

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 16 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25330133

研究課題名(和文) 画像セグメンテーションから得られるビジョンキーを用いた新しい画像検索手法の開発

研究課題名(英文) Development of a new image retrieval system using vision key obtained from image segmentation

研究代表者

Pyke Tin (Pyke, Tin)

宮崎大学・国際連携センター・客員教授

研究者番号：70536961

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、コンテンツベースの画像検索において、画像セグメンテーションから求められるビジョンキーと呼ばれる新しい概念を導入し、関連情報を検索する際に、データベースに対するクエリとして提示する方法を開発した。また、TPO(時と場所と場合)によって変わるユーザの意図を把握し、その要求に沿った検索結果を提示できる、柔軟な類似画像検索システムの開発を行い、計算機実験を通して、その有効性を確認した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we have introduced a new concept called "vision key" which is obtained from image segmentation in CBIR (Contents Based Image Retrieval), and developed a new method to present it as a query to the database when retrieving related information. We have also developed a flexible similar image retrieval system that can grasp the user's intention depending on TPO (Time, Place and Occasion) and present the retrieval results according to the request, and confirmed the effectiveness through computer experiments.

研究分野：大規模画像検索、ビッグデータ、IoT、クラスタリング、データマイニング

キーワード：ビジョンキー 類似度測度 リランキング 画像クラスタリング 複数特徴画像セグメンテーション
マルコフ定常状態

1. 研究開始当初の背景

(1) 現代はビッグデータの時代と言われており、インターネットを中心にイラストや写真を含む大量のデータが日々生成・蓄積・消滅している。その有効利活用のためには、データベースの効率的な管理、検索技術が必要になる。そこで、これらの蓄積された大量データの中から、ユーザの要求に合致した画像を素早く見つけだすことができる画像検索のために、テキストでなく画像そのものをキーワードとして用いる CBIR (Context-Based Image Retrieval) に注目が集まっている。一方、これらの情報を利用するユーザの要求は多様化しており、また一人のユーザが同じキーワードを用いても TPO (時と場所と場合) により求めるものが異なる場合があるため、その時々ユーザの要求を検索結果に反映させられる柔軟なシステムの開発が望まれている。本研究では、CBIR において、画像セグメンテーションから求められるビジョンキーと呼ばれる新しい概念を導入し、関連情報を検索する際に、データベースに対するクエリとして提示する方法を提案する。

(2) 既存の画像検索システムのほとんどはテキストをキーワードとして用いており、必ずしもユーザの要求に沿った検索結果を提供できていない。一方、既存の CBIR は、必ずしもユーザの要求に沿った結果を提示するのに有効ではない。この問題に対処するために、部分領域ベースの画像検索システムが世界的に注目を集めており、検索能力を改善するために画像の部分領域と予備知識を利用する。しかし、次のような重要な問題がほとんど未解決のままである。

- ① 効果的な問合せをするためにビジョンキーをどのように定義し、抽出するか、
- ② 画像全体とその部分領域に対する異なる種類の画像類似度測定をどのように算出するか、
- ③ 類似性に基づいて適切に部分領域を定義するという最も困難な問題にどのように取り組むか、
- ④ 様々なビジュアル特徴を検索システムにどのように統合して、クエリ画像と部分画像間の類似性を決定するか、

等がある。その主な理由の1つは、既存のシステムのほとんどが画像全体を一体のものと捉えていることにある。実際には、ユーザの関心はしばしば画像の一部にすぎないことも多い。これらの問題の解決は、ユーザ満足度最大化に向けて全ての CBIR に共通する課題である。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、TPO によって変わるユーザの意図を把握し、その要求を検索結果に反映

できる、柔軟な類似画像検索システムの開発を目的とする。さらに、変形や部分的な隠蔽、拡大縮小等の影響を受けた画像の検索をも可能とすることに加えて、クエリ画像の一部分のみを含んでいても、関連した類似画像検索が可能なシステムの開発を目指す。既存の画像検索システムのほとんどは、効果的なユーザー依存のクエリを決めることができない。そのため、同じキーワードを用いても TPO によって変わるユーザの要求を十分に満たす検索結果を提示できていない。

(2) 本研究の目的は、①ユーザ満足度最大化に向けて大規模データベース内の画像を検索するための新技術を開発すること、②データベースへの効果的な照会のためにユーザインターフェースとしてのビジョンキーを探し出して利用すること、である。ビジョンキーの例を図1に示す。システムは次の要素から構成される。

- ① マルコフ定常確率による類似度測度を用いたビジョンキーベースの検索とランキング、
- ② ユーザの要求する情報に合わせたランキング、
- ③ 著作権侵害、登録商標やロゴマークの複製や偽造等を発見するためのユーザ・インタフェースとフィードバック画像検索手法と適応的検知。

(3) 多様な手がかりを観察することで情報を補完し、ビジョンキーベースの画像検索が実行される。提案するビジョンキーベースの画像検索システムは次の構成要素から成る：① マルコフチェーンの同値類を基に画素間の類似度測度の形成、② ビジョンキーと抽出された関連出力画像としての画素同値類の定義、③ 新しい画像クラスタリング過程の実施、④ 画像キークラスタをクエリとして用いることと再びランクすること、⑤ 最初のビジョンキーの中の画像が、全て用いられるまで上記のプロセスを繰り返すこと。このようにすることで、最終出力は従来手法に比べて高いユーザ満足度が得られる。

(4) 色やテキスト等の多様な特徴から導き出される結果を結合するための重みは学習により最適化される。結果として、画像セグメンテーションとクラスタリングに基づいて多数のビジュアル特徴が、マルコフチェーン同値類の原理によって実装される。このようにして、新しく導入されるビジョンキーを用いることにより柔軟な検索が可能となる。

(5) 図1上段の例では、ビジョンキーを用いた場合は他のサブイメージを使用するより正確に検索ができる。また、下段の人気ブランド「ウメッシュ」の例でブランド名が若干変更されていても、正確なオリジナルソース画像を検出し、正確に識別することができる。

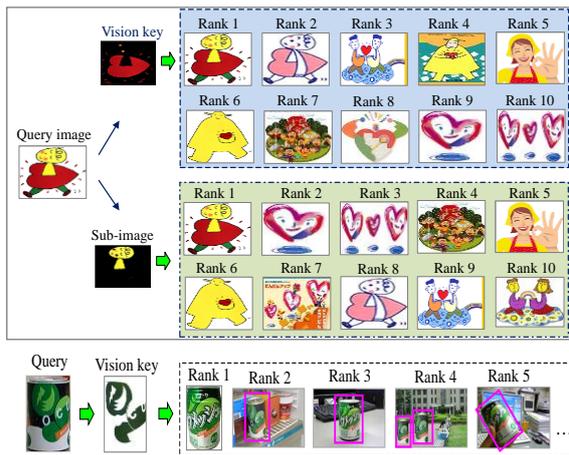


図1 ビジョンキーの例

3. 研究の方法

(1) 図2にビジョンキーを用いた検索システム概略処理ブロック図を示す。複数特徴量による相補的利用が問題解決の鍵になる。適合率やF値も重要であるが、登録商標図形検索などにおいて最も重要なファクターは再現率である。大規模データベースの検索結果は羅列的でなく順位づけて提示することで効率がよくなり、その際に提示枚数を増やせば、再現率を高めることは容易であるが、ここでは、提示枚数をできるだけ少なく保ちつつ、高再現率を目指す。

(2) 目標を達成するために、一連のモジュール方式に基づく研究計画に沿って進める。そのモジュールは、①ユーザの意図と関連の強いビジョンキー情報処理のための新しい基本技術の開発、②マルコフ連鎖理論に基づくクラスタリングプロセス、③著作権違反を発見し、偽造された画像を検出するためのユーザへのインタフェースフィードバック画像検索システム、等である。

(3) さらに、以下に示すサブモジュールを実施する：①ビジョンキーを開発するための画像のセグメント化のためのフレームワーク、②ビジョンキー類似度測度と新しい検索スペースへの情報の埋め込み、③非常に大きなデータベースを効率的に検索するために、著作権で保護された画像や特許ロゴの複製を発見するアプリケーション分野の調査、等である。システム実装は、マルコフ連鎖理論に基づく画像セグメンテーションとクラスタリングと画像データベースの新しい組み合わせによる。このフレームワークは、2つの主要コンポーネントで構成される。①画像特徴の抽出とマルコフ連鎖等価クラスの効率的な導出、②抽出された特徴を新しい画像セグメンテーション方法およびビジョンキーとして利用する。ここでは、形状、色、テキスト情報が使用される。

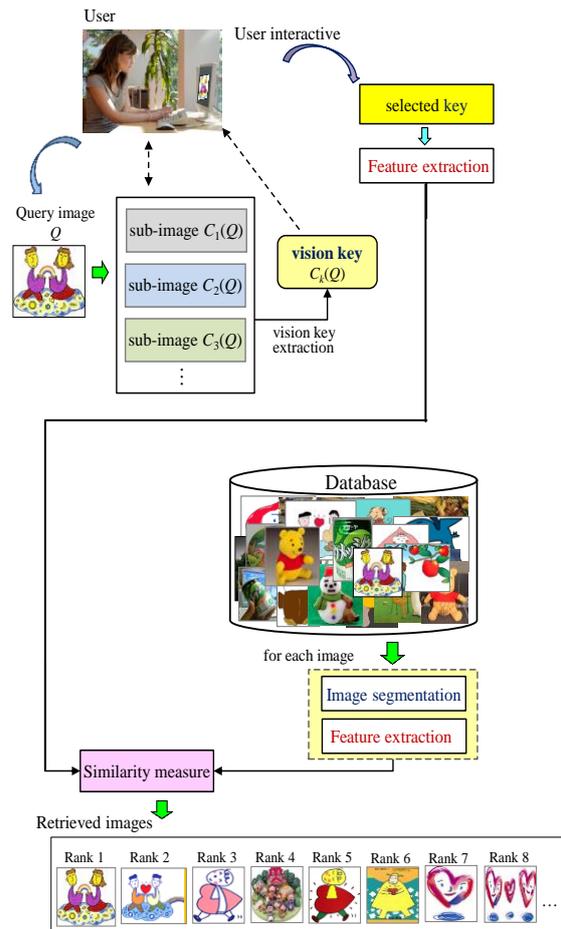


図2 ビジョンキーを用いた検索システム概略処理ブロック図

4. 研究成果

(1) 2値画像検索に利用する領域ベースの形状記述子を用いたシステムを提案し、その有効性を検証するために、MPEG-7 CE Shape-1 Part-B データセットを用いて計算機シミュレーションを行った結果、ブルズアイスコア64%となった。特に、クエリ画像とデータベース画像が類似し、各クラス内であまり差異がない場合、良好な検索結果を示した。

(2) また、ユーザの意図を検索結果に反映させるためにユーザ意図ビジュアル情報ランキングシステムを提案した。ここでは、ユーザの要求するウェブページと画像間類似度の両方を推定するために埋め込み型マルコフ遷移を採用した。ユーザの関心を理解し、ビジュアルな画像コンテンツとどのように結び付けるかについて検討し、提案アプローチによるデータ分析と実験を行った。その結果、実世界 Yelp ソーシャルネットワークを用いて、インターネットユーザのためのWeb画像検索システムの有用性と実効性を確認した。

(3) キーとなる情報の傾向を知ったり、異常に高いまたは低いアクティビティを知るために、ビッグデータを分析・理解することは、幅広い応用範囲を持つ。ビッグデータ分析に

において重要な課題である、ビッグデータから適切なタイミングで適切なターゲットに対して適切な情報を提供するために、ビッグデータ分析におけるデータ駆動型キー情報検索システムのためのフレームワークを提案し、その有効性を確認した。

(4) クラスタリングは、ある類似度あるいは距離尺度に基づいてデータ項目をグループ化することである。ここでは、効果的なクラスタリングアルゴリズムを生成するために、データ点またはノード間の距離として最初に到着した時間を用いる相関ランダムウォークを提案した。提案手法は、実世界のデータセットに対して既存の手法に比べて応用面で多くのより優れた点を持つことを示した。

(5) トポロジカルなデータ構造、共起行列とマルコフ連鎖の理論を用いて、消費者の行動を分析するためのビッグデータ・アプリケーションフレームワークを提案した。シミュレーションは、消費者の購買行動を模して行った。次の仕事は、消費者の世界において実際のデータを用いて検証することである。複数のデータソースを用いて、混沌とした膨大なデータから洞察を行うための実験はソーシャル・ネットワーク・プラットフォーム上でを行い、その有効性を確認した。

(6) ソーシャルネットワークにおける人気度と信頼性を評価し、ランク付けするための確率モデルを提案した。特に、共起ユーザ間の関係を利用することにより、時間、空間およびシナリオに基づいて人気度を評価するために待ち行列モデル、信頼性を評価するためにマルコフ連鎖を用いてモデル化した。そして、ソーシャルネットワークシステムのために統合されたグローバルランクを計算するために2つの測度を凸結合または融合した。最後に、ツイッターやユーチューブからのソーシャルネットワークデータを用いていくつかの例示的な計算機シミュレーションを行い、提案手法の有効性を確認した。

(7) ソーシャルリンクに基づくマルコフ連鎖モデルを用いることによって、ソーシャルネットワークにおける一般的な画像のランキングシステムを提案した。図3にその1例を示す。図4が示すように再現率と適合率はトレードオフの関係にある。画像や写真のソーシャルリンクは、ユーザの好みの写真集、いくつかのグループ、アートギャラリー、およびWebの検索エンジンから得られたコンテンツからのリンク、あるいはそれらへのリンクへと定義することができる。提案手法の有効性は、人気のあるソーシャルネットワークやフリッカーから自動的に集めた画像を使用して確認されている。



図3 クエリ Agip に対するランキング結果

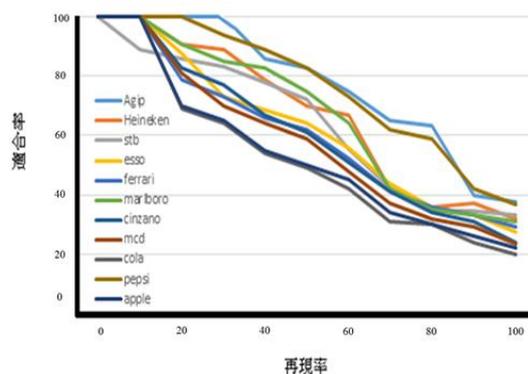


図4 再現率と適合率

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11件)

- ① Moe Zet Pwint, Mie Mie Tin, Mitsuhiro YOKOTA, Thi Thi Zin, “Trademark Image Retrieval using Angular Radial Histogram Approach on Object Region,” *Memoirs of Faculty of Engineering, University of Miyazaki*, vol. 46, pp. 221-226, July 2017, 査読なし
- ② Swe Nwe Nwe Htun, Khin Mo Mo Tun, Mitsuhiro YOKOTA, Thi Thi Zin, “A Hybrid Information Ranking System for Web Image Search,” *Memoirs of Faculty of Engineering, University of Miyazaki*, vol. 46, pp. 227-232, July 2017, 査読なし
- ③ Mie Mie Tin, Nyein Nyein Myo, Mie Mie Khin and Thi Thi Zin, “Based Approach for Key Frame Extraction on Large Video Sequences,” *ICIC express letters. Part B, Applications: an international journal of research and surveys*, vol. 7, no. 12, pp. 2713-2717, Dec. 2016, 査読有
- ④ Thi Thi Zin, Pyke Tin, H. Hama, “Deep Learning Model for Integration of Clustering with Ranking in Social Networks,” *Genetic and Evolutionary Computing. ICGEC 2016. Advances in*

Intelligent Systems and Computing, vol. 536. Springer, pp. 247-256, Nov. 2016, 査読有

- ⑤ Thi Thi Zin, Pyke Tin and H. Hama, “Markov Chain based Query Classification for User Intent Image Search Engines,” *ICIC Express Letters*, vol. 10, no. 9, pp. 2129-2134, 2016, Sep. 2016, 査読有
- ⑥ Thi Thi Zin, Pyke Tin, H. Hama, “A novel research topic ranking system in academic networks,” *Genetic and Evolutionary Computing: Advances in Intelligent Systems and Computing 387*, Springer, Volume I, pp. 361-368, Aug. 2015, 査読有
- ⑦ Thi Thi Zin, Pyke Tin, T. Toriu, H. Hama, “A matrix-geometric method for web page ranking systems,” *Journal of Information Hiding and Multimedia Signal Processing*, vol. 6, no. 4, pp. 639-647, Jul. 2015, 査読有
- ⑧ Thi Thi Zin, Pyke Tin, H. Hama, T. Toriu, “A triplet Markov chain model for loitering behavior detection,” *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, vol. 6, no. 3, pp. 613-618, Mar 2015, 査読有
- ⑨ Pyke Tin, Thi Thi Zin, T. Toriu, H. Hama, “A novel hybrid approach to image ranking system”, *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, vol. 6, no. 3, pp. 743-748, Mar 2015, 査読有
- ⑩ Thi Thi Zin, Pyke Tin, H. Hama, T. Toriu, “A new look into web page ranking systems,” *Genetic and Evolutionary Computing: Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, vol. 329, pp. 343-351, Nanchang, China, Oct. 2014, 査読有
- ⑪ Pyke Tin, Thi Thi Zin, H. Hama, T. Toriu, “A data-driven key information search system in big data analytics”, *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, vol. 5, no. 2, pp. 365-370, Apr. 2014, 査読有

[学会発表] (計10件)

- ① 石川 達也, Thi Thi Zin, 画像処理による不審者検知に関する研究、2016年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集、論文番号 D-33、宮崎大学 (宮崎県・宮崎市)、平成28年9月28日
- ② Thi Thi Zin, H. Hama, Pyke Tin, “Reliability and Availability Measures for Internet of Things Consumer World Perspectives,” *Proc. of The 5th 2016 IEEE*

Global Conf. on Consumer Electronics (GCCE2016), メルパルク京都 (京都府・京都市), pp. 367-368, Oct. 11-14, 2016, 査読有

- ③ Moe Zet Pwint, Thi Thi Zin, M. Yokota, Mie Mie Tin, “Shape Descriptor for Binary Image Retrieval,” *Proc. of The 5th 2016 IEEE Global Conf. on Consumer Electronics (GCCE2016)*, メルパルク京都 (京都府・京都市), pp. 365 - 366, Oct. 11-14, 2016, 査読有 (謝辞あり)
- ④ Swe Nwe Nwe Htun, Thi Thi Zin, M. Yokota, Khin Mo Mo Tun, “User-Intent Visual Information Ranking System,” *Proc. of the 5th IEEE Global Conf. on Consumer Electronics (GCCE2016)*, メルパルク京都 (京都府・京都市), pp. 15-16, Oct. 11-14, 2016, 査読有 (Outstanding Student Paper Award, IEEE JC WIE Best Paper Award)
- ⑤ Thi Thi Zin, Pyke Tin, H. Hama, “A novel method for product brand ranking,” *Proceedings of The 4th IEEE Global Conf. on Consumer Electronics (GCCE 2015)*, 大阪国際会議場 (大阪府・大阪市), pp. 328-329, Oct. 27-30, 2015, 査読有
- ⑥ 児嶋 賢也, 椎屋 和久, Thi Thi Zin, コンテンツベース検索のための画像類似度を用いたランキング結果の改善に関する研究, 第68回電気・情報関係学会九州支部連合大会, 福岡大学 (福岡県・福岡市)、平成27年9月26日-27日
- ⑦ Thi Thi Zin, Pyke Tin, T. Toriu, H. Hama, “A human behavior analyzer framework for consumer product search engines,” *Proceedings of The 3rd IEEE Global Conf. on Consumer Electronics (GCCE 2014)*, 国際会議場 (千葉県・千葉市), pp. 138-139, Oct. 7-10, 2014, 査読有, DOI: 10.1109/GCCE.2014.7031301
- ⑧ Pyke Tin, Thi Thi Zin, T. Toriu, H. Hama, “A cluster based ranking framework for multi-typed information networks,” *Proceeding of 10th Intl. Conf. on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP 2014)*, DOI:10.1109/IIH-MSP.2014.110, pp. 415-418, 北九州国際会議センター (福岡県・北九州市), Aug. 27-29, 2014, 査読有
- ⑨ S. Tanaka, Thi Thi Zin and T. Toriu, “Retrieval map for combination of features in content-based image retrieval,” *Proceeding of 20th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV 2014)*, 沖縄工科大学 (沖縄県・名護市), pp. 112-115, Feb. 4-6, 2014, 査読有

⑩Thi Thi Zin, Pyke Tin, H. Hama, T. Toriu,
“An integrated framework for detecting
suspicious behaviors in video
surveillance, *Proceeding of SPIE 9026,
Video Surveillance and Transportation
Imaging Applications 2014*, 902614;
DOI:10.1117/ 12.2041232. (IS&T/SPIE
Electronic Imaging, San Francisco,
California, USA, Feb. 2-6, 2014, 査読有

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計2件)

①名称: 画像処理装置、画像処理プログラム
及び画像処理方法

発明者: 鳥生 隆、濱 裕光、ティティズイン

権利者: 公立大学法人大阪市立大学

種類: 特許

番号: 特願 2014-057428 号

出願年月日: 平成26年3月20日

国内外の別: 国内

②名称: データ解析装置、データ解析プログ
ラム及びデータ解析方法

発明者: パイティン、ティティズイン、
鳥生 隆、濱 裕光

権利者: 公立大学法人大阪市立大学

種類: 特許

番号: 特願 2014-064612 号

出願年月日: 平成26年3月2日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計2件)

①名称: 画像検索装置、画像検索方法及び
画像検索プログラム

発明者: ティティズイン、濱 裕光、鳥生 隆、
パイティン

権利者: 公立大学法人大阪市立大学

種類: 特許

番号: 特許第 6041203 号

取得年月日: 平成27年11月18日

国内外の別: 国内

②名称: 画像検索装置、画像処理プログラム
及び画像処理方法

発明者: 鳥生 隆、濱 裕光、ティティズイン

権利者: 公立大学法人大阪市立大学

種類: 特許

番号: 特許第 6066282 号

取得年月日: 平成27年1月6日

国内外の別: 国内

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

パイティン (Pyke Tin)

宮崎大学・国際連携センター・客員教授

研究者番号: 70536961

(2) 研究分担者

濱 裕光 (HAMA, Hiromitsu)

大阪市立大学・工学研究科・客員教授

研究者番号: 20047377

ティティズイン (Thi Thi Zin)

宮崎大学・工学教育研究部・教授

研究者番号: 30536959

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

()