

映像に付帯する地域情報を用いた 投稿型写真共有サイトにおける画像抽出方式

西澤 真帆[†] 王 元元[‡] 河合 由起子^{††} 角谷 和俊[†]

[†] 関西学院大学総合政策学部メディア情報学科 〒669-1337 兵庫県三田市学園 2 丁目 1 番地

[‡] 山口大学大学院創成科学研究科 〒775-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1

^{††} 京都産業大学コンピュータ理工学部 〒603-8555 京都市北区上賀茂本山

E-mail: [†] {dxx07386, sumiya}@kwansei.ac.jp, [‡] y.wang@yamaguchi-u.ac.jp, ^{††} kawai@cc.kyoto-su.ac.jp

あらまし 近年、旅番組やバラエティ番組、教育番組など多種多様なテレビ番組が放送されている。これらのテレビ番組の中には歴史的な場所や観光名所などを紹介している映像が存在する。視聴者に映像におけるトピックとなるスポットの地理情報を提示することが可能であるが、視聴者はスポットの詳細や周辺状況などを把握することが困難な場合がある。そこで、本研究では、映像に付与している字幕データから地名を抽出し、Wikipedia のカテゴリ構造を用いることにより、その地名に関する詳細情報や関連情報を抽出する。それらの地名に関する Flickr の投稿写真などの詳細情報・関連情報を視聴者に提示するシステムを提案する。

キーワード 地理情報、字幕データ、Wikipedia、投稿写真、カテゴリ構造、位置情報

1. はじめに

近年、ドキュメンタリー番組やバラエティ番組、教育番組、紀行など多種多様なテレビ番組が放送されている。これらのテレビ番組の中には歴史的な場所や観光名所などを紹介している映像が存在する。本研究では、このような旅番組に焦点を当てた。これらの番組は視聴者に対して、映像におけるトピックとなるスポットの地理情報を提示することが可能であるが、視聴者はスポットの詳細や周辺状況などを把握することが困難な場合がある。例えば、番組を視聴中、ユーザはいくつかのスポットに興味を持ち、Web や SNS などにより多くの情報を得ようと試みるのではないかと考えられる。しかし、膨大なデータが存在する近年のサービスの中では、複数のスポットの関係性や、それらのスポットに深く関係している物や場所を瞬時に把握することは困難である。

そこで、本研究では、映像に付与している字幕データから地域情報を抽出し、Wikipedia のカテゴリ構造を用いることにより、その地域情報に関する詳細情報と関連情報を抽出する。それらの地域に関する Flickr の投稿写真、ハッシュタグや地図などを視聴者に提示するシステムを提案する。また、評価実験により、映像に出現している地域に関する詳細情報や関連情報を直感的に視聴者に提供することが確認できた。

本論文の構成は以下のとおりである。2 章ではシステム概要と関連研究について述べる。3 章では映像からの地域情報抽出方法について説明する。4 章では詳細情報と関連情報の抽出方法について述べる。また、5 章では評価実験について説明する。最後に 6 章でまとめと今後の課題について述べる。



図 1 関連するタグと投稿写真と地図を同時に提示

2. システム概要と関連研究

2.1 映像と写真の連動システム

近年、Flickr などの投稿型写真サイトを使用者数は膨大になっているだけでなく、旅行などで訪問した際の地域に関する特徴的な写真の投稿も多く存在している。Flickr の投稿には写真だけでなく、テキストやハッシュタグ、位置情報、投稿時間などさまざまな情報がある。本研究においては、映像に対して Flickr の適切な写真を検索するために、Flickr の中でもハッシュタグに焦点を当てた。写真の特徴を表現するために、ハッシュタグを利用するユーザが多く、ハッシュタグには多くの情報が含まれているといえるためである。本研究では、Flickr からハッシュタグを抽出するため、Wikipedia のカテゴリ構造を利用した。また、映像の字幕に出現する地域に関する単語を Wikipedia の構造分析により関連タグとして抽出し、提示する。この関連タグは Flickr 写真のハッシュタグ検索にも利用される。

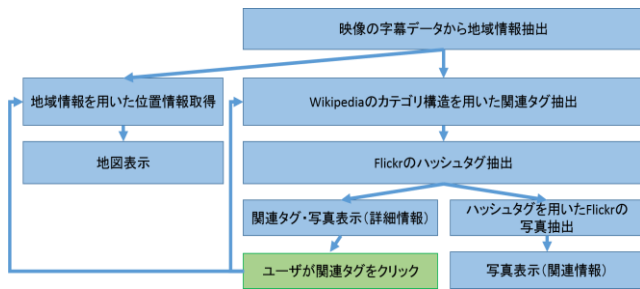


図2 映像と写真の連動システムの概要図

抽出した写真を映像に付与することによって、映像だけでは知ることができない部分をテキストではなく写真で視覚により直感的に補うことができ、ユーザの映像に対する興味・関心が広がる効果が期待できる。詳細は第4章で述べる。

提案システムの画面イメージを図1に示す。図1のように映像とFlickrから抽出した写真、またWikipediaのカテゴリ構造を用いて抽出した関連タグ、及び関連写真を表示する。図2に提案システムの流れを示す。まず、対象となる映像シーンを分割する。分割する基準として、今回は映像に付与されている字幕データ(クロズドキャプション)に出現する地域情報を用いる。次に、分割されたシーンごとの地域情報を、そのシーンが何を説明しているのかを表すキーワードとする。そして、それらのキーワードの地理的関係性を、Wikipediaのカテゴリ構造を用いてツリー構造で表し、映像の意味分析によって得られるシーンのキーワードに関連性があるものをWikipediaのカテゴリから抽出し、関連タグとする。また、シーンごとの地域情報とその関連タグをハッシュタグとしてFlickrで写真検索する際の対象タグとする。そして、抽出してきた写真を出力としてシステム画面に地図と共に表示する。また、提案システムは、写真だけではなく、映像の意味分析によって抽出された関連タグもシステムの画面に表示する。

2.2 関連研究

映像を対象として、地図とストリートビューで映像を補足する研究である[1]。この研究では、映像の字幕情報から地名の出現時間を抽出し、その地名の地理的関係を地図とストリートビューを用いて可視化することにより、ユーザにわかりやすく示している。また、Wangら[3]は、映像の字幕情報から映像の話題語抽出に基づきシーンを検出し、シーンの話題性に基づくシーンの削除と、投稿映像、画像や地図を用いて新しいコンテンツを追加する映像視聴システムを提案している。本論文では映像の字幕情報を抽出し、映像の補足を目的としている点は同じだが、地名や関連タグとそ

の投稿写真を用いて映像の地理情報を補足することによって簡単にその地域のイメージをしやすくすることができる。三原ら[2]の研究では、映像における時間的關係と地理的領域関係といった地理的メタデータを用いて、映像を地図やストリートビューと対応付けている。本研究とは、投稿写真サイトを用いて映像を補足することにより、ユーザに正しい地理情報を提供するのではなく、興味や関心を広げようとする目的が異なっている。

異種メディアコンテンツの統合に関する研究としては、Maら[4]の研究があげられる。WebTelopは映像とWebコンテンツの連動を自動的に行い、情報の補完や統合を行うシステムである。本論文では、このような異種メディアコンテンツを同時に視聴できるようなシステムを提案する。

また、西脇ら[5]の研究は投稿写真サイトFlickrの写真に付与されているタグや位置情報から写真をクラスタリングして穴場スポットの抽出を行っている。さらに、遠山ら[6]の研究は投稿写真サイトFlickrからテキストタグの周期性を発見し、それに基づいた写真閲覧システムを提案しており、人間が意識できない周期で繰り返すイベントの発見が可能だと記している。これら研究からSNSにおけるテキストタグからさまざまな情報が得られることがわかる。大崎ら[7]はテキストタグだけではユーザが求める画像を正しく検索できないとし、画像の色、テキスト、形状などから類似画像検索とされている。さらに、松尾ら[8]は画像特徴に基づいたクラスタリング結果が、言語概念上の下位語による画像分類とどれだけ一致しているかという判定方法に言語のツリー構造を用いている。本研究では、写真の画像特徴を用いるのではなく映像の意味を分析し写真集合を絞ることによって、より正確な写真を推薦する。Kimら[9]は、1つの画像からファセットと抽出する手法を提案しているが、本研究では、写真の意味的關係だけでなく、映像の意味構造にも着目している。

3. 映像からの地域情報抽出

3.1 字幕データからの地域情報抽出

提案システムでは、映像シーンの切り替えに伴って付与する写真が自動的に変わっていくため、まず映像をシーンごとに分割する為に、映像内の特徴を抽出する必要がある。具体的には、まず、映像に付与されている字幕データから地域情報を抽出する。本研究における地域情報とは、地域における地名や名所のことを指す。



図3 映像シーンの分割 (クローズドキャプション)

3.2 映像シーンの分割

次に、投稿写真を付与する対象である映像の分割方法について述べる。3.1節で述べたように映像から地域情報をまず抽出した。そして、映像の時系列に沿って抽出した地域情報からその後に出現する地域情報までの映像区間を1つのシーンとして分割する。例えば、A→B→Cの順で地域情報を抽出した場合、地域情報Bが字幕に出現するまでの映像区間を地域情報Aに関するシーンAとし、地域情報Cが字幕に出現するまでの映像区間を地域情報Bに関するシーンBとして映像を分割する。また、連続して同じ地域情報が出現する場合は重複とみなし1シーンとする。さらに、T秒以内に次の地域情報が出現する場合は、極端にシーンが短すぎると判断し、後に出てくる地域情報は排除する。今回はT=3とした。以上より映像から抽出した地域情報をFlickrからの画像検索の主要な対象タグとして扱う。図3を例に挙げて説明すると、図3の映像は「福岡市」「福岡城」「博多」「福岡城」「中州」の5つのシーンに分割することが可能である。

また、ユーザが現在どの地域に関する映像を視聴しているのか理解を支援する手法として、ユーザインタフェースに字幕データから抽出された地域情報を中心とした地図を提示する。

4. 詳細情報と関連情報の抽出

本章では、Wikipediaのカテゴリ構造と投稿写真を用いて映像の詳細情報と関連情報を抽出する。提案システムでは、映像内の各シーンに対して、詳細情報と関連情報をユーザに提示することで映像の補足を行っている。まず詳細情報について述べる。詳細情報とは各シーンで紹介されている地域の情報を指す。例を挙げると、映像が兵庫県「神戸市」に関するシーンであると仮定すると、この場合の神戸市に対する詳細情報とは、神戸市内に関する情報のことである。具体的には、神戸市内に位置している「三宮」や「六甲山」などが挙げられる。次に関連情報について説明する。関連情報とは、映像では紹介されていないが、各シーンの地域に関係する情報を指す。例を挙げると、前述したように映像が兵庫県「神戸市」に関するシーンであると仮定すると、この場合の「神戸市」に対する関連情報とは、具体的には「横浜市」「長崎市」が挙げられる。

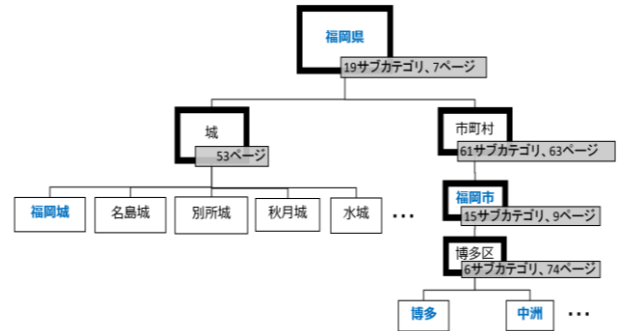


図4 「クチコミ 新発見!旅ぶら」でのツリー構造

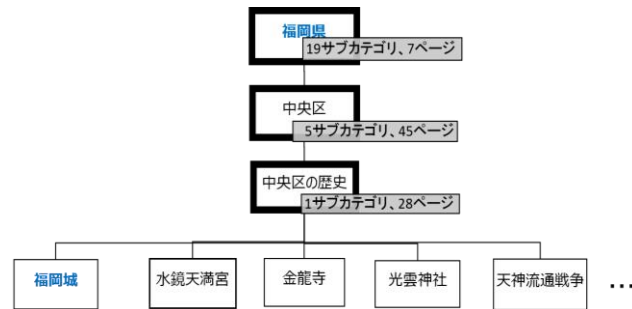


図5 「福岡城」に関する別のツリー構造

一見、関連性の見えない3つの地域であるが、この3つの地域には「日本の港町」という共通点がある。このように、映像だけでは分からない1シーンで紹介されている地域と他地域を繋げるものを関連情報と呼ぶ。

4.1 Wikipedia のカテゴリ構造を用いたツリー構造の構築

本研究では Wikipedia を用いて映像の構造を分析する。Wikipediaにはカテゴリページというものがあり、例えば「福岡県」のカテゴリページには20件の下位カテゴリと12ページの関連ページが含まれている。これを用いて映像の関係性を分析する。旅番組「クチコミ新発見!旅ぶら」を用いて構築したツリー構造を図4に示す。青文字は字幕から抽出された地域情報である。ツリー構造図からわかるように「博多」「中洲」は並列関係にあたり、「福岡市」と「博多」は包含関係にあたる。このカテゴリページを用いてツリー構造を構築することで、映像の中の地域間の関係性を判定することができる。しかしながら、ツリー構造の末端が数多くあることと、1つの地名に対してさまざまなツリー構造を作成することができるという問題点がある。そこで、本研究ではカテゴリページにおいてWikipediaの参照関係に着目し、参照数の多いカテゴリ名は重要なカテゴリであると判定することで問題を解決する。5ページ以下しか情報が記載されていないものはツリー構造には含まないとした。また、1つの地域情報に対してツリー構造が複数できるということに対して、

例えば、「福岡城」という地名は図4のツリー構造の他に、図5のようなツリー構造も作成することができる。以上より、本研究では、対象地域としている1つ上の上位概念が参照するページ数が多いものでツリー構造を作成する。「福岡城」の場合、図4においては「福岡県の城」、図5においては「福岡県中央区の歴史」があたりはまる。そして、1サブカテゴリ・28ページを含む「福岡県中央区の歴史」と53ページを含む「福岡県の城」を比較して、より多くのページを含んでいる「福岡県の城」を親としてツリー構造が構築される。

4.2 Flickr の投稿写真抽出

提案システムでは映像を入力とし、Flickr から検索してきた写真と関連タグ・写真を出力としている。Flickr から適切な画像を検索するために、本研究では3.2節で分割したシーンに対する地域情報を用いて、Flickr から写真の内容を表している。ハッシュタグを用いて写真を検索する。図2の例では、最初のシーンに「福岡市」という地域情報が字幕に出現し、これをハッシュタグ「#福岡市」としてFlickrの写真を検索する。これらの写真を今回はFlickrの投稿ユーザ以外のユーザからのView数の上位7件の写真をインタフェースに提示する。これらは4.1節で説明した、各シーンの地域情報に対する詳細情報に当たる。

4.3 関連タグの抽出方法

関連タグとは4.1節で説明した対象タグに関連するタグのことである。つまり、その地域情報に関係しているが、映像では紹介されていない情報を4.2節で作成したツリー構造から分析しユーザに推薦する。

本研究では、Wikipediaを用いて作成したツリー構造において、関連タグとして対象にしている情報の並列関係にあたる情報が最も関連性をもっているのではないかと考え、その部分をユーザに推薦する。関連タグの抽出手法としては、4.2節で説明した、映像のツリー構造を利用し、映像内で紹介されていないカテゴリまたはページの部分を取り出す。例えば、図2の中で映像が「福岡城」のシーンである場合、関連タグが「#名島城」、「#別所城」、「#秋月城」、「#水城」になる。図4に示すように、この例の場合、「福岡城」の1個上の上位概念は「福岡県の城」となる。「福岡県の城」は53ページを下位概念として含んでおり、「福岡城」はそのうちの1つのページにすぎない。そこで今回は映像の中で紹介されていない、残りの52ページの情報、つまり「福岡城」と並列関係にあたる情報を推薦する。しかし、52ページ全てを推薦することは困難なため、それぞれのページがもつ上位概念が多い上位3件を今回は表示する。さらに、提案システムとして関連タグ

をクリックしたら、新たな情報が表示されるというように、ユーザにとって受動的なだけでなく能動的に動くシステムである。関連タグをクリックすることによって、集合体を絞ることができ、よりユーザは有益な情報が得ることができる。また、関連タグに関する写真もユーザに提示する。これらの写真は今回、Flickrの投稿ユーザ以外のユーザからのView数の上位3件をインタフェースに提示する。

加えて、ユーザが1つの関連タグに興味を持ちクリックした場合、最初に提示した関連タグに対しても新たに関連タグを推薦する。具体的には、「福岡城」の関連タグの1つである「#水城」をクリックした場合、「#水城」の関連タグの抽出方法として、映像分析において作成したツリーでの上位概念となる、「福岡県の城」以外の上位概念をWikipediaから取り出し、その上位概念を親として新たにツリー構造を作成し、そこで「水城」と並列関係にあたる情報「姫路城」「安土城」「熊本城」を推薦する。「水城」の上位概念としては「福岡県の城」以外にも、「春日市の歴史」、「特別史跡」、「福岡県にある国指定の史跡」など合計10個存在していることがWikipediaからわかる。この10個のうち、より多くのページから参照されている上位概念を用いてツリー構造を作成する。「春日市の歴史」は9ページ、「特別史跡」は67ページ、「福岡県にある国指定の史跡」は51ページから参照されているため、この場合は「特別史跡」をツリー構造の親ノードとして、「水城」以外の残り50ページの単語を関連タグとして推薦する。

5. 評価実験

本章では、構築した映像と写真の連動システムの実験を行った。本実験は、対象となる旅番組に対して、写真やタグなどの詳細情報や関連情報を提示することによって、番組で紹介されているスポットに対する理解促進や新たな地域・興味に及ぼす影響に関する調査を目的としている。

5.1 実験方法

本実験では、以下の4種類の旅番組を対象データとし、各番組の映像に対して4章で述べた詳細情報と関連情報を抽出し、映像と同時に提示した。

- 1つの地域を紹介している番組
- 複数の地域を紹介している番組
- 1つの地域を紹介している+スタジオを経由する番組
- 複数の地域を紹介している+スタジオを経由する番組

図1に示したインタフェースのように詳細情報とし

表 1 生成した U1~U4 と L1~L4 の映像コンテンツ

	番組名	種類	長さ	シーン数	関連タグ
U1	プラタモリ	(a)	10'22"	11	上位 3 件
L1				11	下位 3 件
U2	旅するドイツ語	(b)	8'50"	7	上位 3 件
L2				7	下位 3 件
U3	グッ！と地球便	(c)	6'54"	7	上位 3 件
L3				7	下位 3 件
U4	旅サラダ	(d)	7'20"	8	上位 3 件
L4				8	下位 3 件

て地図と Flickr から抽出した写真を、関連情報として関連タグと関連写真を映像に付与したコンテンツを被験者に視聴してもらった。また、今回は 4.2 節で説明した関連タグ上位 3 件を表示したコンテンツと、下位 3 件を表示したコンテンツを用意した。表 1 に示すように、U1~U4 の関連タグ上位 3 件を提示したものと L1~L4 の関連タグ下位 3 件を提示した計 8 種類の映像コンテンツに対して、20 代~50 代の被験者 15 名が下記の設問項目についてアンケートを実施した。

- Q1: 紹介されている地域に行ったことがある
- Q2: 映像の内容が理解できた
- Q3: 映像内の地域に対する知識が増えた
- Q4: 関連タグや写真によって興味・関心が広がると感じた
- Q5: 関連タグや写真によって実際に行ってみたいという意欲が高まった
- Q6: 興味を持ったタグと写真の提示
- Q7: 映像の内容に関係ないと感じた関連タグと写真の提示

5.2 実験結果

5 段階評価による Q2~Q5 の評価平均値を、関連タグ上位 3 件を提示した場合と下位 3 件を提示した場合の 2 種類に分けて図 6 に示す。

5.2.1 内容理解に関する評価結果

Q2 の「映像の内容が理解できた」に関しては、提案手法によって Wikipedia のカテゴリ構造から上位 3 件の関連タグを関連情報として提示した U1~U4 の方が、下位 3 件の関連タグを関連情報として提示した L1~L4 よりも低い評価となった。

Q3 の「映像内の地域に対する知識が増えた」に関しては、提案手法によって抽出した上位 3 件の関連タグを提示したコンテンツの方が高い評価を得ることができた。

以上より、Q2 に関しては下位 3 件の関連タグを提示したほうが高い評価を得ているが、ユーザの個人差があるため下位の関連タグに興味を持つユーザもいたと

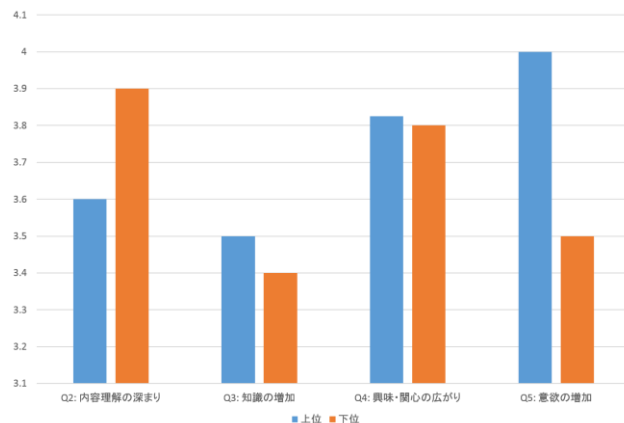


図 6 Q2~Q5 の評価結果

考えられる。また、画像の類似度を今回考慮していなかったこともこの結果に繋がった一因かと考えられる。実際、Flickr から抽出した関連タグ下位 3 件の画像の方が、各シーンにおける対象タグの画像と類似していることが確認できたため、画像抽出に関する今後の課題が見つかった。しかし、全体としては関連タグを提示することによって内容理解に対して良い影響を与えていることがわかった。

5.2.2 興味喚起に関する評価結果

Q4 の「関連タグや写真によって興味・関心が広がると感じた」と Q5 の「関連タグや写真によって実際に行ってみたいという意欲が高まった」に関しては、提案手法によって抽出した上位 3 件の関連タグを提示したコンテンツの方が高い評価を得ることができた。これは、関連タグや写真を提示することで、より多くの情報を被験者に与えることができ、それが被験者の興味・関心の広がりにつながったと考えられる。

Q6 の「興味を持った関連タグと写真の提示」と Q7 の「映像の内容に関係ないと感じた関連タグと写真の提示」に関する結果を表 2 に示す。表 2 から Q6 の興味を持った画像に対しては、比較的画像を見ただけでどの地域を表しているのかが理解しやすい、つまり、特徴的な画像が挙げられていることがわかる。一方、Q7 の映像の内容と関係ないと感じた画像に対しては、比較的地域の特徴を捉えきれていない画像が挙げられている。また、Q7 の映像の内容に関係ないと感じた関連タグに対しては、実際は各シーンの対象タグと何らかの関係性があるにも関わらず、ユーザにとって映像とは関係がないと判断された関連タグが多数挙げられている。

以上より、関連情報の提示によって興味喚起には有効であるが、今後対象タグと関連タグの関連性を明確にユーザに示すことが映像の内容理解や興味喚起を

表 2 Q6 と Q7 の評価結果

Q6	興味を持った関連タグ	U1	千秋公園, 清滝, 知恩院
		U2	パリの国立オペラ, ナミビア, オラデア
		U3	ボストン大学, アルカトラズ島, プロビンス島
		U4	青い池, 摩周湖, サロベツ原野
		L1	醍醐寺, 南禅寺, 愛宕
		L2	ウィーン, オペラ座, カシン
		L3	ニューイングランド音楽院, フィジー
		L4	釧路湿原
	興味を持った画像	U1	
		U2	
		U3	
		U4	
		L1	
		L2	
		L3	
		L4	

Q7	映像内に係り感た連タグ	U1	東京, 名古屋, 大阪, 神戸
		U2	スイス, ルクセンブルク, ソチ
		U3	オーストラリア, イギリス, エジプト, ハイチ
		U4	四国, 九州
		L1	夙川公園, 大村公園, 名護城, 東京, 名古屋
		L2	スイス, ヘルシンキ, カシン
		L3	ツバル, パハマ, フィジー
		L4	高野山町石道
	映像内に係り感た画像	U1	
		U2	
		U3	
		U4	
		L1	
		L2	
		L3	
		L4	

った画像を抽出するため、対象タグに関する画像と関連タグに関する画像の類似度の考慮や、対象タグと関連タグをユーザに明確に示せるインタフェースを検討する予定である。

さらに促進するために必要である。

6. おわりに

本論文では、映像に付帯する地理情報を用いた投稿型写真共有サイトにおける写真抽出を提案した。提案システムでは、映像の字幕データから地域情報のみを抽出し、Wikipedia カテゴリ構造で映像のツリー構造を構築した上で、投稿写真を抽出するだけでなく、関連タグの表示も提案している。シーンに対する詳細情報と関連情報を映像とともに提示することによって、紹介されている地域に関する興味・関心の拡大や映像理解の促進を期待できると仮説をたて評価実験を行った。実験結果により有効な結果であることを確認した。

今後の課題としては、映像の字幕に出現している地名が重複した場合や、福岡に関する番組内容にも関わらず、大阪という地名が出現している場合、どのように実空間での距離を考えるべきかさまざまな場面について検討する必要がある。また、より映像の内容にあ

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 26280042, 15K00162, 16H01722 の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] Y. Wang, D. Kitayama, Y. Kawai, and K. Sumiya, "Automatic street view system synchronized with TV program using geographical metadata from closed captions". Proc. of the 2014 International Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI2014), pp. 383-384, 2014.
- [2] 三原真衣子, 王元元, 北山大輔, 角谷和俊, "映像の地理的メタデータに基づくストリートビュー制御方式". 第 6 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum 2014), P3-1, 2014.
- [3] Y. Wang, Y. Kawai, K. Sumiya, Y. Ishikawa, "An Automatic Video Reinforcing System based on Popularity Rating of Scenes and Level of Detail Controlling". Proc. of the 2015 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM 2015), pp. 529-534,

2015.

- [4] Q. Ma and K. Tanaka, “WebTelop: dynamic TV-content augmentation by using web pages”. Proc. of IEEE International Conference on Multimedia & Expo (ICME2003), Vol.2, pp.173-176, 2003.
- [5] 西脇達也, 北山大輔, “写真共有サイトを用いた穴場スポットの抽出”. 第 7 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum 2015), P4-5, 2015.
- [6] 遠山由自, 廣田雅春, 石川博, 横山昌平, “ソーシャルメディア上に投影された情報の偏在性及び遍在性の可視化”. 第 6 回 Web インテリジェンスとインタラクション研究会 (Wi2), 2 pages, 2015.
- [7] 大崎慎一郎 宮田高道 小林亜樹 酒井善則, “Web 画像検索のためのキーワード特徴の抽出と合成によるクエリ画像生成”. 映像情報メディア学会誌, Vol. 64, No. 11, pp.1628-1638, 2010.
- [8] 松尾賢治, 川野悠, 大島裕明, 田中克己, “下位語を利用した単語概念が持つ視覚的多様性の数値化”. 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2011) 論文集, pp. 401-408, 2011.
- [9] E. Kim, T. Yamamoto, K. Tanaka, “Computing Tag-Diversity for Social Image Search”. Proc. of the 16th International Conference on Asia-Pacific Digital Libraries (ICADL 2014), Springer, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 8839, pp. 328-335, 2014.