

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：62615

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26240016

研究課題名(和文)大規模映像アーカイブにおける事物マイニングによる社会センシング基盤技術

研究課題名(英文) Social Sensing Technology Suite based on Object Mining for Large-Scale Video Archives

研究代表者

佐藤 真一 (SATO, Shin'ichi)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・教授

研究者番号：90249938

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、放送映像において特定の事物(人物、場所、商品、特定の資料映像等)の出現頻度やその時間展開等を解析することにより、社会における様々なイベント(景況、スポーツなどの祭典、災害、事件等)に関連する情報をセンシングする基盤技術について検討を行う。具体的には、大規模放送映像アーカイブから事物を自動検出・同定する事物マイニング技術と、放送映像空間における事物の分布の多面的な分析を可能とする社会センシング基盤技術について検討する。特に事物マイニングは挑戦的な課題であり、大局的整合性判定による高精度かつ飛躍的に高速な手法の実現を目指す。

研究成果の概要(英文)：We study and develop technology suite for social sensing to evaluate events in our society (financial situation, sports events, disasters, accidents, etc.) by analyzing temporal exploration and frequencies of objects (person, location, products, file footage, etc.) in broadcast video archives. In concrete, we study object mining technique to detect and identify objects in large-scale broadcast video archives, and social sensing technology suite to accomplish multi-facet analysis of the occurrences of the objects in the space of broadcast video archives. Especially, object mining is a challenging topic, and we address significant performance and efficiency boost by global consistency checking.

研究分野：マルチメディア検索

キーワード：大規模放送映像アーカイブ 社会センシング 物体マイニング 映像マイニング

1. 研究開始当初の背景

放送映像は、万人が視聴している情報であって社会に対する影響が大きく、また社会で起きている事物を基本的に偏りなく提供している情報源であり、かつ社会が要請している情報を提供することを使命としているメディアであり、社会で起きている事物のセンシングには最適の情報源である。放送映像の解析には、社会学分野において広く用いられているように、研究者が番組を一つ一つ視聴して子細な情報を分析する方法もあるが、放送映像中の事物(人物、場所、物体、特定の資料映像等)が検出・同定できれば、こうした事物や関連イベントの放送映像空間(チャンネル・番組・時間によりなる空間)中での分布が観測でき、単に放送映像を視聴していただだけでは分からない、隠れた関連性や影響解析が可能となる。例えば、選挙公示期間の候補者の放送中での露出回数と選挙結果の相関解析などは有効な社会センシングであり、われわれもブログと放送映像の間の同一物体や同一資料映像の共起に基づく相互影響解析による社会分析の有効性を実証済みである。そこで本研究では、大規模放送映像アーカイブから事物を自動検出・同定する事物マイニング技術と、放送映像空間における事物の分布の多面的な分析を可能とする社会センシング基盤技術の実現を目指す。特に大規模放送映像アーカイブからの事物(物体)マイニングの実現は学術的貢献が大きい。

2. 研究の目的

われわれの有する物体検索技術に基づき、新たに検討する大局的な整合性による頑健で飛躍的に高速な事物マイニング技術を実現する。また、その結果並びに開発済みのコマースマイニング並びに顔マイニング結果を利用し、放送映像空間における事物の分布の解析に基づく社会センシング基盤技術を実現し、社会における事象の効果的なセンシングが可能であることを示す。

3. 研究の方法

本課題を構成する大規模放送映像における事物マイニング技術と、放送映像空間における事物の分布の解析による社会センシング基盤技術について以下のように検討を進めた。1) 事物マイニング技術については、時間的並びに空間的整合性を考慮に入れた大局的整合性判定に基づく高精度かつ高速な手法の実現を目指した。2) 社会センシング基盤技術については、コマースマイニング技術と顔検出・照合技術とも合わせ、検出した事物の放送映像アーカイブ空間中での分布に基づく可視化、並びに事物の分類や関連性の解析を行うマイニング技術について検討した。

4. 研究成果

(1) 大域的時間整合性を判定する映像表現

Temporal Embedding

大域的時間整合性を判定する映像表現 Temporal Embedding(TE)を考案した。本手法では、映像を構成するすべてのフレーム画像の画像特徴量とその時間情報とをあわせて表現しうる temporal matching kernel 法と、それらを統合して映像に対する統合した特徴表現とするための explicit feature map 法とを組み合わせ、映像の長さによらず、あらゆる映像について一定長の特徴表現としながら、映像同士の照合時には初号するセグメントの時間オフセットの存在にかかわらず照合可能であり、あわせてそのオフセットまで推定できる方法を考案した。さらには、TEに基づく仮想レlevanceフィードバック法、画像検索における幾何整合性判定と同様の時間整合性判定法に基づくポストフィルタリング、複数周期の統合法等、様々な映像照合精度向上技法について広範に検討を行い、高速・高精度の事物マイニングを実現するための根幹を確立した。なお、本成果はマルチメディア分野の最高峰の国際会議 ACM Multimedia に採択され、発表を行っており、国際的にも高く評価された。

(2) Multiplex Network に基づくニュース映像の関連性解析と可視化

数年間にわたるニュース映像アーカイブを解析し、単純なルール(同じショットに出現、同じトピックに出現、等)で政治家同士を関連付け、全体をグラフ構造で表現し、可視化することにより、各政治家の特徴、勢力の時間変化、内閣や政党との関連性などを効果的に可視化するツールを構築した。またこのグラフに対しグラス信号処理を適用することにより、政党(政権与党か野党か)の自動推定が可能であることを示した。なお、本成果は IEEE Transactions on Multimedia 等に採択され公表しており、国際的にも高く評価された。

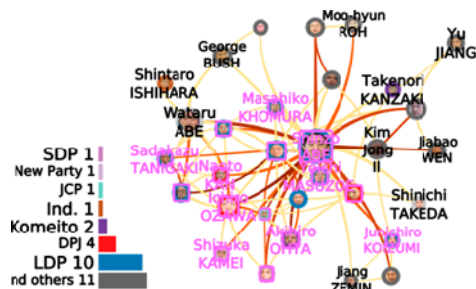


図1. ニュース映像中の人物の関連性可視化ツール

(3) 識別機適応型量子化に基づく転置索引による超高速物体検索

大量の画像・映像情報から指定した物体を高精度・高速に検索する技術を実現した。データベース中の大量の画像・映像に対し、各画像やフレーム画像ごとに大量に(数千程度)

算出した物体候補領域に対応する深層学習特徴量を算出し、事前に索引構造に格納することにより、検索時には高精度かつ高速な処理を実現した。索引構造に格納するために、新たに開発した識別機適応型量子化を利用しており、索引構築時には検索対象のクラスが未知であっても、検索時に効果的に候補の絞り込みが可能となっている。本技術により、10万枚の画像から指定した物体を100ms程度で検索可能となった。なお、本成果は、コンピュータビジョンの難関国際会議 ECCV に採択され発表を行っており、国際的にも高く評価された。

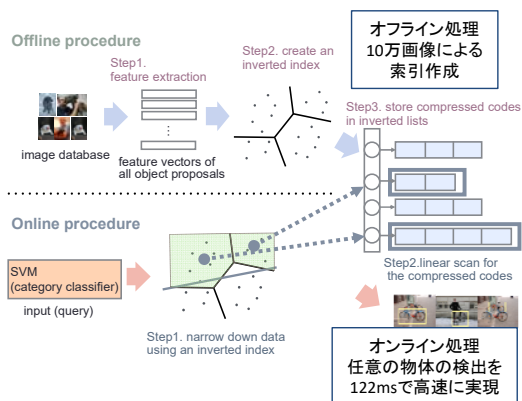


図 2. 識別機適応型量子化に基づく転置索引による超高速物体検索

(4) 番組視聴率と放送映像内容解析の統合による視聴者行動マイニング

一年分の放送映像アーカイブに様々な画像意味解析や自然言語処理等を施し、視聴率情報と組み合わせることで解析し、視聴率が顕著に上下している個所の画像・言語情報の傾向を解析し、視聴者の行動の理由をマイニングにより解き明かすツールを開発した。視聴率の顕著な変化をイベントととらえ、各イベントの理由を解明することが目的だが、単一のイベントのみでは原因を絞り込むことが難しい。そこで、本システムでは、同様のイベントを様々なフィルタリング技術で集め、それらに共通にみられる画像意味解析や自然言語処理の結果のパターンを可視化することにより、効果的なマイニングを実現している。なお、本成果は国際会議 ISM にて Best Paper Honorable Mention を受賞し、また IEEE Multimedia にも採択され発表しており、国際的にも高く評価された。



図 3. 視聴者行動マイニングシステム

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 9 件)

- [1] Ryota Hinami and Shin'ichi Satoh, "Audience Behavior Mining: Integrating TV Ratings with Multimedia Contents," IEEE MultiMedia, Vol. 24, No. 2, pp. 44-54, April-June, 2017. (査読あり)
- [2] Benjamin Renoust, Duy-Dinh Le, and Shin'ichi Satoh, "Visual Analytics of Political Networks from Face-tracking of News Video," IEEE Trans. on Multimedia, Vol. 18, Issue 11, pp. 2184-2195, 2016. (査読あり)
- [3] Y. Uchida, S. Sakazawa, and S. Satoh, "Image Retrieval with Fisher Vectors of Binary Features," ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol. 4, No. 4, pp. 326-336, 2016. (査読あり)
- [4] Masaya Murata, Hidehisa Nagano, Kaoru Hiramatsu, Kashino Kunio, and Shin'ichi Satoh, "Bayesian Exponential Inverse Document Frequency and Region-of-Interest Effect for Enhancing Instance Search Accuracy," IEICE Trans. on Information and Systems, Vol. E99-D, No. 9, pp. 2320-2331, 2016. (査読あり)
- [5] Benjamin Renoust, Tetsuro Kobayashi, Thanh Duc Ngo, Duy Dinh Le, and Shin'ichi Satoh, "When face-tracking meets social networks: a story of politics in news videos," Applied Network Science, Vol. 1, No. 1, pp. 1-5, DOI: 10.1007/s41109-016-0003-2, 2016. (査読あり)
- [6] Siriwat Kasamwattananote, Yusuke Uchida, and Shin'ichi Satoh, "Query Bootstrapping: A Visual Mining based Query Expansion," IEICE Trans. on Information and Systems, DOI: 10.1587/transinf.2015EDP7193, Vol. E99-D, No. 2, pp. 454-466, 2016. (査読あり)
- [7] Masaya Murata, Hidehisa Nagano, Ryo Mukai, Kashino Kunio, and Shin'ichi Satoh, "BM25 with Exponential IDF for Instance Search," IEEE Trans. on Multimedia, Vol. 16, Issue 6, pp. 1690-1699, 2014. (査読あり)
- [8] Bor-Chun Chen, Yan-Ying Chen, Yin-Hsi Kuo, Thanh Duc Ngo, Duy-Dinh Le, Shin'ichi Satoh, and Winston H. Hsu, "Scalable Face Track Retrieval in Video Archives using Bag-of-Faces"

Sparse Representation,’’ IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, doi: 10.1109/TCSVT.2016.2538520, published on 4, March, 2016. (査読あり)

- [9] Sang Phan, Thanh Duc Ngo, Vu Lam, Son Tran, Duy-Dinh Le, Duc Anh Duong, and Shin’ichi Satoh, ‘‘Multimedia Event Detection Using Segment-based Approach for Motion Feature,’’ Journal of Signal Processing Systems, Vol. 74, No. 1, pp. 19-31, Springer, doi: 10.1007/s11265-013-0825-4, 2014. (査読あり)

[学会発表] (計 11 件)

- [1] Benjamin Renoust, Gene Cheung, Shin’ichi Satoh, ‘‘Estimating Political Leanings from Mass Media via Graph-Signal Restoration with Negative Edges,’’ Proc. of International Conference on Multimedia and Expo (ICME2017), Full Paper, Poster, 2017. (査読あり)
- [2] Ryota Hinami and Shin’ichi Satoh, ‘‘Audience Behavior Mining by Integrating TV Ratings with Multimedia Contents,’’ IEEE International Symposium on Multimedia (ISM 2016), San Jose, USA, December 11-13, 2016. (査読あり)
- [3] Norio Katayama, Hiroshi Mo, and Shin’ichi Satoh, ‘‘Unsupervised Estimation of Video Continuity Model from Large-Scale Video Archives and Its Application to Shot Boundary Detection,’’ IEEE International Symposium on Multimedia (ISM 2016), San Jose, USA, December 11-13, 2016. (査読あり)
- [4] Benjamin Renoust, Thanh Duc Ngo, Duy-Dinh Le, and Shin’ichi Satoh, ‘‘News archive exploration combining face detection and tracking with network visual analytics,’’ ACM Multimedia, Demo, Amsterdam, the Netherlands, Oct. 15-19, 2016. (査読あり)
- [5] Ryota Hinami and Shin’ichi Satoh, ‘‘Large-scale R-CNN with Classifier Adaptive Quantization,’’ Proc. of European Conference on Computer Vision (ECCV2016), pp. 403-419, Amsterdam, the Netherlands, Oct. 8-16, 2016. (査読あり)
- [6] Benjamin Renoust, Duy-Dinh Le and Shin’ichi Satoh, ‘‘Network Visual Analytics of News Videos based on Facetracking,’’ IEEE PacificVis 2016,

Taipei, Taiwan, April 19 to 22, 2016. (査読あり)

- [7] Benjamin Renoust, Thanh Duc Ngo, Duy Dinh Le, and Shin’ichi Satoh, ‘‘A Social Network Analysis of Face Tracking in News Video,’’ International Workshop on Complex Networks and their Applications, in conjunction with International Conference on Signal Image Technology and Internet Based Systems (SITIS), Bangkok, Thailand, Nov. 23-27, 2015. (査読あり)
- [8] Sebastien Poullot, Anh Nguyen Phuong, Shunsuke Tsukatani, Herve Jegou, and Shin’ichi Satoh, ‘‘Temporal matching kernel with explicit feature maps,’’ ACM Multimedia, Full paper, Brisbane, Australia, 26-30 October, 2015. (査読あり)
- [9] Sang Phan, Duy-Dinh Le, Shin’ichi Satoh, ‘‘Multimedia Event Detection Using Event-Driven Multiple Instance Learning,’’ ACM Multimedia, Short paper, Brisbane, Australia, 26-30 October, 2015. (査読あり)
- [10] Sang Phan, Duy-Dinh Le, and Shin’ichi Satoh, ‘‘Sum-max Video Pooling for Complex Event Recognition,’’ Proc. of ICIP, Paris, France, Oct. 27-30, 2014. (査読あり)
- [11] Norio Katayama, Hiroshi Mo, and Shin’ichi Satoh, ‘‘Enhanced Visualization of News Shot Cloud with Employing Circular Layout,’’ The 8th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction (VINCI), Tokyo, Japan, Aug. 24-26, 2015. (査読あり)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 真一 (SATO, Shin’ichi)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・教授

研究者番号：90249938

(2) 研究分担者

なし

(3)連携研究者

片山 紀生 (KATAYAMA, Norio)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究
系・准教授

研究者番号：60280559

レ ユイディン (LE, Duy-Dinh)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究
系・准教授

研究者番号：80450170

孟 洋 (MO, Hiroshi)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究
系・助教

研究者番号：60312203

(4)研究協力者

なし