

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2005～2008

課題番号：17300036

研究課題名（和文）意味空間への情報マッピングに基づくクロスメディア検索に関する研究

研究課題名（英文）A Study on Cross-media Information Retrieval based on Semantic Information Mapping

研究代表者

北 研二（KENJI KITA）

徳島大学・高度情報化基盤センター・教授

研究者番号：10243734

研究成果の概要：本研究では、質的に異なるマルチメディア・コンテンツを意味空間と呼ばれる仮想的な空間にマッピングすることにより、コンテンツの意味に基づく検索を可能とする手法について研究を行い、キーワードから画像コンテンツや映像コンテンツを検索可能とするシステムを構築し、良好な評価結果を得た。また、ユーザの嗜好に適応可能な検索技術やコンテンツの高速検索技術についても研究開発を行った。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	2,500,000	0	2,500,000
2006年度	2,300,000	0	2,300,000
2007年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
総計	7,500,000	810,000	8,310,000

研究分野：情報工学，情報検索

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：情報検索，マルチメディア，クロスメディア，情報システム，機械学習

## 1. 研究開始当初の背景

情報のマルチメディア化の急速な進行にともない、マルチメディア・コンテンツに対する情報検索の必要性が大きくなってきて

いる。従来の情報検索は、キーワードからテキストを検索したり、与えられた画像に類似した画像を検索するなど、検索質問と検索対象が同種のメディアに属する場合について

主に研究が進められてきた。しかし、ユーザの多様化する情報ニーズに応えるためには、各メディアごとの検索技術の高度化だけでは不十分であり、質的に異なったメディア間のコンテンツを相互に検索することのできる知的な情報検索技術が必要とされていた。

## 2. 研究の目的

本研究では、さまざまなメディアのコンテンツを同一の意味空間にマッピングすることにより、マルチメディア・コンテンツを統合的な観点から扱うことのできる情報検索技術を研究開発する。このために、コンテンツそのものから得られる特徴量とコンテンツに与えられたメタ情報との間の確率的相関関係を学習することのできる高精度な確率モデルを研究開発し、メタ情報の付与されていない未知コンテンツを意味空間上にマッピングする手法を明らかにする。コンテンツを同一の意味空間上で表現するため、マルチメディア・コンテンツの意味に基づく検索が可能になるとともにメディア間にまたがったクロスメディア検索を統一的な枠組で実現することが可能となる。

また、マルチメディア検索では、ユーザの嗜好の違いにより、期待される検索結果もユーザごとに大きく異なると考えられるため、ユーザ個人の嗜好に適応可能な柔軟な検索技術についても研究を進める。ユーザからのフィードバック情報を用いて、意味空間をユーザに適応化することにより、高精度かつ柔軟な検索を行うことのできる手法を明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1) 高精度なクロスメディア検索モデルとして、正準相関分析あるいはカーネル正準相関分析に基づき各種のマルチメディア・コンテンツを共通の意味空間にマッピングする手法を研究開発する。

(2) 上記手法に基づき、画像コンテンツに与えられたメタ情報と画像特徴量との間の相関を求めることにより、言語・画像メディア間のクロスメディア検索システムを作成し、評価を行う。

(3) 映像コンテンツの中には、字幕情報（テロップ）をビットマップ形式のサブピクチャとして持つものがある。字幕ピクチャストリームからテキスト情報および時間情報を抽出してインデキシングすることにより、言語・映像メディア間のクロスメディア検索を行う研究を進める。

(4) マルチメディア・コンテンツ検索やクロスメディア・コンテンツ検索では、ユーザご

とに期待される検索結果が異なると考えられるため、ユーザからのフィードバック情報に基づき、検索システムをユーザに適応化する手法を研究開発する。

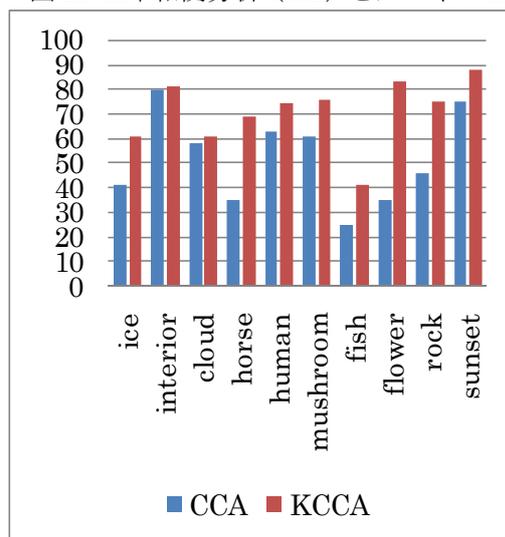
(5) マルチメディア・コンテンツ検索では、多くの場合、コンテンツの特徴量を多次元ベクトルで表現し、ベクトル間の距離によりコンテンツ間の類似性を判定している。また、クロスメディア・コンテンツ検索の場合にも、意味空間上のベクトル間距離に基づき、検索を行う。ユークリッド距離や楕円体距離等に対する高速な検索技術を研究開発する。

## 4. 研究成果

(1) マルチメディア・コンテンツの特徴量（たとえば、画像の色やテキスト等に関する特徴量）とコンテンツに付与された言語的なメタ情報との間の相関関係を正準相関分析に基づき学習することにより、メタ情報の付与されていない未知コンテンツに対する意味を推定するモデルに関し研究開発を行った。また、このモデルの高精度化として、サポートベクターマシン等で用いられているカーネル特徴空間上で特徴量とメタ情報との相関を推定するカーネル正準相関分析に基づく手法を開発した。

(2) 上記で研究した正準相関分析あるいはカーネル正準相関分析に基づくクロスメディア検索モデルを用いて、与えられたキーワードからそのキーワードに関連した画像を検索する言語・画像メディア間のクロスメディア検索システムを開発し、評価を行った。評価実験では、Corel 画像データベースから抽出したカラー写真画像 1000 枚を用い、特徴量としては LUV 色特徴量を用いた。この結果、単なる正準相関分析に基づく手法よりも、カーネル正準相関分析に基づく手法のほうが、高い精度を得られることを明らかにした。ただし、カーネル正準相関分析に基づく手法では、検索結果が正規化に大きく影響されるため、データに合わせた適切な正規化を行う必要がある。これに関して、何らかの解決手法を提案することは今後の課題である。

図 1. 正準相関分析 (CCA) とカーネル正準



## 相関分析 (KCCA) に対する平均適合率の比較

図 1 に、正準相関分析とカーネル正準相関を用いた場合の検索結果の平均適合率を示している。ここでは、10 個のキーワード(ice, interior, cloud, horse, human, mushroom, fish, flower, rock, sunset)に対する平均適合率の比較を示しているが、いずれのキーワードに対してもカーネル正準相関分析を用いた場合のほうが良好な結果を得ているのを読みとることができる。また、キーワード sunset のような、キーワードと画像特徴との間に明らかな相関が存在するものに対しては、キーワードから対象の画像コンテンツを高い精度で検索可能であることがわかる。

(3) 映像内の字幕 (テロップ) を解析することで、与えられた検索質問キーワードが出現する映像シーンを高精度かつ高速に検索する手法について研究開発を進めた。開発した手法では、検索キーワードに含まれている文字が映像内のどの字幕に存在しているかを字幕内の文字画像特徴量と検索キーワードに対応する文字画像特徴量との距離計算に基づいて決定する。文字画像特徴量は多次元ベクトルで表現されるため、高速な検索を行うために各字幕画像特徴量を多次元索引化することで、検索キーワードの文字画像特徴量との距離を近傍検索し、検索キーワードが出現する映像シーンを高速に検索するシステムを開発した。3 時間の映像データおよび 91 単語の検索キーを用いた評価実験で平均適合率 99.59%という高い検索精度を達成することができた。

(4) マルチメディア・コンテンツ検索やクロスメディア・コンテンツ検索では、ユーザごとに期待される検索結果が異なると考えられるので、ユーザからのフィードバック情報に基づき、検索システムをユーザに適応化する技術に関し研究を行った。コンテンツ間の距離を楕円体距離を用いて定義する場合に関して、フィードバック情報から距離計量行列を学習する手法を開発した。本手法を用いた評価実験において、ユーザの感性に基づき画像コンテンツを分類した結果から、楕円体距離の距離計量行列を学習することにより、高精度な類似画像検索を行うことができることを明らかにした。

(5) マルチメディア・コンテンツ検索やクロスメディア・コンテンツ検索では、多くの場合、コンテンツを特徴量の多次元ベクトルで表現するため、多次元ベクトルの高速検索技術に関して研究を進めた。また、楕円体距離

に基づく多次元ベクトルデータの高速検索に関し、距離計量行列をコレスキー分解した結果を用いて検索対象となるベクトルデータをインデキシングすることにより、コンテンツを高速検索する手法を開発した。また、開発した手法を、大量の画像データを用いた類似画像検索実験により評価し、提案した手法の有効性を明らかにした。

## 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 16 件)

- ① Masami Shishibori, Kenji Kita : Construction of the Image Knowledge Database on WWW Image Retrieval Systems, International Journal of Computer Applications in Technology (in press) 査読有
- ② 獅々堀正幹, 宮本裕也, 柘植覚, 北研二 : 距離索引 VP-tree における解絞り込みの一改良手法, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J91-D, No. 3, pp. 677-686, 2008. 査読有
- ③ Shiro Ajioka, Satoru Tsuge, Masami Shishibori, Kenji Kita: Fast Multidimensional Nearest Neighbor Search Algorithm Using Priority Queue, Electrical Engineering in Japan, Vol. 164, No. 3, pp. 69-77, 2008. 査読無
- ④ 山川義介, 北研二 : 類似画像検索技術を用いた商品推薦システム, 画像ラボ, Vol. 19, No. 8, pp. 11-15, 2008. 査読無
- ⑤ 西川伸紀, 獅々堀正幹, 柘植覚, 北研二 : 検索質問と字幕の文字画像特徴量間の距離に基づく字幕検索手法, 情報処理学会論文誌 : データベース, Vol. 48, No. SIG20(TOD36), pp. 28-38, 2007. 査読有
- ⑥ 獅々堀正幹, 山本一晴, 小泉大地, 北研二 : URL の類似性に着目した WWW 空間からの関連語自動収集手法, 日本データベース学会 Letters, Vol. 6, No. 1, pp. 57-60, 2007. 査読有
- ⑦ Luo Xin, Masami Shishibori, Fuji Ren, Kenji Kita : Incorporate Feature Space Transformation to Content-based Image Retrieval with Relevance Feedback, International Journal of Innovative Computing, Information & Control, Vol. 3, No. 5, pp. 1237-1250, 2007. 査読有
- ⑧ Luo Xin, Masami Shishibori, Kenji Kita: Distance Metric Learning for Content-based Image Retrieval, Journal of Guangxi Normal University,

- Vol. 25, No. 2, pp.186-189, 2007. (in Chinese) 査読有
- ⑨ 原一眞, 黒岩眞吾, 田中康司, 柘植覚, 任福継, 獅々堀正幹, 北研二: 符号化音声認識のための合成音声を用いた不特定話者音響モデルの適応法, 電子情報通信学会英文論文誌(D), Vol. J90-D, No. 9, pp. 2541-2549, 2007. 査読有
- ⑩ 柘植覚, 黒岩眞吾, 獅々堀正幹, 任福継, 北研二: 分散音声認識における実時間周波数特性正規化手法, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 2, pp. 900-908, 2007. 査読有
- ⑪ 獅々堀正幹, 大西泰代, 柘植覚, 北研二: Earth Mover's Distance を用いたハミングによる類似音楽検索手法, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 1, pp. 300-311, 2007. 査読有
- ⑫ 小泉大地, 獅々堀正幹, 中川嘉之, 柘植覚, 北研二: WWW 画像検索システムにおける有害画像フィルタリング手法, 情報処理学会論文誌: データベース, Vol. 47, No. SIG 8(TOD 30), pp. 147-156, 2006. 査読有
- ⑬ 味岡四郎, 柘植覚, 獅々堀正幹, 北研二: 順位キューを用いた多次元データの高速近傍検索アルゴリズム, 電気学会論文誌 C, Vol. 126, No. 3, pp. 353-360, 2006. 査読有
- ⑭ Luo Xin, Xiaoying Tai, Masami Shishibori, Kenji Kita: Image Database Retrieval Based on Relevance Feedback by Feature Space Warping, 計算機科学, Vol. 32, No. 7, pp. 235-238, 2005. (in Chinese) 査読有
- ⑮ 黒岩眞吾, 柘植覚, 獅々堀正幹, 任福継, 北研二: Simple PCA を用いたベクトル空間情報検索モデルの次元削減, 電気学会論文誌, Vol. 125, No. 11, pp. 1773-1779, 2005. 査読有
- ⑯ 持橋大地, 菊井玄一郎, 北研二: 言語表現のベクトル空間モデルにおける最適な計量距離, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J88-D-II, No. 4, pp. 747-756, 2005. 査読有
- [学会発表] (計 20 件)
- ① Quan Zhang, Xiaoying Tai, Yihong Dong, Shanliang Pan, Xin Luo, Kenji Kita: Two-Level Content-based Endoscope Image Retrieval, International Conference on Natural Computation, pp. 208-212, October 19, 2008. Jinan, China.
- ② Masami Shishibori, Satoru Tsuge, Zhang Le, Minoru Sasaki, Yoshiki Uemura, Kenji Kita: A Fast Retrieval Algorithm for the Earth Mover's Distance Using Lower Bounds, The 2008 International Conference on Information Reuse and Integration, pp. 445-450, July 15, 2008. Las Vegas, USA.
- ③ Nobuki Nishikawa, Masami Shishibori, Satoru Tsuge, Kenji Kita: A Method to Retrieve Telops based on the Distance of Character Image Features between Query and Telop, The 14<sup>th</sup> Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision, pp. 25-30, January 23, 2008. Oita, Japan.
- ④ Masami Shishibori, Masayuki Muto, Kenji Kita: A Fast Retrieval Method for the Earth Mover's Distance in Multimedia Databases, The 14<sup>th</sup> Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision, pp. 35-40, January 23, 2008. Oita, Japan.
- ⑤ 北條奈緒美, 獅々堀正幹, 北研二: 質問応答システムにおける質問文内の用語特定, 電子情報通信学会研究会, TL2007-42, pp. 7-12, 2007 年 12 月 14 日. 東京.
- ⑥ Satoru Tsuge, Keiji SEIDA, Masami Shishibori, Kenji Kita, Fuji Ren, Minoru Fukumi and Shingo Kuroiwa: Analysis of Variation on Intra-Speakers Speech Recognition Performances, IEEE NLP-KE2007, pp. 387-392, August 30, 2007. Beijing, China.
- ⑦ Mitsuhiro Ozawa, Satoru Tsuge, Masami Shishibori, Kenji Kita, Minoru Fukumi, Fuji Ren and Shingo Kuroiwa: Automatic Utterance Segmentation Tool for Speech Corpus, IEEE NLP-KE2007, pp. 401-406, August 30, 2007. Beijing China.
- ⑧ 幸田一輝, 獅々堀正幹, 北研二: 講義映像配信システムにおける講義映像と資料の対応, 電気学会研究会 (情報処理・産業システム情報化合同研究会), pp. 1-5, 2007 年 8 月 12 日. 徳島.
- ⑨ 北條奈緒美, 獅々堀正幹, 北研二: WWW 検索エンジンを用いた質問文内の用語特定手法, 電子情報通信学会研究会, NLC2007-17, pp. 97-102, 2007 年 7 月 25 日. 徳島.
- ⑩ 大西泰代, 獅々堀正幹, 柘植覚, 北研二: Earth Mover's Distance を用いたハミングによる類似音楽検索の改良手法, 電子情報通信学会, 第 18 回データ工学ワークショップ DEWS2007, 2007 年 3 月 2 日. 広島.
- ⑪ 宮本裕也, 獅々堀正幹, 北研二: 距離索引 VP-tree における解絞り込みの一改

- 良手法, 電子情報通信学会, 第 18 回データ工学ワークショップ DEWS2007, 2007 年 3 月 1 日. 広島.
- ⑫ 山本一晴, 獅々堀正幹, 小泉大地, 北研二: URL の類似性に着目した WWW 空間からの関連語自動収集手法, 電子情報通信学会, 第 18 回データ工学ワークショップ DEWS2007, 2007 年 2 月 28 日. 広島.
- ⑬ 宮城暖, 獅々堀正幹, 小泉大地, 北研二: WWW 検索システムにおける分野別 URL データベースを用いた改良型ナイーブ・ベイズ選定手法, 電子情報通信学会, 第 18 回データ工学ワークショップ DEWS2007, 2007 年 2 月 28 日. 広島.
- ⑭ Satoru Tsuge, Masami Shishibori, Kenji Kita, Fuji Ren, Shingo Kuroiwa: Study of Intra-Speaker's Speech Variability over Long and Short Time Periods for Speech Recognition, ICASSP 2006, pp.397-400, May 14, 2006. Toulouse, France.
- ⑮ Satoru Tsuge, Masami Shishibori, Fuji Ren, Kenji Kita, Shingo Kuroiwa: Data Collection for Investigating Speech Variability in A Specific Speaker Over Long and Short Time Periods, NLP-KE 05, pp.152-157, October 30, 2005. Wuhan, China.
- ⑯ Masami Shishibori, Daichi Koizumi, Kazuaki Ando, Satoru Tsuge, Kenji Kita: Development of a WWW Image Retrieval System Using the Image Knowledge Database, NLP-KE 05, pp.506-510, October 30, 2005. Wuhan, China.
- ⑰ Daichi Koizumi, Masahiro Ohnishi, Satoru Tsuge, Masami Shishibori, Kenji Kita: Automatic Meta-data Annotation of Image Region, NLP-KE 05, pp.835-838, October 30, 2005. Wuhan, China.
- ⑱ 大西泰代, 獅々堀正幹, 柘植覚, 北研二: 距離尺度に Earth Movers Distance を用いたハミングによる類似音楽検索手法, FIT2005(第 4 回情報科学技術フォーラム), pp.271-272, 2005 年 9 月 7 日. 東京.
- ⑲ 小泉大地, 大西正裕, 柘植覚, 獅々堀正幹, 北研二: 画像領域に対する言語メタデータ自動付与手法, 画像の認識・理解シンポジウム, pp.1436-1441-714, 2005 年 7 月 20 日. 淡路.
- ⑳ 西川伸紀, 獅々堀正幹, 柘植覚, 北研二: 検索質問と字幕との文字画像特徴量間の距離に基づく映像シーン検索手法, 画像の認識・理解シンポジウム, pp.707-714, 2005 年 7 月 19 日. 淡路.

[その他]  
ホームページ等  
<http://www-a2k.is.tokushima-u.ac.jp/research/index-jp.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

北 研二 (KITA KENJI)

徳島大学・高度情報化基盤センター・教授

研究者番号: 10243734

### (2) 研究分担者

獅々堀 正幹 (SHISHIBORI MASAMI)

徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス

研究部・准教授

研究者番号: 50274262

柘植 覚 (TSUGE SATORU)

徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス

研究部・講師

研究者番号: 00325250

### (3) 連携研究者

黒岩 眞吾 (KUROIWA SHINGO)

千葉大学・大学院融合科学研究科・教授

研究者番号: 20333510