

令和元年6月9日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00258

研究課題名(和文) 群化知覚を考慮した画像検索システムの開発とその応用

研究課題名(英文) Development of CBIR System Considering Perception of Grouping Areas and its Applications

研究代表者

阿部 孝司 (ABE, Koji)

近畿大学・理工学部・准教授

研究者番号：90367441

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：類似画像検索システムの向上を目的とし、本研究では以下の機能を実現させた。(1) 図形商標を対象に「平行性」と「連続性」要因を持つ群化領域を認識する手法を提案した。(2) ベクタ画像を用いて「連続性」要因を考慮した類似検索手法を開発した。(3) 胃X線像を用いて胃萎縮度を測定する手法を開発し、胃輪郭線の抽出に(1)を適用し有効性を示した。(4) 映像からPCユーザのVDT作業時間を測定する手法を開発し、作業中のユーザを判別する前処理にあたる肌・メガネの抽出に(1)を適用し有効性を示した。(5) 魚群映像を用いて瞬発遊泳シーンを検出する手法を開発し魚群行動を解析する手段に(1)の一部を適用し有効性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、内容ベースの画像検索の性能が向上しSemanticな画像解析へ応用できることを示した。すなわち人間の知覚機能を導入した類似画像検索システムを構築することに近づき学術的意義のあることが示唆される。また、画像認識に群化認識手法を取り入れることで種々の画像認識を行う社会システムの精度が向上したことを示し社会的にも意義のあることが伺える。また、昨今画像認識で用いられる深層学習では学習データの量が精度に大きく依存しビックデータを必要とするが、大量データを取得できないケースも存在する。本手法ではそのようなケース(医用画像処理)で有効に機能したことから学術的な意義は十分にあることが伺える。

研究成果の概要(英文)：To enhance performance of Content-based Image Retrieval (CBIR), the following subjects were investigated. (1) Using trademarks (black and white image), a method for recognizing grouping areas which have grouping factors of good continuity and parallelism was proposed and performance of the method was examined. Then, the method was improved by trials and errors. (2) Using vector images, a CBIR system for trademarks considering the factor of good continuity was developed. (3) In a computer-aided diagnosis for measuring stomach atrophy using X-ray images (gray image), the method of (1) was utilized to extract folds and boundary of stomach area. (4) A system for monitoring VDT work to a PC user using a webcam was developed, where the method of (1) was utilized to extract areas of human skin and eye glasses in moving images. (5) A method for detecting video scenes of burst swimming by fry was developed, where the method of (1) was utilized to analyzing fry school's motion in moving images.

研究分野：メディア情報学

キーワード：類似画像検索 CBIR ゲシュタルト心理学 群化 画像認識

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

数百万件ある登録商標と新規申請された図形を類似判定することは非常に困難な作業となっている。また、民間企業は自社の商標権を保護するため、インターネットや雑誌等で自社の登録商標の類似画像が用いられていないか常に調査している。このような類似審査を計算機で行うことができれば、効率の良い類似判定が可能になると考えられる。しかし、従来の画像検索手法、いわゆる一般的な CBIR (Content-based Image Retrieval) システムでは、個々の図形から抽出される特徴量が画素の量や位置を基に抽出されるものが多く、図形に対する人間の類似判断とコンピュータの判断に隔たりがあることが問題となっており、計算機による類似判断を人間の判断に近づけることが課題となっている。なお、商標の類似審査は全体観察と要部観察とがあり、前者は図形全体に対する類似性、後者は図形内部に存在する個々のオブジェクトに対する類似性を判定するものである。

人間は、図形中に複数の構成要素が塊状に点在して表現されているとき、それらを一つのまとまりとして知覚統合する。視覚心理学ではこの現象を群化といい、その要因はゲシュタルトの心理学により示されている。図形商標には、図形全体あるいはその一部の領域が群化していると知覚できるものも多く存在するが、人間が図形内の群化領域を統合した上で互いに類似すると判断する一組の図形に対し、計算機では群化領域を認識することが現状では難しくこれらが類似していると判断できないことが多い。従来システムでは全体観察による類似判定を行うことが前提だった。しかしながら、システムを実用化する上では、図形商標の自他商品識別能力を示す要部の観察つまり人間が知覚する画像内部のまとまりあるオブジェクトを認識することが極めて重要であった。

### 2. 研究の目的

本研究では、図形商標を対象として、人間の主観や感性に準じた類似画像検索システムの性能を向上させることを研究の目的とした。商標の類似審査は、全体観察と要部観察とがあり、前者は図形全体に対する類似性、後者は図形内部に存在する個々の意味を成すオブジェクトに対する類似性を判定するものである。従来システムでは、全体観察のみによる類似判定を行うものがほとんどであったが、本研究では要部観察も考慮した。申請者は、これまで、局所領域の群化判別を行った上で徐々に大域的領域の認識を行うための画像特徴量と機械学習による群化領域の認識手法を提案し有効性を示したが、群化要因のいくつかにおいて、提案した画像特徴量の有効性を検証するまでには至らなかった。以上のことから、本研究では、これまでの提案手法で対応できていない図形タイプへの対応、すなわち、計算機による要部観察を考慮した類似画像検索の性能向上を目的とした。さらに、図形商標のみならず、濃淡画像や動画像内のオブジェクト認識への適用可能性を調査することも目的とした。

### 3. 研究の方法

本研究では、これまでの成果を更に発展させ、まだ考慮できていない群化要因を群化領域認識に導入し画像の検索・分類精度が現状よりも高まることを明らかにする。更に、本手法が商標検索のみならず他の社会システムへ応用できることを明らかにする。具体的には以下の項目を実現させる。

#### (1) 「連続性」と「平行性」要因を持つ群化領域の認識とそのための特徴量の作成：

構成要素が複数存在する図形に対し、まず、図形全体を一つの大きな群化領域と考え、構成要素の組合せと複数ある群化要因（接近性、連続性、形状類似性、閉合性）を基に徐々に画像領域を数学的に分解していき、最終的な群化領域を特定する方法を検討した。つまり、図形内のある群化候補領域（構成要素の組合せ）に対し、「この組合せはどの程度群化領域として成立し得るか？」を判定する評価式を作成することを目指した。この初期検討として、「よい連続性」と「平行性」の要因を持つ群化領域認識に必要な特徴量のモデルを作成した。ここでは、 $n$  個の各構成要素間の接近性・形状類似性と、これらの周期性を変数とした特徴量を想定した。特徴量の検証は、2 値の図形商標を用いて群化知覚に関するアンケートを実施し、その結果を正解データとした。アンケートの実施は、心理調査を多数行った経験者（研究協力者）の意見も参考にした。また、採取されたアンケート結果を効果的に評価するため、心理学評価尺度法や多変量解析を利用し人間の主観を正確に抽出できるよう工夫した。また、これとは別に、ベクタ画像の図形商標で「連続性」要因を含めた要部観察可能な類似画像検索システムを開発した。

#### (2) 本研究で提案した群化領域認識手法の濃淡画像・動画像におけるオブジェクト認識への適用可能性調査：

上記の提案手法は 2 値画像を対象としているが、濃淡画像や動画像に対し提案手法は適用することが可能かどうか、濃淡画像については肺と胃レントゲン画像、動画像については養殖魚稚魚の魚群映像を対象として調査した。さらに、Web カメラを用いた VDT 作業をモニタリングするシステムを開発し、PC ユーザが VDT 作業を行っているかどうかを判別する際に用いる画像特徴量の抽出の際に (1) で提案した手法の一部を適用し有効性を調査した。

#### 4. 研究成果

本研究では、以下の機能を実現させた。これらの機能を申請者がこれまで開発してきた類似画像検索システムの機能として提案し、図形商標だけでなく種々の画像を対象にした画像情報検索システムへの適用可能性も調査し、得られた成果である。

(1) 抽象図形を対象に、複数名から採取した図形群化に関するアンケート結果より、ゲシュタルト心理学で明らかにされている図形の群化要因「よい連続性」「平行性」を測定するモデルを開発した。このモデルは、群化領域を大域的に観測するモデルの一つとして提案された。しかし連続性要因には、点列や破線を一つの線分と認識するものと滑らかな曲線または直線が交差している状態からそれぞれの線分を分離させるものの2種類があり、後者については成果を出すまでには至らなかった。

(2) ベクタ画像形式の図形商標を用いて、「よい連続性」を含む要部観察可能な類似商標検索システムを開発し、「よい連続性」要因ほか、接近性、形状類似性、などの群化要因を考慮した検索手法を提案した。その結果、従来のラスタ画像対象の類似画像検索システムではうまく類似性を評価できなかったケースを一部解消することができ、提案手法が有効であることを示した。

(3) 胃の萎縮性を診断支援するシステムの開発を目的として、胃 X 線 2 重造影像を対象に、胃壁に出現する襞パターンと胃領域の輪郭線の抽出に(1)の一部を適用した。その結果、従来の 2 値化処理に用いられる方法よりも精度よく抽出できることを示した。これは、(1)の濃淡画像への適用可能性を示したものである。

(4) Web カメラを用いた VDT 作業をモニタリングするシステムを開発した。その中で、PC ユーザが VDT 作業を行っているかを判別する前処理として行う、肌領域、マスク領域、めがね領域の各抽出に(1)の一部を適用し、システムの精度評価を実験により検証し高い精度で判別できることを確認した。これは、(1)の動画画像への適用可能性を示したものである。

(5) 養殖魚稚魚の魚群映像を用いて、魚群による瞬発遊泳シーンを検出する手法を開発した。その中で、映像内に映る稚魚の魚群行動を解析する手法の中に(1)の一部を適用した。その結果、高い精度でシーン検出を行うことができ、魚が反応する外的刺激を特定する手段になり得ることを示した。これは、(1)の動画画像への適用可能性を示したものである。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 8 件)

① K. Abe, A. Soda, M. Minami, Improvement of the System for Measuring VDT Working Hours Using a Webcam, Proc. of the 4th Int. Conf. on Frontiers of Signal Process., 査読有, 2018, 130-134 (DOI : 10.1109/ICFSP.2018.8552041)

② K. Abe, M. Tanaka, H. Habe, Y. Taniguchi, N. Iguchi, Video Scene Detection of Burst Swimming by Fry of Farmed-raised Bluefin Tuna, Proc. of the 4th Int. Conf. on Frontiers of Signal Process., 査読有, 2018, 105-109 (DOI : 10.1109/ICFSP.2018.8552079)

③ K. Abe, K. Shirakawa, M. Minami, D. Miura, Features for Evaluating Gastric Atrophy Using X-ray Images, Proc. of the 4th Int. Conf. on Frontiers of Signal Process., 査読有, 2018, 94-99 (DOI : 10.1109/ICFSP.2018.8552048)

④ K. Abe, K. Shirakawa, M. Minami, K. Yoshikawa, Automated Extraction of the Essential Region in Computer-aided Diagnosis of Helicobacter Pylori Infection Using Gastric X-ray Images, Proc. of International Congress on Advanced Applied Informatics, 査読有, 2018, 626-629 (DOI : 10.1109/IIAI-AAI.2018.00131)

⑤ K. Abe, H. Morita, T. Hayashi, Similarity Retrieval of Trademark Images by Vector Graphics Based on Shape Characteristics of Components, Proc. of Int. Conf. on Computer and Automation Engineering, 査読有, 2018, 82-86 (DOI : 10.1145/3192975.3192988)

⑥ H. Morita, K. Abe, T. Hayashi, A Similarity Retrieval of Trademark Images Considering Similarity for Local Objects Using Vector Images, Proc. of Int. Conf. on Signal Processing Systems, 査読有, 2016, 79-83 (DOI : 10.1145/3015166.3015194)

⑦ K. Abe, D. Miura, M. Minami, Features for Discriminating Helicobacter Pylori Infection from Gastric X-ray Images, Proc. of Int. Conf. on Signal Processing Systems, 査読有, 2016, 31-35 (DOI : 10.1145/3015166.3015190)

⑧ K. Abe, R. Shimizu, H. Habe, Y. Taniguchi, N. Iguchi, A Video Scene Detection of the Instantaneous Motion by Farmed Fry, Proc. of Int. Conf. on Signal Processing Systems, 査読有, 2016, 6-10 (DOI : 10.1145/3015166.3015191)

〔学会発表〕(計29件)

- ① 村田一星, 波部斉, 阿部孝司, 井口信和, 実用的な大規模魚群中の個体検出手法の検討, 情報処理学会第81回全国大会, 2019年
- ② 竹長慎太郎, 波部斉, 阿部孝司, 井口信和, 水中映像からのマグロ成魚の領域抽出と尾数推定, 情報処理学会第81回全国大会, 2019年
- ③ 黒田真一郎, 阿部孝司, 波部斉, 動画を用いた水槽内稚魚の3Dトラッキング, 電子情報通信学会関西支部学生会研究発表講演会, 2019年
- ④ 三宅航暉, 阿部孝司, 波部斉, 動画を用いた養殖稚魚の非接触体長推定, 電子情報通信学会関西支部学生会研究発表講演会, 2019年
- ⑤ 小林凌, 阿部孝司, 抽象図形に存在する平行性要因を持つ群化領域の認識, 電子情報通信学会関西支部学生会研究発表講演会, 2019年
- ⑥ 有村航太, 阿部孝司, 林貴宏, ベクタ画像内の線オブジェクトに対する群化強度を測定するための特徴量, 電子情報通信学会関西支部学生会研究発表講演会, 2019年
- ⑦ 村田一星, 波部斉, 阿部孝司, 井口信和, 機械学習を用いた密度マップ推定による大規模魚群中の個体検出, 2018年度情報処理学会関西支部支部大会, 2018年
- ⑧ 竹長慎太郎, 波部斉, 阿部孝司, 井口信和, 深層学習による水中映像からのマグロ成魚の領域抽出, 2018年度情報処理学会関西支部支部大会, 2018年
- ⑨ 田中勝, 阿部孝司, 他, クロマグロ稚魚の遊泳映像における瞬発遊泳シーンを検出するための特徴量, 平成30年電気学会電子・情報・システム部門大会, 2018年
- ⑩ 曾田光哉, 阿部孝司, 南昌秀, Webカメラを用いたVDT作業測定システムの改良, 平成30年電気学会電子・情報・システム部門大会, 2018年
- ⑪ 白川幸太, 阿部孝司, 南昌秀, 胃X線像から胃の萎縮度を評価する特徴量, 平成30年電気学会電子・情報・システム部門大会, 2018年
- ⑫ 松岡高輝, 波部斉, 阿部孝司, 井口信和, オプティカルフローを用いた魚群映像中の瞬発遊泳の解析, 第80回情報処理学会全国大会, 2018年
- ⑬ 鷲山玄樹, 阿部孝司, 商標図形に存在する連続性要因を持つ群化パターンの認識, 電子情報通信学会関西支部学生会研究講演会, 2018年
- ⑭ 田中将敬, 阿部孝司, 南昌秀, 胃X線二重造影像を用いた健常胃診断システムの開発, 電子情報通信学会関西支部学生会研究講演会, 2018年
- ⑮ 井上達也, 阿部孝司, 南昌秀, 胃X線像を用いた胃粘膜表面像に対するHp感染の判別, 電子情報通信学会関西支部学生会研究講演会, 2018年
- ⑯ 佐藤僚太, 波部斉, 阿部孝司, 井口信和, CNNを用いた画像解析による大規模魚群の個体検出手法, 第18回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2017年
- ⑰ 吉川憲次, 阿部孝司, 南昌秀, 胃X線像を用いたHelicobacter pylori感染の判別, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2017年
- ⑱ 盛田宏幸, 阿部孝司, 林貴宏, ベクタ画像を用いた類似商標検索システム, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2017年
- ⑲ 山本有里佳, 阿部孝司, よい連続性を現す抽象図形の群化パターン認識, 電子情報通信学会関西支部学生会研究講演会, 2017年

- ⑳ 小野雅百, 阿部孝司, 南昌秀, Web カメラを用いた VDT 作業時間測定システムの精度検証, 電子情報通信学会関西支部学生研究講演会, 2017 年
- ㉑ 吉川慶次, 阿部孝司, 南昌秀, 胃 X 線像を用いた Helicobacter pylori 感染自動診断のための診断領域抽出, 電気学会九州支部沖縄支所講演会, 2016 年
- ㉒ 松岡高輝, 溝口拓也, 波部斉, 阿部孝司, 井口信和, 濁りがある水中を遊泳する稚魚の尾数推定, 平成 28 年電気関係学会関西連合大会, 2016 年
- ㉓ 岸田大輔, 阿部孝司, 他, 赤外線カメラで撮影した魚の遊泳映像における瞬発的遊泳シーンの検出, 第 26 回インテリジェント・システム・シンポジウム, 2016 年
- ㉔ 清水涼太, 阿部孝司, 波部斉, 谷口義明, 井口信和, 魚の遊泳映像における瞬発的遊泳時検出システムの改善, 電気関係学会九州支部連合大会, 2016 年
- ㉕ 盛田宏幸, 阿部孝司, 林貴宏, ベクタ画像を用いた類似商標検索手法, 電気関係学会九州支部連合大会, 2016 年
- ㉖ 八塚友彦, 谷口義明, 波部斉, 阿部孝司, 井口信和, 可視光通信を用いた水の濁度推定に関する一検討, 情報処理学会関西支部大会, 2016 年
- ㉗ 波部斉, 寺山慧, 溝口拓也, 本郷昂貴, 阿部孝司, 井口信和, 養殖技術向上支援を目指した魚遊泳映像の自動解析, 日本水産学会秋季大会, 2016 年
- ㉘ 溝口拓也, 波部斉, 寺山慧, 阿部孝司, 井口信和, 局所特徴を用いた不鮮明な魚群画像の個体数と深度の推定, 画像センシングシンポジウム SSII2016, 2016 年
- ㉙ 溝口拓也, 波部斉, 寺山慧, 阿部孝司, 井口信和, 濁りがある水中を遊泳する魚の個体数と深度の同時推定, 情報処理学会 CVIM 研究会, 2016 年

〔産業財産権〕

○取得状況 (計 2 件)

名称: 画像処理装置、プログラム、及び、画像生成方法

発明者: 阿部孝司, 竹之内守

権利者: 学校法人近畿大学, 日本精機株式会社

種類: 特許

番号: 特許第 6139898 号

取得年: 平成 29 年

国内外の別: 国内

名称: 視力判定用装置、車両用表示制御装置及びプログラム

発明者: 阿部孝司, 竹之内守

権利者: 学校法人近畿大学, 日本精機株式会社

種類: 特許

番号: 特許第 6048186 号

取得年: 平成 28 年

国内外の別: 国内

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。