HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Absent Colors and their Application to Image Matching [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	田, 穎
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15083号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85475
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	TIAN_Ying_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (工学)　氏名　TIAN Ying

審査担当者　主　査　教　授　田中 孝之
副　査　教　授　金井 理
副　査　教　授　工藤 峰一

学位論文題名

Absent Colors and their Application to Image Matching
（非顕在性色特徴とその画像照合への応用）

著者は, 類似物体や乱雑なシーンにおけるロバストな画像マッチングのために, 非顕在性色特徴 (ABC : absent color indexing) と呼ばれる新しいアプローチを提案した. 画像マッチングはコンピュータサイエンスとテクノロジーの分野で重要な役割を担っている. 画像の類似性を分析するための色分布の統計的尺度として, 色特徴が頻繁に利用されてきた. 特に, カラーヒストグラムは, 回転, 変形, スケール変化, オクルージョンなどの異なる課題に対応するための優れた特性を有しているため, 画像マッチングに広く利用されている. しかし, 既存のカラーヒストグラムに基づくアプローチは, 主要な色に着目しているため, 色の特徴が少ない類似画像の場合, 比較処理中に不一致が発生する可能性がある. そこで, 著者はヒストグラムの低頻度ビンや空きビンに属する不在色や微小色の寄与に着目したバランスの良い手法を提案した. それは原色ヒストグラムを顕色ヒストグラムと不在色ヒストグラムに分離することで実現される. この分離のための閾値は, 平均色ヒストグラムから, ヒストグラムビンにおける頻度が比較的低い欠落色の統計的有意性を考慮することによって得ている. 分離後に欠落色ヒストグラムを反転させることで, 欠落色の割合を効果的に増やしている. 提案する ABC と組み合わせることができる様々な類似性尺度を評価し, ロバストで識別性の高い画像マッチングを実現した.

カラーヒストグラムマッチングに基づくアルゴリズムは, より優れたロバスト性を示すが, カラー統計の過程で検索対象の位置情報が欠落する. また, 画像マッチング処理において, オフセットやドリフトがしばしば発生する. この問題を解決するために,ABC と相関フィルタリング (CF) を組み合わせてマッチング精度を向上させる方法を提案する.CF アルゴリズムは, テンプレート画像を入力として学習し, 出力として 2 次元のピーク中心のガウス型モデルを生成することでフィルタを計算している. さらに,ABC で探索したマッチング位置を生成フィルタに従って再配置し, 応答マップを得ている. 応答グラフの最高点は,ABC と CF の組み合わせ (ABC-CF) で求めた最良のマッチング位置を表している.

ABC 方式を改善するために, 色情報のみを用いてオフセットやドリフトの問題に対処することができる. ヒストグラムに基づくマッチング処理に位置情報を付加するために, 多層構造 (ML) を考案した.ML 構造は, 中央の位置を共通の基点とし, 中央部分の色情報は変わらないという原則のもと, 画像を 3 層に分割するものである. 画像マッチング処理において,ABC 構造と ML 構造を組み合わせる (ABC-ML) ために, 対応するレイヤーの画像に対して ABC を実行した. 各レイヤーの類似度を重み付けして合計し, 最終的な結果を得た. これら 2 つの改良されたアルゴリズムにより,ABC の長所を維持しつつ, マッチング精度を向上させた.

ABC,ABC-CF,ABC-ML のマッチング性能を実験的に比較した. 提案する ABC は, 技術的に単純であることに加え, 回転, 歪み, そしてある程度のスケーリングに対する不変性を持つという特筆すべき利点があることを示した.

以上を要するに, 本論文では類似物体や乱雑なシーンにおけるロバストな画像マッチングのために非顕在性色特徴 (ABC) および, その改善手法を提案し, 実験的に有用性を示した. 本研究の成果は, 画像識別技術の発展に寄与するところ大なるものがある. よって, 筆者は北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める.