

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月1日現在

機関番号：13801

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21700155

研究課題名（和文） セマンティックギャップを軽減する対話型スケッチ画像検索へのデータマイニングの応用

研究課題名（英文） Query-by-sketch image retrieval using data mining for bridging semantic gap

研究代表者

大橋 剛介（OHASHI GOSUKE）

静岡大学・工学部・准教授

研究者番号：80293603

研究成果の概要（和文）：

本研究では、対話型スケッチ画像検索において、データマイニングを用いて、膨大なデータベース画像、スケッチ図、ユーザの評価から、有用な情報を取得し、セマンティック・ギャップ（画像特徴量と利用者の主観とのギャップ）を埋め、検索精度、効率を向上させることを目的としている。スケッチのオンライン入力に着目し、データマイニングを用いて、入力過程の類似する過去のスケッチを予測スケッチとして提示することで、画像特徴量とユーザの主観との間に存在するセマンティック・ギャップを軽減させることを可能にした。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study is to bridge the semantic gap between image feature and human subjective using data-mining from huge image data, sketch images and user evaluations and to improve the effectiveness and efficiency of interactive query-by-sketch image retrieval. The query-by-sketch image retrieval using sketch prediction is focused on online stroke. Sketch prediction enables users to obtain target retrieval images without completely finishing input sketch and to bridge the semantic gap.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：知識発見とデータベース、画像情報処理

1. 研究開始当初の背景

現在、画像検索手法として、キーワードに基づく画像検索が一般的である。キーワードに基づく画像検索は、画像にあらかじめ付加された画像ファイル名やキーワードなどを検索キーとして画像を検索する手法である。

このキーワードに基づく画像検索には、キーワードの付加作業が大変、キーワードは主観に依存するため画像内容を的確に反映することが難しい、という課題がある。そこで、キーワードを用いない、画像内の色や形などの画像内容を検索キーとした画像内容検索

の研究が進んでいる。画像内容検索は、画像中の色、テクスチャ、形状、構図などの画像内容に基づいて特徴量を抽出し、その特徴量を利用して類似画像を検索する手法である。これまでに、エッジの形状・テクスチャに着目した相対的方向別頻度特徴量を提案し、スケッチの位置、大きさ、方向に依存しないスケッチ画像検索を開発してきた。しかしながら、画像特徴量と利用者の主観とのギャップであるセマンティック・ギャップを埋めるまでには至っておらず、課題として残されていた。

2. 研究の目的

対話型スケッチ画像検索において、データマイニングを用いて膨大なデータベース画像、スケッチ図、ユーザの評価から、有用な情報を取得し、セマンティック・ギャップを埋め、検索精度、効率を向上させることを目的としている。

スケッチがオンライン入力であることに着目し、データマイニングを用いて、入力過程の類似する過去のスケッチを予測スケッチとすることでクエリー予測を行う。また、クエリー予測結果には、見た目の類似するスケッチが複数枚存在することが想定される。そのため、順位付けに基づく結果表示では、見た目の類似するスケッチが多く上位に提示される場合がある。検索目標に適切な予測スケッチを効率的に取得可能とするためには、多様性に富んだ予測結果の提示が求められる。そこで、ユーザに対し検索目標に適切な予測スケッチの効率的な取得を可能とするため、特徴量を用いたクラスタリング結果と、ユーザとシステムの対話を用いた人間の主観に基づく分類結果を組み合わせた予測結果提示を行う。

3. 研究の方法

(1) 本研究では、クエリー予測を行うことでユーザの支援を行うスケッチ画像検索システムを提案する。概要を図1に示す。本手法では、ユーザが完成させたスケッチ、あるいは入力の途中で提示される予測スケッチから選択したものを入力とする。この入力スケッチから抽出された特徴量とデータベースのエッジ画像から抽出された特徴量の類似度を計算し、類似度による順位付けを行い、検索結果を出力する。予測スケッチは、スケッチを入力する際、ストロークを描く毎に提示され、予測結果の中に適切なスケッチが存在するとき、ユーザはそれを選択することでスケッチを最後まで入力することなく、検索が可能になる。

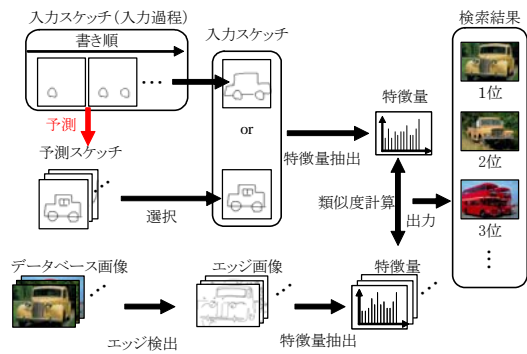


図1 本研究の概要

(2) スケッチがオンライン入力であることに着目し、過去のスケッチの入力過程を橋渡しとして、クエリー予測を行う。概要を図2に示す。入力スケッチの特徴量とストローク毎の過去のスケッチの特徴量の類似度をそれぞれ算出し、最もふさわしい入力過程を決定するため、類似度の最大値を入力スケッチとの類似度とし、類似度に基づき順位付けを行う。

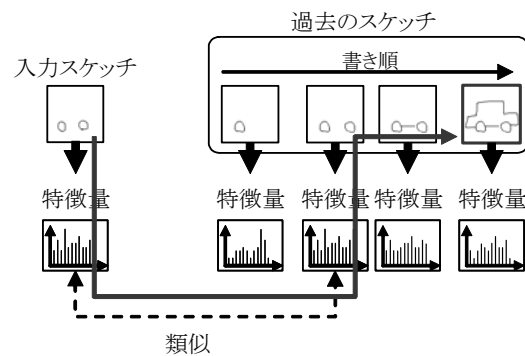


図2 クエリー予測

(3) 本研究では、スケッチの特徴量を用いたクラスタリングを行う。クラスタリングは階層的クラスタリングのWard法を用いる。階層構造であるデンドログラムを生成し(図3)、デンドログラムを切断する非類似度を調節させることでクラスタリング結果の調節が可能となる。

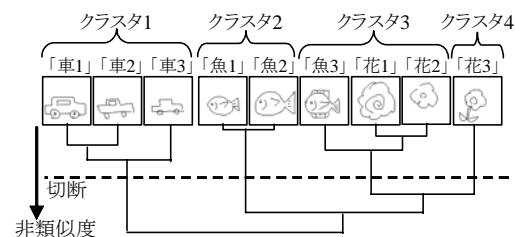


図3 階層的クラスタリング

(4) 適合性フィードバックを用いたスケッチ画像検索では、ユーザの適合評価を利用し、スケッチと適合画像を関連付けることで画像検索におけるセマンティック・ギャップの軽減が可能となった。ここで、適合評価は人間の主観でのスケッチと適合画像の類似を意味するため、同一画像への適合評価に着目することで、人間の主観で類似するスケッチの抽出が可能になる。そこで本研究では、過去の適合評価を利用し、人間の主観に基づくスケッチの分類を行う。

(5) 予測結果提示の概要を図4に示す。予測結果をクラスタリングし、各クラスタの代表をユーザに提示する(図4(a))。ユーザが予測結果の中からスケッチを選択したとき、選択されたスケッチと同一クラスタのスケッチ及び人間の主観に基づく分類結果の同じスケッチをユーザに提示する(図4(b))。ユーザが1位のスケッチに着目したとき、クラスタリングのみでは「魚3」を取得できないが、人間の主観に基づく分類を用いることで取得可能となる。

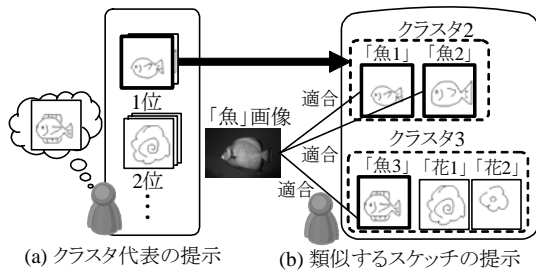


図4 予測結果提示

4. 研究成果

(1) 本手法のクエリー予測及びクラスタリングの効果を確認するため、過去のスケッチ294枚に対して予測実験を行った。検索対象には、画像素材集 Corel Photo Gallery の20,000枚の画像を用いた。まず、検索目標「人」、「車」、「グラス」、「国旗」、「家」、「猫」、「飛行機」、「花」、「馬」、「ビル」の予測結果10例を図5に示す。図5では、上位4位までを示し、検索目標に適切な予測スケッチを網掛けにして示す。図5より、様々な検索目標に対して適切なスケッチが予測可能となったことがわかる。

検索目標	入力スケッチ	予測結果			
		1位	2位	3位	4位
「人」					
「車」					
「グラス」					
「国旗」					
「家」					
「猫」					
「飛行機」					
「花」					
「馬」					
「ビル」					

図5 予測結果

(2) 提案手法ではユーザが予測結果の中からスケッチを選択したとき、同一クラスタのスケッチ及び人間の主観に基づく分類結果の同じスケッチをユーザに提示することで、選択したものと類似するスケッチの取得を可能としている。図6に類似する予測スケッチ提示結果を示す。図6(a)の「人」スケッチの結果では、図6(a-1)を選択すると、クラスタリングの効果で類似するスケッチ(図6(a-2))が提示された。さらに人の主観に基づく分類の効果で、図6(a-3)の「人」画像を橋渡しとして、クラスタの異なるスケッチ(図6(a-4))が提示された。同様に、図6(b)の「車」スケッチの結果では、クラスタリングの効果で図6(b-2)、人の主観に基づく分類の効果で、図6(b-4)の「車」スケッチが提示された。これらの結果より、クラスタリング結果と人間の主観に基づく分類結果を組み合わせることで、着目した予測スケッチと類似する予測スケッチが提示可能となったことが確認できる。

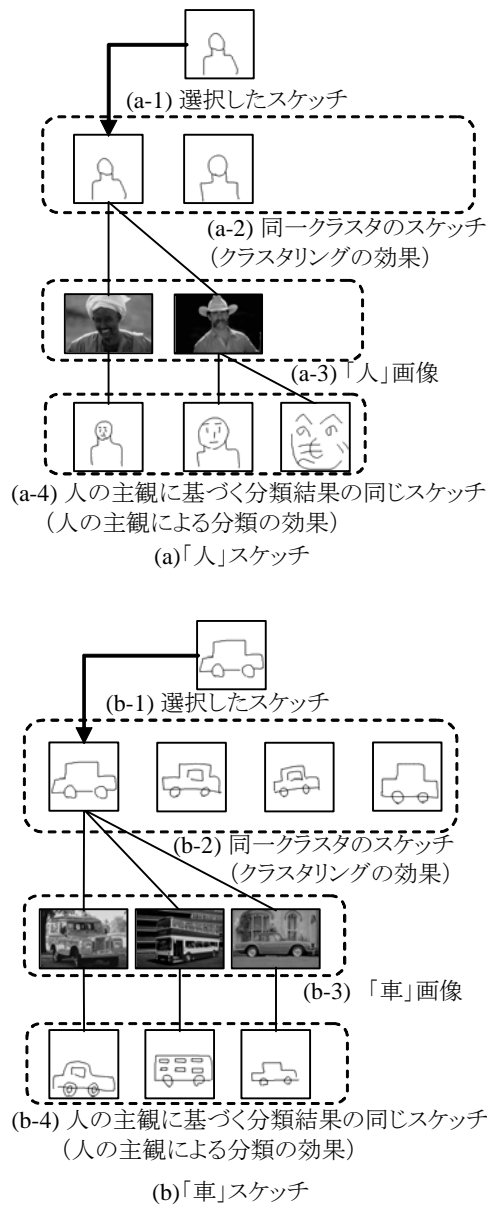


図6 類似する予測スケッチの提示結果

(3) 検索目標「グラス」での検索事例を図7に示す。図7(a)を入力することで、図7(b)の予測結果が提示された。3位に「グラス」スケッチが予測された。ユーザがこの予測結果の中からスケッチを選択することで、選択したスケッチと類似する予測スケッチの提示される。図7(b-3)の「グラス」スケッチを選択することで提示された予測スケッチを図7(c)に示す。図7(c-1)より、クラスタリングの効果で、類似する「グラス」スケッチが提示された。さらに、図7(c-2)より人の主観に基づく分類の効果で、クラスタの異なる「グラス」スケッチも提示された。このスケッチの中から選択したものを入力することで、画像の検索が行われる。図7(c-2-1)を入力とすることで、図7(d)の検索結果が提

示された。この結果より、ユーザがスケッチを最後まで入力することなく画像検索が可能となったことが確認できる。

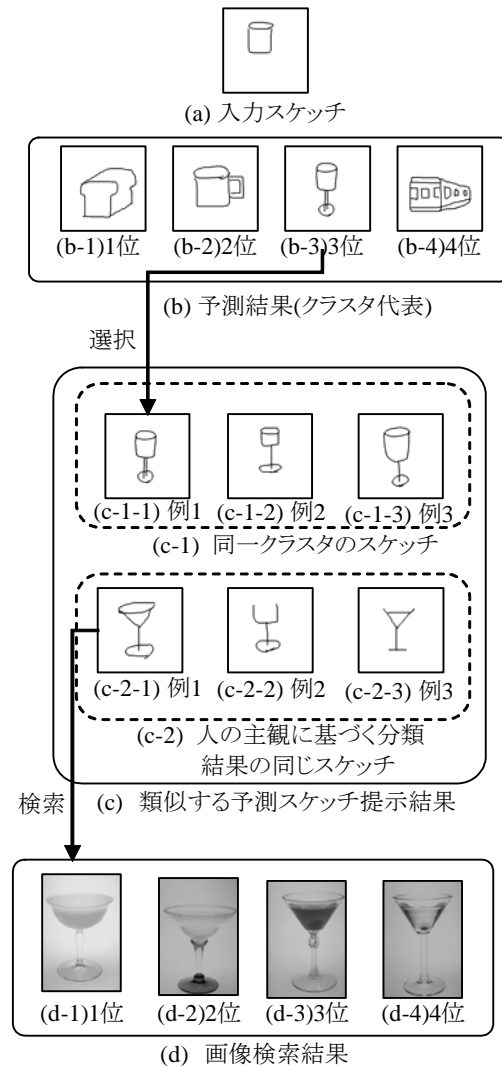


図7 検索結果例 (検索目標「グラス」)

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3件)

- ① 服部一郎, 熊谷佳紀, 大橋剛介, フーリエ記述子を用いた部分検索が可能なスケッチ画像検索, 電子情報通信学会論文誌(D), 査読有, Vol. J93-D, No. 12, pp. 2678-2682 (2010)
- ② T. Hisamori, T. Arikawa, G. Ohashi, Query-by-Sketch Image Retrieval Using Similarity in Stroke Order, IEICE Transactions on Information and Systems, 査読有, Vol. E93-D, No. 6, pp. 1459-1469 (2010)

- ③ 大橋剛介, 多々良友英, 大局のおよび局所の特徴量を用いたスケッチ画像検索, 画像ラボ, 査読なし, Vol.20, No.7, pp.39-42 (2009)
[学会発表] (計14件)
- ① 熊谷佳紀, 大橋剛介, スケッチ画像検索のためのエッジに基づく特徴量を用いたオブジェクト抽出, 電子情報通信学会技術研究報告 (パターン認識・メディア理解研究会), Vol.111, No.353, PRMU2011-126, pp.13-18 (2011.12.15) 浜松
- ② 熊谷佳紀, 大橋剛介, エッジに基づく特徴量を用いた部分検索可能なスケッチ画像検索, 2011年映像情報メディア学会年次大会, 10-3 (2011.8.26) 東京
- ③ Y. Kumagai, T. Arikawa, G. Ohashi, Query-by-Sketch Image Retrieval using Edge Relation Histogram, The 12nd IAPR Conference on Machine Vision Applications, pp.83-86 (2011.6.13) Nara, Japan
- ④ 熊谷佳紀, 有川徹, 大橋剛介, 予測クエリ提示機能を備えたスケッチ画像検索システム, 第17回画像センシングシンポジウム, No. IS2-12, pp. IS2-12-1- IS2-12-4 (2011.6.9) 横浜
- ⑤ 有川徹, 熊谷佳紀, 大橋剛介, スケッチ画像検索のためのクラスタリングを用いた予測クエリ提示支援, 動的画像処理実利用化ワークショップ 2011 講演論文集, I2-33, pp.419-424 (2011.3.4) 徳島
- ⑥ 有川徹, 大橋剛介, クラスタリングを用いた予測クエリ提示機能を有するスケッチ画像検索, 電気学会研究会資料 (システム研究会), ST-11-010, pp.51-54 (2011.3.2) 徳島
- ⑦ Y. Kumagai, T. Arikawa, G. Ohashi, Query-by-Sketch Image Retrieval using Edge Relation Histogram as Global and Local Feature, The 8th France-Japan and 6th Europe-Asia Congress on Mechatronics, pp.153-156 (2010.11.22) Yokohama, Japan
- ⑧ 大橋剛介, 熊谷佳紀, スケッチ画像検索のための相対的方向別頻度特徴量の大局的・局所の特徴量への適用, 電気学会 電子・情報・システム部門大会, TC14-1, pp.507-509 (2010.9.3) 熊本
- ⑨ 熊谷佳紀, 有川徹, 大橋剛介, 相対的方向別頻度特徴量を大局的・局所的に用いたスケッチ画像検索, 第16回画像センシングシンポジウム, No. IS2-18, pp. IS2-18-1--IS2-18-4 (2010.6.10) 横浜
- ⑩ 服部一郎, 大橋剛介, フーリエ記述子を用いた部分検索可能なスケッチ画像検

索, 動的画像処理実利用化ワークショップ 2010 講演論文集, I-24, pp.155-158 (2010.3.4) 甲府

- ⑪ T. Arikawa, T. Hisamori, G. Ohashi, Query-by-Sketch Image Retrieval System focused on Stroke Order, Proceedings of the 16th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision, pp.388-391 (2010.2.5) Hiroshima, Japan
- ⑫ 有川徹, 大橋剛介, スケッチ画像検索のための対話的クラスタリング, 電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, p.0-199 (2009.9.10) 豊田
- ⑬ 大橋剛介, 多々良友英, 有川徹, 相対的方向別頻度特徴量と高次局所自己相関特徴量を用いたスケッチ画像検索, 電気学会 電子・情報・システム部門大会, TC6-2, pp.137-140 (2009.9.3) 徳島
- ⑭ 久森隆史, 有川徹, 大橋剛介, スケッチの部分的な書き順に着目した適合性フィードバック画像検索, 第15回画像センシングシンポジウム, No. IS3-18, pp. IS3-18-1--IS3-18-4 (2009.6.12) 横浜

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称: 画像検索装置および同画像検索装置に適用されるコンピュータプログラム

発明者: 大橋剛介

権利者: 静岡大学

種類: 特許

番号: PCT/JP2009/002478

出願年月日: 2009年6月2日

国内外の別: 国外

[その他]

ホームページ等

<http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tegooha/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大橋 剛介 (OHASHI GOSUKE)

静岡大学・工学部電気電子工学科・准教授

研究者番号: 80293603

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号:

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号: