



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Extracting Semantic Relations Between Concepts Based on Textual and Visual Features of Tagged Images [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	桂井, 麻里衣
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第11492号
Issue Date	2014-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/56728
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Marie_Katsurai_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 桂井 麻里衣

審査担当者 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

Extracting Semantic Relations Between Concepts Based on Textual and Visual Features of Tagged Images

(タグ付き画像のテキスト特徴および画像特徴に基づく概念間の関係抽出に関する研究)

本論文は、タグ付き画像のテキスト特徴および画像特徴に基づく概念間の関係抽出に関する研究の成果をまとめたものである。

人々は、社会で発生する事象や物体を概念として体系付けることで高度な思考活動を可能にしてきた。生活の中で新たな概念を学ぶには、他の概念との間に存在する意味的な関係を知る必要があるといわれている。このような概念間の関係は、コンピュータによる情報検索や自動アノテーション技術を高精度化させるうえで必要不可欠な情報である。これまで、コンピュータに対する知識の共有基盤を確立するために、概念間の関係を定義した辞書が専門家により手動で構築されてきた。この辞書の情報に基づき、概念間の関連度や抽象度を自動で定量化する研究が盛んに行われている。しかしながら、参照される辞書の手動構築には多大な労力が必要であり、かつ保守や更新が困難である。そのため、従来の辞書に基づく手法では、ウェブ上に存在する膨大な数の概念を網羅することが困難であるほか、新たな概念が出現した際に迅速に対応できないという問題が存在する。

こうした背景の下、ウェブ上のコンテンツから概念間の関係を自動で抽出する手法が提案されている。特に、テキスト検索エンジンによって収集される文書集合中の統計情報を利用した研究が盛んに行われてきた。例として、同一のテキスト文書でよく用いられる単語間には強い関係が存在するという仮定の下、ある文書集合における概念の共起頻度を算出する方法が挙げられる。一方、スマートフォンの普及やネットワークの大容量化に伴い、人々は実世界で得た体験を画像・映像として記録し、ソーシャルメディアで共有するようになった。これらのデータから算出される画像特徴は、概念間の視覚的な類似度を反映するための重要な情報源となりうることが近年の研究で報告されている。これを受け、各概念に対応する画像をソーシャルメディアから収集し、画像特徴空間における分布の広がりおよび類似性を評価することで概念間の関連度算出および概念の抽象度推定を行う手法が提案されている。

上記の従来研究はいずれもテキスト特徴もしくは画像特徴という単一の特徴しか利用しておらず、他方の特徴欠落による情報損失が生じるという問題点が存在する。例として、テキスト特徴のみを利用した手法は概念間の視覚的な類似性を捉えることが困難であり、画像特徴のみを利用した手法は抽象度の高い概念をモデル化することが困難である。この解決策として、テキスト文書およびそれに付随した画像の特徴を協調的に用いることで、従来研究に比べてより人間の認識に基づいた概念間の関係抽出を行えることが期待できる。

そこで、本論文では、タグ付き画像から得られるテキスト特徴および画像特徴という異種の特徴を利用した概念間の関係抽出手法の提案を行う。はじめに、画像内容を表すタグが正確に付与された画像データセットを想定し、教師あり学習の枠組みで二種類の特徴を協調利用した概念間の類似度算出を実現する。具体的には、識別器の学習を通じて各概念に関連する画像特徴を選択し、同一画像で

共起する概念対が画像特徴を共有する度合いを算出する。実験により、これらの特徴が概念間の関係抽出において有効であることを示す。次に、ソーシャルメディア上のタグ付き画像からなるデータセットを想定し、テキスト特徴および画像特徴を協調利用した概念間の関係抽出手法を提案する。これらの異種特徴を取り扱うために、提案手法では、二種類の特徴の写像から構成される潜在空間の存在を仮定する。この潜在空間において、各概念を平均および分散パラメータによって特徴付けられる確率密度関数としてモデル化する。推定された確率密度関数に基づき、概念間の関連度を表す指標および各概念の抽象度を表す指標を導出する。提案する指標によって得られる概念間の関係を、ノードを概念、エッジを概念間の関係とみなしたグラフ構造として表現することで、画像検索やアノテーションへの応用を試みる。さらに、本論文では、概念間の関係における時間変化の解明を目的とし、時間軸上において各概念に対応するタグ付き画像の内容変化を検出する手法を提案する。具体的に、提案手法では、画像に付与された撮影日時情報を利用し、時間区間ごとに各概念に対応する確率密度関数を算出する。これにより、概念の意味の変化が起こる時点の検出を、隣接する時間区間における確率密度関数の類似度算出として定式化する。以上のように、本論文では、タグ付き画像から得られるテキスト特徴、画像特徴および時間情報を用いた概念間の関係抽出手法を提案することで、情報検索やアノテーションの高精度化および利便化を実現する。

本論文の構成内容は以下のとおりである。まず、第1章では、本論文の研究背景、目的、および構成について述べる。第2章では、本研究の関連研究として、テキスト特徴あるいは画像特徴を用いた概念間の関係抽出手法を紹介し、それらの解決すべき問題点を提示する。さらに、本研究の応用先である画像検索やアノテーションの代表的な手法について説明する。第3章では、画像内容を表すタグが正確に付与された画像データセットを想定し、画像特徴の類似性に着目した概念間の関係抽出手法を提案する。具体的には、ある概念対が画像特徴を共有する度合いが大きいほどそれらの間の意味的な関係が強いとみなし、識別器の学習を通じて各概念に関連する画像特徴を選択する。さらに、画像に付与されたタグから、画像中で共起する概念対を取得し、一方の概念に関連する画像特徴が除去された際の識別器の推定誤差に基づく指標を定義する。第4章では、ソーシャルメディア上のタグ付き画像から算出されるテキスト特徴および画像特徴を協調的に用いた概念間の関係抽出手法を提案する。テキスト特徴と画像特徴はそれぞれ異なる種類の特徴であり、同一ベクトル空間で取り扱うことが困難である。そこで提案手法では、確率的正準相関分析により、二種類の特徴から生成される潜在変数の存在を仮定する。さらに、各概念に対し、潜在変数の分布をモデル化することで、概念間の関連度算出および概念の抽象度推定を実現する二つの指標を導出する。第5章では、画像に付与された撮影日時情報を利用し、時間軸上における各概念の変化を表す指標を提案する。具体的には、第4章で提案した手法に対し時間軸を導入し、時間区間ごとに確率密度関数の算出を行う。時間軸上における確率密度関数の非類似度を表す指標を通じて、概念間の関係の時間変化を検出する。最後に、第6章において、本論文のまとめと今後の課題について述べる。

これを要するに、著者は、タグ付き画像から得られるテキスト特徴と画像特徴を利用することで、概念間の関係抽出を実現する手法の提案を行っている。また、本手法を実際にソーシャルメディアから収集したタグ付き画像からなるデータセットに適用する実験により、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ところ大なるものがある。

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があるものと認める。