

令和 5 年 5 月 30 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11899

研究課題名(和文)人間の群化知覚を考慮した画像情報検索システム

研究課題名(英文)Visual Information Retrieval Considering Human Perception for Grouping Patterns

研究代表者

阿部 孝司(Abe, Koji)

近畿大学・情報学部・准教授

研究者番号：90367441

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：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「よい連続性」要因を持つ群化領域を認識する手法を提案した。(2)胃X線像に映る胃襞の分布の特定に(1)を適用し有効性を示した。(3)複数人1カメラで参加するWeb会議で標的のユーザが参加しているかを判別する手法に群化領域認識技術を導入し精度よく判別した。(4)肝臓CT画像において、複数枚に渡って映る同一病変部を特定する手段として(1)の特徴抽出の考え方を導入し高い精度で同一病変部を特定した。(5)魚群映像を用いた魚群行動を解析する手法の中に(1)の一部を適用した。(6)魚群の動画において、群化領域認識を適用し高い精度で魚領域を抽出した。

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)：In this research, the following functionalities were achieved: (1) a method for recognizing clustered regions with "good continuity" factors for graphic trademarks was proposed, (2) a method to identify the distribution of gastric folds in gastric X-ray images by introducing a part of (1) was proposed, (3) the proposed grouping recognition technique into a method for recognizing whether the target user is participating in web meetings with multiple participants was introduced, (4) the feature extraction approach from (1) was incorporated as a means to identify the same lesion area spanning multiple liver CT images, (5) a part of the method (1) was applied to analyze fish behavior using fish shoal videos, and (6) the proposed grouping recognition to accurately extract fish regions in fish shoal videos was applied.

研究分野：メディア情報学

キーワード：類似画像検索 CBIR 群化知覚 画像認識 画像処理

## 1. 研究開始当初の背景

登録商標と新規申請された図形を類似判定することは審査官にとって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。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、システムを実用化の上では、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、主に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。従来のシステムでは、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、これらの周期性を变量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。

### (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、胃、肝臓CTのレントゲン画像、カラー画像については内視鏡画像で撮影された直腸画像、動画像については、養殖魚稚魚や海生簀で養殖されているクロマグロ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。また、これを発展させて、複数で参加する Web 会議でユーザが会議に参加しているかどうかの判別方法についても検討した。

#### 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」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。しかし、本研究で提案された「よい連続性」要因を持つ群化領域を認識する技術が図形商標だけでなく、医用画像やその他、動画画像処理においてもオブジェクト認識に有効に機能することがわかった。

(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。また、襞が胃領域内に出現している分布の大きさや場所の特定にも(1)の特徴量を襞の認識に導入したことで求めることができた。襞の分布の大きさや出現場所を特定することは胃の萎縮評価に必要な情報となる。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。さらにこれを発展させ、複数人 1 モニタで参加する Web 会議にユーザが参加しているかどうかを判別する手法を提案し精度よく判別できることを示した。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)肝臓 CT 画像を用いて、分子標的薬の治療効果判定を定量的に評価する方法を提案し、医師の読影結果に準じたものであることを示した。このとき、複数枚に渡って映る同一病変部を特定する手段として(1)の特徴抽出の考え方を導入し高い精度で同一病変部を特定することを示した。また、肝細胞がんは時間経過とともに分裂したり統合したりすることが画像に出るが、ある一定期間経過して分裂した病変部が分裂前の病変部と同一病変部であることを判別する際にも分裂領域を群化領域であるかどうか決定する手段にも本研究で提案した群化領域認識技術を用いた場合に認識精度が良いことがわかった。

(6)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。

(7)養殖クロマグロの魚群映像を用いた尾数推定する研究において、水中に遊泳する魚領域の認識手法に群化領域認識を適用し、高い精度で領域抽出することができることがわかった。しかし、1 個のカメラで撮影された動画において、奥行きのある 3 次元領域を遊泳する魚には人間でも視認しにくいものも存在し、例えば、カメラから非常に離れており水の透明度や光に依存してマグロが出現しているケースやオクルージョンを引き起こしているケースには対応することができなかった。

(8)養殖稚魚を滑り台に放流し、滑り台をビデオカメラで撮影し放流された稚魚の尾数カウントを開発した。その際、時系列で魚を追跡しオクルージョンが発生または解除することを考慮して正しくカウントできる技術を提案した。この追跡技術では、連続フレーム間で同一の魚を識別する必要があり、連続フレーム間での領域の形や距離から特徴抽出し群化領域認識技術を導入した。それにより、任意のフレーム内の魚領域が次のフレームで分裂するようなケース、つまり複数尾により生じていたオクルージョンが解除されたケースを特定することができ、精度の高い尾数カウントに役立った。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 S. Abe, T. Takagi, S. Torisawa, K. Abe, H. Habe, N. Iguchi, K. Takehara, S. Masuma, H. Yagi, T. Yamaguchi, S. Asaumi	4. 巻 93
2. 論文標題 Development of fish spatio-temporal identifying technology using SegNet in aquaculture net cages	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Aquacultural Engineering	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.aquaeng.2021.102146	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 T. Nagaoka, T. Kozuka, T. Yamada, H. Habe, M. Nemoto, M. Tada, K. Abe, H. Handa, H. Yoshida, K. Ishii, Y. Kimura	4. 巻 11
2. 論文標題 A Deep Learning System to Diagnose COVID-19 Pneumonia Using Masked Lung CT Images to Avoid AI-generated COVID-19 Diagnoses that Include Data outside the Lungs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 76-86
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14326/abe.11.76	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 K. Abe, T. Maetani, M. Minami	4. 巻 A1-1
2. 論文標題 A Method for Measuring Working Hours of PC Users Working at Home	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. of the 7th IIEEJ International Conference on Image Electronics and Visual Computing	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 K. Abe, K. Ito, M. Minami	4. 巻 A6-6
2. 論文標題 A Feature Value for Measuring Progression of Gastric Atrophy Utilizing the Distribution of Folds in Gastric X-ray Images	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. of the 7th IIEEJ International Conference on Image Electronics and Visual Computing	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Abe Koji, Kuroda Shinichiro, Habe Hitoshi	4. 巻 32
2. 論文標題 A Multiple Video Camera System for 3D Tracking of Farmed Fry in an Aquaculture Tank	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 3581 ~ 3581
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2020.2890	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Abe Koji, Miyake Koki, Habe Hitoshi	4. 巻 32
2. 論文標題 Method for Measuring Length of Free-swimming Farmed Fry by 3D Monitoring	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 3595 ~ 3595
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2020.2892	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Abe S., Takagi T., Torisawa S., Abe K., Habe H., Iguchi N., Takehara K., Masuma S., Yagi H., Yamaguchi T., Asaumi S.	4. 巻 93
2. 論文標題 Development of fish spatio-temporal identifying technology using SegNet in aquaculture net cages	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Aquacultural Engineering	6. 最初と最後の頁 102146 ~ 102146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aquaeng.2021.102146	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 前谷忠之, 阿部孝司, 南晶秀
2. 発表標題 Webカメラを用いたテレワーク作業時間の計測
3. 学会等名 2021年電気学会 電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤滉平, 阿部孝司, 南晶秀
2. 発表標題 胃X線像を用いた襞の分布に着目した胃萎縮を評価する特徴量
3. 学会等名 2021年電気学会 電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ジョンソンジョージエフ, 阿部孝司, 波部斉, 兵頭朋子, 石井一成
2. 発表標題 CT画像を用いた肝細胞がん分子標的薬の治療効果測定
3. 学会等名 2021年電気学会 電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福田大海, 波部斉, 阿部孝司, 兵頭朋子, 石井一成
2. 発表標題 肝細胞がん治療効果判定のためのCT画像中の早期濃染領域検出
3. 学会等名 情報処理学会第84回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 景山青, 阿部孝司, 波部斉, 大谷雅之, 井口信和
2. 発表標題 オクルージョンを考慮したクロマグロ稚魚の尾数計測
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部第26回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小澤昂太, 阿部孝司, 波部齊, 大谷雅之, 井口信和
2. 発表標題 網生質内を遊泳する近大マグロの尾数計測
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部第26回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋良汰, 阿部孝司, 南昌秀
2. 発表標題 交通量情報による看板の利用料推定
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部第26回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊福錬, 阿部孝司, 波部齊, 兵頭朋子, 石井一成
2. 発表標題 腹部CT像内の肝臓領域抽出
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部第26回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小塚脩司, 阿部孝司, 林貴宏
2. 発表標題 Wikipediaを用いた多肢選択クイズ自動生成のための新たな見出し語ベクトル生成手法
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部第26回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塩崎俊希, 阿部孝司, 大谷雅之
2. 発表標題 キャプチャ画像からV-TAへ送る質問文の自動生成に関する初期検討
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部第26回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩井佑樹, 竹長慎太郎, 波部斉, 阿部孝司, 井口信和
2. 発表標題 Single Shot Object Detectorを用いたクロマグロ稚魚の個体検出
3. 学会等名 画像センシングシンポジウムSSI12020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木励, 波部斉, 大谷雅之, 阿部孝司, 井口信和
2. 発表標題 急激な動き変化に対応したクロマグロ稚魚の移動軌跡の獲得
3. 学会等名 FIT2020 第19回情報科学技術フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 黒田真一朗, 阿部孝司, 南昌秀
2. 発表標題 胸部X線CR画像を用いたじん肺コンピュータ診断に有効な特徴量
3. 学会等名 2020年度情報処理学会関西支部支部大会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 黒田真一朗, 阿部孝司, 南昌秀
2. 発表標題 じん肺X線像における粒状影抽出改善を導入したじん肺診断支援システム
3. 学会等名 令和2年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三宅航暉, 阿部孝司, 南昌秀
2. 発表標題 内痔診断のための内視鏡画像内のチューブ領域除去手法の改善
3. 学会等名 令和2年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高浦一樹, 阿部孝司
2. 発表標題 抽象図形に存在する連続性要因を持つ群化パターンの認識手法の改善
3. 学会等名 令和2年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村田 一星, 波部 斉, 大谷雅之, 阿部孝司, 井口信和
2. 発表標題 水面の見え方変化に頑健な大規模魚群中の稚魚検出手法
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------