表示に関する予備実験

5.3.1 目的・方法

検索結果表示において検索結果の重要度に従って並べる表示方法と検索結果を二次元に分布させる方法を比較して、どちらが希望する動画を見つけやすいかについて調査することを目的として予備実験を行った。予備実験に利用したデータセットは表 2 の「動物」に関するものである。これらは全てニコニコ動画のビデオであり、指定したジャンル毎に条件に従って 15 件ずつ取得した。予備実験の被験者は、本論文の著者であり、以下の手順で実施した。

1. 検索結果リスト表示の評価(5 分)

プロトタイプシステムで得られた結果をリスト形式で表示された検索結果を確認。

2. 検索結果マップ表示の評価(5 分)

被験者が検索に利用したタグのうち、特に気になった 2 つのタグを選択。

選択後にマップ表示形式で表示された検索結果を確認。

3. 検索結果表示方法のアンケート(5 分)

ステップ 1 とステップ 2 の表示形式についての評価をアンケート用紙に従って回答。

5.3.2 結果

図 10 にリスト表示とマップ表示による検索結果の表示について示す。マップ表示においては、「動物」と「猫」をそれぞれ軸として選択した。



図 10.予備実験における検索結果リスト表示画面

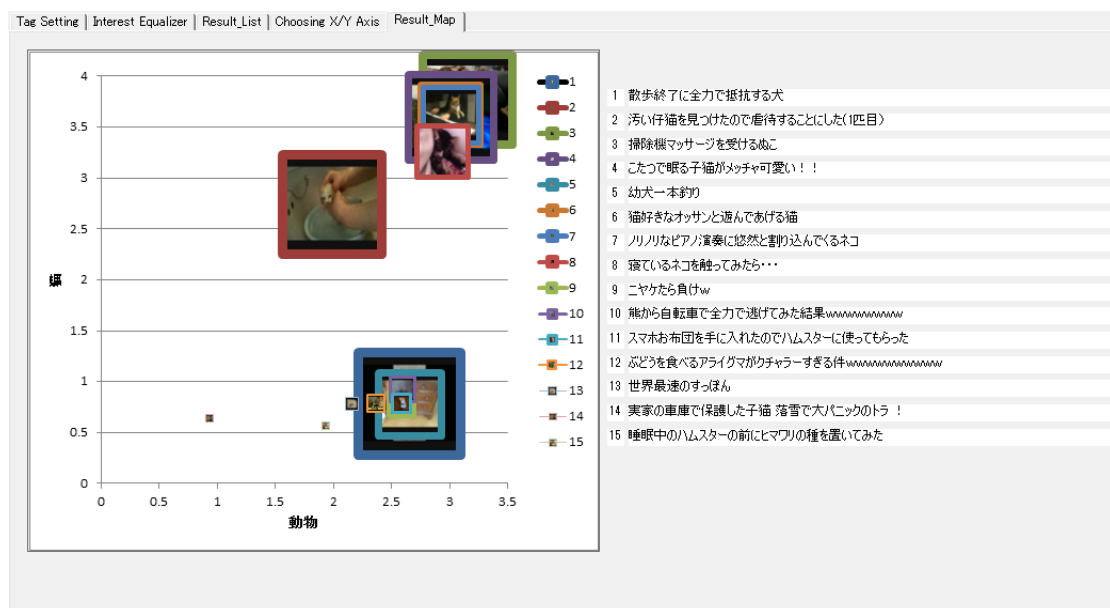


図 11.予備実験における検索結果マップ表示画面

5.4 考察

今回開発したプロトタイプシステムに実際のニコニコ動画のメタデータを入力することによって、全ての内容について、一通りの実験手順を進めることができた。このことから、今回開発した機能の範囲においては想定通りに動作したと考えられる。一方、実験手順については、今回対象とした全ての動画データを被験者が確認することになると時間がかかりすぎることが想定される。今回の予備実験においては各動画の確認時間を1分間に限定し、その中で早送りやジャンプなどを行って続けて見る価値があるかどうかについて判断するといった方法をとったが、この方法で良いかどうかについてはさらなる検討が必要である。ただし、動画を見終わって面白かったかどうかということと、動画をみる興味を持つことができたかどうかは必ずしも一致するものではないと考えられる。本研究では興味の表現を動画検索に活かすという観点から、特に後者のアプローチで順位付けを行いたいと考えていることから、この要件を満たす人による動画の順位付け方法について今後検討することが必要であることが明らかとなった。また、複数人に実験前にアンケートを行ったところ、ジャンルによって興味に大きなばらつきがあった。まったく興味のないジャンルの動画に対して評価実験を行っても被験者自身が動画に順位付けをすることが困難であると考えられる。そのため、被験者に応じたジャンル設定についても今後の評価実験では考慮する必要がある。

提案手法が検索結果にどのように影響したかについては、データセット毎に大きく異なる結果となった。より多くのユーザとデータセットによって評価することが必要であるが、今回の実験結果で得られた知見について以下に述べる。

1. Aのスポーツ動画のデータセットおよびCのアニメ動画のデータセットについては、筆者の順位と他の手法による順位の結果にほとんど相関が見られなかった。ここで利用したデータセットはスポーツやアニメのジャンルから幅広く動画を収集したため、そこで利用されているタグの間にあまり共起関係がなく、順位の変化にあまり影響されなかった。中村らが[11]で指摘するように、ニコニコ動画では一つの動画に付与できるタグの総数に限りがあるため、ジャンルが広くなりすぎると共起関係による精度向上が望みにくくなると考えられる。
2. Bのスポーツ動画のデータセットについては、野球・サッカー・フィギュアとAと比較してジャンルを絞ったものになっており、関連する動画が多く存在するものになっていた。このケースでは、好きなジャンルについての絞込を、タグを利用して行うことが比較的容易であり、興味オーガナイザと興味イコライザによる順位付けは、筆者による順位付けと近い結果となった。このようにある程度似た動画が多くあるケースで提案手法が有効に機能する可能性が示唆された。
3. Dの音楽関連のデータセットについては、興味オーガナイザによる順位付けには相

関が見られなかったが、ランキングと興味イコライザでは高い相関が見られた。この大きな原因の一つに、「神曲」というタグの存在が挙げられる。「神曲」とはニコニコ動画特有のタグの一つであり、素人にも関わらず非常にレベルの高い曲を投稿したものにつけられるタグである。この「神曲」の定義はもちろん個々人によって異なるものであり、今回興味イコライザによって高い順位が設定されたものの中には、筆者にとって「神曲」とはみなすことができない曲が含まれていた。フォークソノミ的なタグの世界ではこのようにタグの多義性によりユーザ自身の考えと異なるタグの利用法によって検索精度が悪くなる現状が見られるが、共起関係を含む興味イコライザを利用することで、こうした影響が他のタグとの関連からある程度減少したのではないかと考えられる。

4. E の動物関連のデータセットについては、興味オーガナイズによる順位にのみ高い相関が見られた。この理由は「猫」と「癒し動画」というタグの選択に対し、タグの共起関係を利用することで、「子犬」と「癒し動画」を持つ動画の順位が高くなったことが原因であると考えられる。今回のプロトタイプでは、「猫」や「犬」のような動画で扱われている内容的なタグと「癒し動画」のようなユーザの感情的な側面を含むタグを一緒に扱っていた。しかしながら、これらは全く異なるベクトルのタグであるため、共起関係について検討する上でどのように扱うべきかについてさらなる検討が必要である。

なお、今回の予備実験で興味オーガナイズに提示されたタグの平均個数は 100.2 個（標準偏差 14.3）であり、筆者が興味オーガナイズで選択したタグの平均個数は 7.4 個（標準偏差 2.1）であった。これは筆者にとってもタグが多すぎて選択が難しいという印象であった。村上らの提案するタグの階層化[10]などの手法を取り入れることによって、興味イコライザで表示するタグの総数を減らすような取り組みが必要になると思われる。また、同じ意味だと思われるタグについても今回の予備実験では整理を行わずに提示した。これについては、ニコニコ動画特有の意図を持つタグが含まれている可能性もあり、どのように処理をすべきかについてはさらなる調査が必要になると考える。

検索結果の表現方法については、リスト表示とマップ表示を比較するとマップ表示の方が関連する動画がグループ化されて表示されることで動画を見つけやすい印象であった。しかしながら、検索結果のスコアが小さい動画がマップ上でサムネイルの判別が不可能なレベルまで小さくなることや、よく似たスコアのサムネイルが重なって表示され、後ろにあるサムネイルを判別することが困難になるなどといった課題が見られた。今後は検索結果のスコアにしたがってより重なるの少ない軸の指定をシステム側で行えるようにすることを検討したり、一度に提示するサムネイルの数を制限することで一つひとつのサムネイルのサイズが小さくなり過ぎないようにすることなどを検討したい。

第6章 まとめと今後の課題

本稿では、膨大な数の動画が蓄積されているニコニコ動画を対象として、各ユーザがキュレーターとして動画を選択・収集することを支援するために、それぞれの動画に対して投稿者や視聴者によって投稿されたフォークソノミー的なタグを利用することでユーザの興味をあらかじめ選択させる興味オーガナイザと、その興味のレベルを表現できる興味イコライザの2つ機能を提供することに加えて、タグの共起関係を重みづけとして反映させた検索手法を提案した。さらに、キュレーションにおける魅せ方の観点から、それぞれのユーザの嗜好に応じた検索結果の可視化の手法について検討した。これらを実現するために、本稿ではユーザ毎の価値観や興味の内容を事前に解きほぐすためのディステーションモデルを構築するとともに、提案手法に基づくプロトタイプシステムを開発した。また、筆者自身による予備実験を通じて、システムが想定通りに動作することを確認するとともに、評価実験のための手順の課題を洗練し、提案した機能が、特に関連する動画が多く含まれ、タグの多義性が含まれるデータセットにおいて有効に機能する可能性があることが示唆された。

予備実験に基づく課題を以下に示す。「ネコ」や「ねこ」、「猫」といった同じ意味のタグが存在していることについて、これらを統合するなどといった解決策を講じる必要がある。また、「猫」に関するタグを中心に興味イコライザを設定したはずなのに「犬」の動画が1位になってしまっていた。実際の内部処理を調査したところ、「癒し動画」というタグがスコアに与える影響が大きかったことがわかったが、このようにドメインに関係無いタグはユーザの興味を反映しないことがあるため、タグを分けて考える必要があった。また、予備実験であるため、一人のデータであったが、評価を行うに当たり、複数人のデータを収集し、興味オーガナイザと興味イコライザが与える検索結果への影響を検討する必要がある。また、今回の予備実験では興味イコライザにおいてマイナスの興味度を選択しなかったが、この影響についても考える必要がある。さらに、興味オーガナイザと興味イコライザについては実装したが、コンテンツアグリゲーションについても開発が行えなかった。システムの完成を目指して検討する必要がある。

また、本研究を発展させるにあたって、現在のような情報過多の時代において適切な価値基準を持つ「目利き」を育成することも重要な視点である。一般に、平均的な商品から差別化することで、その商品の価値は上がる。しかし、差別化しすぎるのも良くなく、死の谷というデッドラインを越えると、一般に理解されなくて価値がなくなると言われている。しかし、今まで歴史を作ってきたVHSやウォークマンといったイノベーションはその死の谷に向こう側にあると言われている。これらイノベーションを救い出すには、専門知識と普及力がある人財である目利きになる必要がある。しかし、この目利きになるには、深い専門知識は勿論、情報をいち早く掴む能力や、普及するためのコミュニティを築くこ

と等，大変困難である。

本研究はこの死の谷のラインを図 11 のようにイノベーションに近づける可能性を秘めている。また，興味を広げるということで，目利きを育てるという意味でも非常に有用であると考えられる。

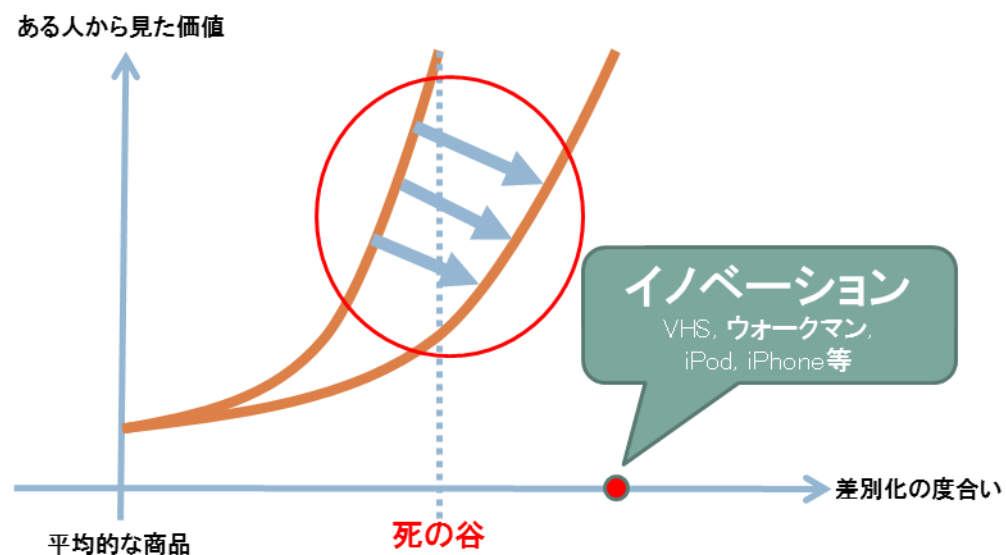


図 12.死の谷とイノベーション

謝辞

本研究を行うにあたり，転研究室にご快諾いただいてから終始変わらぬ御指導を賜りました，北陸先端科学技術大学院大学，大学院教育イニシアティブセンターの長谷川忍准教授に心より感謝いたします。最後まで，本当にありがとうございます。また，日頃から貴重なご教授を頂きました，副テーマ，副指導を筆頭とした情報科学研究科の教員の皆様に感謝いたします。そして長谷川研究室での研究生生活を共にし，様々な協力を頂いた，皆様に感謝します。

参考文献

- [1] IDC: THE DIGITAL UNIVERSE IN 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East, (2012).
- [2] 神嶌 敏弘: 推薦—情報過多時代をのりきる, 情報の科学と技術, 56(10), pp.452-257, (2006).
- [3] 喜連川 優: 情報爆発のこれまでとこれから, 電子情報通信学会誌, 94(8), pp.662-666, (2011).
- [4] YouTube: <https://www.youtube.com/> (accessed in 2014.2.10).
- [5] ニコニコ動画: <http://www.nicovideo.jp/> (accessed in 2014.2.10).
- [6] 上倉 一人, 長谷山 美紀, 村上 和人: メディア流通・処理, 映像情報メディア学会誌, 62(8), (2008).
- [7] 村上 直至, 伊東 栄典: 動画投稿サイトで付与された動画タグの階層化, 情報処理学会研究報告, Vol.2010-MPS-81 No.17, pp.1-6, (2010).
- [8] 藤原 誠, 中川 博之, 田原 康之, 大須賀 昭彦: タグクラスタ多様化による未知性を考慮した推薦手法の提案, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J96-D, No.3, pp.531-542, (2013).
- [9] 株式会社 KADOKAWA・DOWANGO: 平成 26 年 9 月期決算短信〔日本基準〕(連結), (2014).
- [10] 村上 直至, 伊東 栄典: 共感度検索のための動画アノテーション分析, 第 9 回情報科学技術フォーラム(FIT2010)論文集, 第 2 分冊, pp.343-348, (2010).
- [11] 中村 翔太, 山口 実靖: 動画共有サイトにおける動画タグの有効度の検証, 情報処理学会創立 50 周年記念 (第 72 回) 全国大会論文集, pp.1-777-1-778, (2010).
- [12] 佐々木 俊尚: キュレーションの時代, 筑摩書房, (2011).
- [13] 小阪 朋也, 中山 丈二, 深津 真二, 阿久津 明人, 南 憲一: 情報発信者を利用した情報検索に関する一検討, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.36, No.35, pp.29-32, (2012).
- [14] Gunosy, <http://gunosy.com/> (accessed in 2014.2.10).
- [15] 福島良典, 大澤幸生, “ソーシャルメディアを利用したセレンディピティな情報推薦,” 人工知能学会, 3E1-R-6-6, Jun. 2012.
- [16] 2ちゃんねるまとめのまとめ, <http://2chmm.com/> (accessed in 2014.2.10).
- [17] 佐伯 祐太, 林 周平, 井下 雄樹, 藤田 聡: 知識概念に着目したユーザの分類に基づくパーソナライズド Web 検索システムの提案, 情報処理学会研究報告, Vol.2009-DPS-141 No.30, pp.1-7, (2009).
- [18] myrmecoleon: ニコニコ動画におけるタグ別動画群の総再生数推定の方法について, <http://www.hotdocs.jp/178659>

- [19] Mathes, A.,: Folksonomies - Cooperative Classification and Communication Through Shared Metadata.
<http://www.adammathes.com/academic/computer-mediated-communication/folksonomies.html>,
(2004).
- [20] 伊東 聖修, 鈴木 育男, 山本 雅人, 古川 正志: ニコニコ動画におけるタグ共起ネットワークの特徴抽出, 人工知能学会第 80 回知識ベース研究会, SIG-KBS-A703, pp.13-18, (2008).
- [21] 中村 浩之, 小川 祐樹, 諏訪 博彦, 太田 敏澄: 動画のタグ情報を利用したニュースシーンの選択手法の提案, 日本社会情報学会学会誌 22(2), pp.27-38, (2011).
- [22] 山下 智紀, 矢吹 太朗, 佐久田 博司: 動画共有サイトにおけるコメントを利用した動画自動タグ付け手法, 情報処理学会第 74 回全国大会論文集, pp.1-721-1-722, (2012).
- [23] デジタル大辞泉 <http://kotobank.jp/dictionary/daijisen/> (accessed in 2014.2.10).
- [24] Saaty, Thomas L. , “Relative Measurement and its Generalization in Decision Making:Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors - The Analytic Hierarchy/Network Process,” RACSAM, Vol.102(2), pp.251–318, Jun. 2008.
- [25] 川上 昭吾, 渡邊 康一郎, 松本 織, “有意味受容学習の研究,”愛知教育大学教育実践総合センター紀要, Vol.12, pp.183-190. Feb. 2009.
- [26] 阿部博, 長谷川忍, 落水浩一郎, “ナビゲーション機能を有する学習システムに関する研究,” 電子情報通信学会技術報告, ET2002-85, pp.7-12,(2003).
- [27]ニコニコ動画 API とは - ニコニコ大百科: [http://dic.nicovideo.jp/a/ニコニコ動画 api](http://dic.nicovideo.jp/a/ニコニコ動画_api) (accessed in 2014.2.10).

付録（興味イコライザ評価実験 事前調査アンケート）

氏名：

此度は実験にご協力いただき、誠にありがとうございます。実験を行うに当たり、事前に簡単なアンケートを行います。下記の項目に従って記入願います。

1. ニコニコ動画をどの程度の頻度で利用していますか？

該当するものに○を付けてください。

利用したことがない・利用したことがあるがほとんど利用しない・月に1度程・週に1度以上・ほぼ毎日見ている

2. 以下の中から興味があるキーワードに○を付けてください。

キーワードの意味がわからない場合は×を付けてください。

エンターテインメント 音楽 歌ってみた 演奏してみた 踊ってみた VOCALOID
ニコニコインディーズ 動物 料理 自然 旅行 スポーツ ニコニコ動画講座 車載動画
歴史 政治 科学 ニコニコ技術部 ニコニコ手芸部 作ってみた アニメ ゲーム
東方 アイドルマスター ラジオ 描いてみた 例のアレ 日記

3. 上記のタグ以外に興味があるキーワードを記述してください。

例. 格闘ゲーム、TRPG、猫、サッカー

{

}

ご協力いただき、ありがとうございます。
引き続き実験にご協力よろしくお願いします。

付録（興味イコライザ評価実験アンケート）

氏名：

此度は実験にご協力いただき、誠にありがとうございます。実験を行うに当たり、実験項目にご記入いただき、最後に興味イコライザについてのアンケートを行います。

- 1 別紙の動画情報を見て、A~Eの中から面白そうだった順に順位を付けてください。

カテゴリー（ ）

1位（ ）、2位（ ）、3位（ ）、4位（ ）、5位（ ）

カテゴリー（ ）

1位（ ）、2位（ ）、3位（ ）、4位（ ）、5位（ ）

カテゴリー（ ）

1位（ ）、2位（ ）、3位（ ）、4位（ ）、5位（ ）

カテゴリー（ ）

1位（ ）、2位（ ）、3位（ ）、4位（ ）、5位（ ）

カテゴリー（ ）

1位（ ）、2位（ ）、3位（ ）、4位（ ）、5位（ ）

- 2 興味イコライザについてアンケートを行います。下記項目について五段階で評価を行ってください。

・タグの選択について五段階で評価してください。

選択しにくい・やや選択しにくい・どちらでもない・やや選択しやすい・選択しやすい

・イコライザの操作について

興味を表現しにくい・やや表現しにくい・どちらでもない・やや表現しやすい・表現しやすい

・リスト表示について

動画を見つけにくい・やや見つけにくい・どちらでもない・やや見つけやすい・見つけやすい

・マップ表示について

動画を見つけにくい・やや見つけにくい・どちらでもない・やや見つけやすい・見つけやすい

3 このシステムの改善点を自由記述でご記入ください。

4 システム以外で実験中に気になったことがありましたら自由記述でご記入ください。

実験にご協力いただきありがとうございました