

学 位 論 文 題 名

Web映像の特徴に注目した検索の高度化に関する研究

(A Study on Advanced Video Retrieval Based on Web Video Features)

学位論文内容の要旨

本論文は、Web 上の映像の特徴に注目した検索の高度化に関する基礎的な研究の成果をまとめたものである。

近年、スマートフォンの普及に伴いソーシャルメディアのビジネス利用が加速しており、様々なデジタルコンテンツ配信サービスが提供されている。このような背景のもと、代表的なソーシャルメディアサービスの一つである映像共有サービスの利用が一層活発になっている。映像共有サービスは、ビジネス利用のみならず個人ユーザが作成した映像コンテンツを容易に共有、公開することが可能であるため、膨大な量の映像が Web 上に存在するようになった。そのため、これらの大量の Web 映像の中からユーザが真に所望する映像の効果的な検索を可能とする技術の必要性が益々高まっている。

一般に、Web 上に存在する映像の検索は予め付与された内容を表すキーワードに基づいて行われる。このような背景のもと、映像に対して自動的にキーワードを付与する手法が種々提案されている。これらの手法では、映像から得られる画像特徴や音響特徴と映像の内容を表すキーワードとの対応を予め学習し、自動的に映像にキーワードを付与する。これらの手法を用いれば、大量の映像に自動的にキーワードを付与して検索を行うことが可能となる。しかしながら、これらの手法では、Web 映像と日々増え続ける多種多様な内容を表すキーワードとの関係性を学習する必要がある、その検索精度の向上には限界が存在する。一方、Web ページのテキストから重要なキーワードを抽出する手法が提案され、Web ページに内包される映像に自動的にキーワードを付与することが可能である。この手法を用いれば、映像に付与されたキーワードに基づく検索が可能となる。しかしながら、この手法では、映像から得られる画像及び音響特徴を考慮していない。広くユーザが望む検索結果を提示するためには、画像や音響などの客観的に判断できる特徴に基づく検索結果を提示する必要がある。また、従来の多くの検索手法では、ユーザによりクエリとして与えられたキーワードとの関係性やクエリとなる画像や映像との類似度に基づいて順位付けした検索結果を提示する。しかしながら、これらの順位付けに基づく検索手法では、得られた検索結果に含まれる映像間の関係性を明示することは難しく、多義性を持つような検索クエリの場合には検索結果内に複数の内容の映像が混在するという問題点が存在する。このような問題を解決し、ユーザが真に望む映像を検索するためには、検索結果として提示する映像間の関係性を可視化する手法が必要とされている。

そこで、本論文では Web 上の映像から得られる特徴と映像を含む Web ページ間のリンク関係を用いた類似した内容の映像を含む Web コミュニティの抽出に基づく映像検索手法の提案を行なっている。提案手法では、Web 映像に正準相関分析を適用して得られる画像特徴、音響特徴、及びテキスト特徴から映像の類似度を定義する。さらに、得られた類似度と映像を含む Web ページ間のリンク関係を用いて類似した内容の Web 映像を含む Web コミュニティの抽出を行う。これにより、提案手法では従来の検索手法とは異なり、映像の内容とその視聴覚的特徴が類似した映像集合の抽出を

可能とする。さらに、バネモデルを用いて Web コミュニティにおける各映像の関係性の可視化を実現する。これにより、従来の順位付けに基づく映像検索とは異なる Web コミュニティに基づく映像検索とその結果の可視化を可能とする。以上のように、提案手法では類似した映像の集合とその関係性をユーザに提示することにより膨大な量の Web 上の映像の中からユーザが真に所望する映像を効果的な検索を実現する。

本論文では、まず 2 章で映像検索及び Web 上の検索を行う従来手法について説明を行い、それらの手法の問題点について示す。さらに、本論文で解決すべき課題について明確にする。第 3 章では、Web 上の映像から得られる特徴と映像を含む Web ページ間のリンク関係に基づいて類似した内容の映像を含む Web コミュニティの抽出を行い、得られた Web コミュニティに基づく映像検索手法を示す。提案手法では、映像から得られる画像特徴と音響特徴、及び Web ページのテキストから得られる特徴に対して正準相関分析を適用し、得られる結果から映像の類似度を定義する。次に、映像を含む Web ページ間のリンク関係に得られた類似度を重み付けしてリンク解析することにより、類似した内容の映像を含む Web コミュニティの抽出を行う。さらに、得られた Web コミュニティをユーザが選択し、各特徴に基づいて得られた Web コミュニティを統合することにより、映像の特徴を考慮した Web コミュニティの抽出を実現する。これにより、提案手法では従来の順位付けに基づく映像検索とは異なり、類似した映像の集合に基づく検索が可能となる。第 4 章では第 3 章で提案された手法を改良し、高精度な Web コミュニティ抽出を実現する。この手法では、映像から得られる画像、音響及びテキスト特徴を 1 つの Web ページとみなして各特徴間の類似度を算出する。さらに、得られた類似度により重み付けされたリンク関係にリンク解析を施すことにより映像の特徴を考慮した Web コミュニティの抽出を行う。これにより、提案手法は高精度な Web コミュニティ抽出が可能となる。第 5 章では、実際の Web 上に存在する膨大な量の映像を対象とするための高速な映像間の類似度算出法を提案する。この手法では、Locality Sensitive Hashing を用いることにより映像間の類似度を高速に算出可能とする。これにより、より膨大な量の映像からの高速な Web コミュニティ抽出が実現される。第 6 章では、Web コミュニティ抽出に基づく映像検索をより効果的に行うための検索結果の可視化手法を提案する。提案手法では、バネモデルに対して映像間の類似度とリンク関係により得られた Web コミュニティへの各映像の帰属度を導入する。また、映像間の類似度をリンク関係の存在する Web 映像間のバネの強さとすることにより、Web コミュニティに含まれる映像間の関係性の可視化を実現する。提案手法により類似した映像の集合とその関係性をユーザに提示し、膨大な量の Web 上に存在する映像の中からユーザが真に所望する映像を効果的に検索することが可能となる。

以上を要約すると、本論文は Web 上の映像から得られる特徴と映像を含む Web ページ間のリンク関係に基づいて類似した内容の映像を含む Web コミュニティに基づく映像検索手法を提案している。また、本手法を実際の Web 上の映像に適用した実験を行うことによりその有効性を示している。

学位論文審査の要旨

主査	教授	長谷山	美紀
副査	教授	山本	強
副査	教授	荒木	健治

学位論文題名

Web映像の特徴に注目した検索の高度化に関する研究

(A Study on Advanced Video Retrieval Based on Web Video Features)

本論文は、Web 上の映像の特徴に注目した検索の高度化に関する基礎的な研究の成果をまとめたものである。

近年、スマートフォンの普及に伴いソーシャルメディアのビジネス利用が加速しており、様々なデジタルコンテンツ配信サービスが提供されている。このような背景のもと、代表的なソーシャルメディアサービスの一つである映像共有サービスの利用が一層活発になっている。映像共有サービスは、ビジネス利用のみならず個人ユーザが作成した映像コンテンツを容易に共有、公開することが可能であるため、膨大な量の映像が Web 上に存在するようになった。そのため、これらの大量の Web 映像の中からユーザが真に所望する映像の効果的な検索を可能とする技術の必要性が益々高まっている。

一般に、Web 上に存在する映像の検索は予め付与された内容を表すキーワードに基づいて行われる。このような背景のもと、映像に対して自動的にキーワードを付与する手法が種々提案されている。これらの手法では、映像から得られる画像特徴や音響特徴と映像の内容を表すキーワードとの対応を予め学習し、自動的に映像にキーワードを付与する。これらの手法を用いれば、大量の映像に自動的にキーワードを付与して検索を行うことが可能となる。しかしながら、これらの手法では、Web 映像と日々増え続ける多種多様な内容を表すキーワードとの関係性を学習する必要がある、その検索精度の向上には限界が存在する。一方、Web ページのテキストから重要なキーワードを抽出する手法が提案され、Web ページに内包される映像に自動的にキーワードを付与することが可能である。この手法を用いれば、映像に付与されたキーワードに基づく検索が可能となる。しかしながら、この手法では、映像から得られる画像及び音響特徴を考慮していない。広くユーザが望む検索結果を提示するためには、画像や音響などの客観的に判断できる特徴に基づく検索結果を提示する必要がある。また、従来の多くの検索手法では、ユーザによりクエリとして与えられたキーワードとの関係性やクエリとなる画像や映像との類似度に基づいて順位付けした検索結果を提示する。しかしながら、これらの順位付けに基づく検索手法では、得られた検索結果に含まれる映像間の関係性を明示することは難しく、多義性を持つような検索クエリの場合には検索結果内に複数の内容の映像が混在するという問題点が存在する。このような問題を解決し、ユーザが真に望む映像を検索するためには、検索結果として提示する映像間の関係性を可視化する手法が必要とされている。

そこで、本論文では Web 上の映像から得られる特徴と映像を含む Web ページ間のリンク関係を用いた類似した内容の映像を含む Web コミュニティの抽出に基づく映像検索手法の提案を行なっ

ている。提案手法では、Web 映像に正準相関分析を適用して得られる画像特徴、音響特徴、及びテキスト特徴から映像の類似度を定義する。さらに、得られた類似度と映像を含む Web ページ間のリンク関係を用いて類似した内容の Web 映像を含む Web コミュニティの抽出を行う。これにより、提案手法では従来の検索手法とは異なり、映像の内容とその視聴覚の特徴が類似した映像集合の抽出を可能とする。さらに、パネモデルを用いて Web コミュニティにおける各映像の関係性の可視化を実現する。これにより、従来の順位付けに基づく映像検索とは異なる Web コミュニティに基づく映像検索とその結果の可視化を可能とする。以上のように、提案手法では類似した映像の集合とその関係性をユーザに提示することにより膨大な量の Web 上の映像の中からユーザが真に所望する映像を効果的な検索を実現する。

本論文では、まず 2 章で映像検索及び Web 上の検索を行う従来手法について説明を行い、それらの手法の問題点について示す。さらに、本論文で解決すべき課題について明確にする。第 3 章では、Web 上の映像から得られる特徴と映像を含む Web ページ間のリンク関係に基づいて類似した内容の映像を含む Web コミュニティの抽出を行い、得られた Web コミュニティに基づく映像検索手法を示す。提案手法では、映像から得られる画像特徴と音響特徴、及び Web ページのテキストから得られる特徴に対して正準相関分析を適用し、得られる結果から映像の類似度を定義する。次に、映像を含む Web ページ間のリンク関係に得られた類似度を重み付けしてリンク解析することにより、類似した内容の映像を含む Web コミュニティの抽出を行う。さらに、得られた Web コミュニティをユーザが選択し、各特徴に基づいて得られた Web コミュニティを統合することにより、映像の特徴を考慮した Web コミュニティの抽出を実現する。これにより、提案手法では従来の順位付けに基づく映像検索とは異なり、類似した映像の集合に基づく検索が可能となる。第 4 章では第 3 章で提案された手法を改良し、高精度な Web コミュニティ抽出を実現する。この手法では、映像から得られる画像、音響及びテキスト特徴を 1 つの Web ページとみなして各特徴間の類似度を算出する。さらに、得られた類似度により重み付けされたリンク関係にリンク解析を施すことにより映像の特徴を考慮した Web コミュニティの抽出を行う。これにより、提案手法は高精度な Web コミュニティ抽出が可能となる。第 5 章では、実際の Web 上に存在する膨大な量の映像を対象とするための高速な映像間の類似度算出法を提案する。この手法で、Locality Sensitive Hashing を用いることにより映像間の類似度を高速に算出可能とする。これにより、より膨大な量の映像からの高速な Web コミュニティ抽出が実現される。第 6 章では、Web コミュニティ抽出に基づく映像検索をより効果的に行うための検索結果の可視化手法を提案する。提案手法では、パネモデルに対して映像間の類似度とリンク関係により得られた Web コミュニティへの各映像の帰属度を導入する。また、映像間の類似度をリンク関係の存在する Web 映像間のパネの強さとすることにより、Web コミュニティに含まれる映像間の関係性の可視化を実現する。提案手法により類似した映像の集合とその関係性をユーザに提示し、膨大な量の Web 上に存在する映像の中からユーザが真に所望する映像を効果的に検索することが可能となる。

これを要するに、著者は、Web 上の映像から得られる特徴と映像を含む Web ページ間のリンク関係に基づいて類似した内容の映像を含む Web コミュニティに基づく映像検索手法を提案し、本手法を実際の Web 上の映像に適用した実験を行うことによりその有効性を示しており、本研究を通じて、情報科学の分野に貢献すること大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士 (情報科学) の学位を授与される資格あるものと認める。