

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：17301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25870526

研究課題名(和文)任意環境下における高精度・安定動作可能な煙映像解析手法の開発

研究課題名(英文)Development of robust smoke detection method from video for outside scene

研究代表者

丸田 英徳 (MARUTA, Hidenori)

長崎大学・工学研究科・助教

研究者番号：00363474

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、不定形状・半透過などの性質を持つ対象である煙の解析を目標とした画像認識手法を開発し、実環境データを用いた評価を行った。検出対象である煙は、背景や環境に依存して形状や濃度が変化し、従来手法では検出が難しかった。提案手法では、従来のLBPをさらに拡張し煙の持つ特徴を考慮した特徴量を提案した。環境依存への対応として、AdaBoostを採用し画像特徴量と組み合わせることで検出精度の向上を目指した。これらの手法は、アルゴリズムが単純で提案手法の実環境での運用との親和性が高くなると期待できる。評価実験においては、実環境から取得した画像データを用いて比較を行い、有効な結果を得た。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop the robust detection method of smoke from outside scene with image information. The nature of smoke has dynamical shape structure and transparency and they make it more difficult to detect smoke from image sequence compare to other solid shaped objects. To address such problems, LBP based image feature which are extended to represent such natures of smoke. Additionally, AdaBoost, which is widely used in the field of machine learning area, is combined with the presented image features to obtain more accurate detection results against varying environmental conditions. Evaluation results reveal that the presented method has effective results using real scene data.

研究分野：知覚情報処理

キーワード：画像認識 煙画像解析

1. 研究開始当初の背景

広大な森林・原野、都市や住宅街、化学プラント・発電所あるいは大規模な遺跡など、様々な異なる環境下における火災の早期発見は、災害時のリスク回避や、安全安心な社会インフラの構築のための重要な要素であり、世界で多くの取り組みがなされている。日本政府における平成 24 年度アクションプランにも施策の一つとして、「多様化する火災に対する安全確保」が挙げられており、重要な取り組みとして認識されている。特に、監視による早期発見という目的のためには、火災初期に発生する煙情報が極めて有効である。煙による監視のための情報源は、多様な環境下において、その設置の条件やコスト面などから、固定の監視カメラや空撮などによる映像ベースである。しかしながら、これらの映像情報は極めて膨大となるため、計算機による自動的な煙情報抽出が必要であり、そのための優れた画像認識手法が求められている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、動的・不定形状・半透過などの性質を持つ対象である煙とその動きの解析を目標とした新しい画像認識手法の提案、システム構築および評価である。提案する認識手法では、煙の持つ特徴を考慮した画像特徴量を検討し、ロバストな抽出のための学習ベースの手法の開発を行う。さらに、様々な背景下での評価のための物理ベースドシミュレーションと CG 合成による煙を含む映像情報の合成を行うことにより提案手法の評価・改善を行う。

煙は、災害時の火災や、環境破壊につながる自然火災の早期発見においてきわめて重要な要素であり、広い応用分野を持つ対象である。煙の特徴として、その形状が常に変化し、また燃焼物の材質などにより色情報などが大きく異なる。これらの性質を持つため、近年提案されている多くの画像特徴量は利用するのに不適合であり、先行研究においても、テクスチャ特徴やオプティカルフロー、フラクタル指数などが用いられているものの、限られた条件下での限定的な評価にとどまっている。画像認識において、もっとも重要な点は、認識対象について、どのような画像特徴量により記述するかであり、煙を対象とする場合、どのような特徴量が最もふさわしいかは、ブレークスルーを必要とする。

さらに、認識精度の向上のために単一環境でのデータによる学習ベースの手法を組み合わせることも行われているが、学習用データへの依存度（偏りやオーバーフィッティング）などの問題が残される。これまでの学習ベースの先行研究においても、データへの依存性の考慮があまりなされていない。また、そもそも抽出結果に対する真の解(Ground

truth)の定義がなく、それらの互いの評価結果を比較検討することが難しい。以上のように、対象の画像特徴記述から、領域抽出およびそのロバスト性の向上手法、抽出結果の評価に至るまで、計算機による煙の自動抽出のための画像認識手法には、既存の手法では解決が難しい多くの基礎的問題や応用面での課題が含まれており、波及する周辺分野への影響も大きく、そのブレークスルーが望まれている。

3. 研究の方法

本目的のためには、煙認識（領域抽出および動きの解析）のための画像特徴量の検討が極めて重要である。

本研究では、煙の特性を考慮した画像特徴量について検討する。煙はその性質として、不定形状・透過的であり、そのような対象は、テクスチャ特徴など既存のものでは不十分であり、新たな特徴量が必要となる。これらの性質の記述に効果的な LBP 特徴量をベースに、さらにフラクタル性を考慮に入れ、煙ならではの特性を表現できるように拡張することを検討する。さらに、背景画像変化などに対するロバスト性向上のため、この特徴量を用いた学習ベースの手法と組み合わせることを検討する。任意の背景画像における煙領域の認識について、優れた画像特徴量の提案だけでなく、どのように特徴量を生かしたロバストな手法を構築するかが重要である。本研究では、背景や風向・風速などの気象状況、季節などの環境変化に追従できるような学習ベースの識別器を導入することを検討する。実環境での運用を考慮した場合、計算コストの問題が重要であるが、学習アルゴリズムとしては、実装面でのコストが低く、また、認識精度の高い Adaboost を採用する。新しい煙認識のための特徴量と学習手法を組み合わせ、様々な環境で汎用的に有効性をしめすことが可能な認識手法の開発を行う。

4. 研究成果

(1) 新しい画像特徴量の開発

本研究目的の達成のため、コントラスト変動に強いとされる LBP 特徴量をさらに改良し、煙の特徴である、不定形状・透過性などの記述に優れた新たな画像特徴量を提案した。図 1 に煙画像認識のための LBP 特徴量の算出手法をしめす。

(2) 煙認識手法の開発

新しい画像特徴量を入力とした AdaBoost との組み合わせによる煙認識手法を開発した。図 2 に、AdaBoost を用いた煙認識手法の概要をしめす。提案する複数の LBP ベースの特徴量は並列

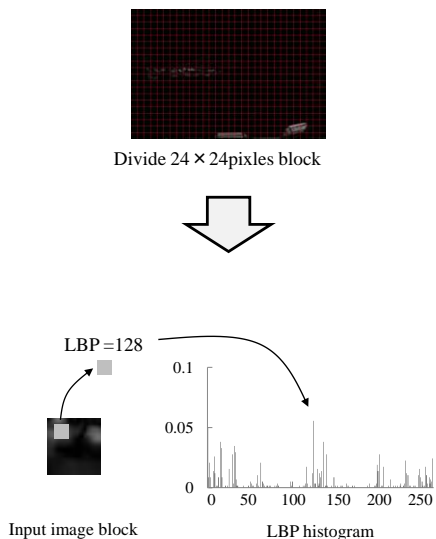


図1 煙画像からの LBP 特徴量の算出

演算による処理が可能であり、また、Adaboost 識別機を拡張された LBP 特徴量ごとに計算し、識別結果を足し合わせることで、より高精度の認識手法を確立した。

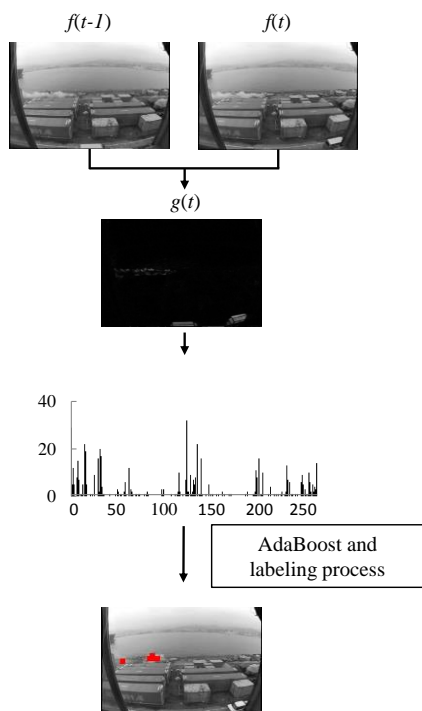


図2 Adaboost による煙画像の認識結果の例

図3に従来のLBP特徴量と提案する拡張型LBP特徴量の煙画像からの検出結果の例を示す。

従来、画像特徴量の算出や学習アルゴリズムは、複雑なものほど演算コストの問題で、実環境、とくにオフライン環境での限られた演算リソース下での実装に問題があったが、本手法では、特徴量



(a) 従来の LBP 特徴量と Adaboost による検出結果



(a) 拡張された LBP 特徴量と Adaboost による検出結果

図3 拡張された LBP 特徴量による検出結果の改善例

算出・学習アルゴリズムともに低い演算コストで実現できる LBP や AdaBoost を採用しており、並列演算を講じたアルゴリズムであるため、FPGA などの利用を前提とした実環境下での運用にも適している。

今後の課題として、学習データへの依存性を再検討する必要があることが、本研究結果よりわかった。環境への依存性を軽減させるために採用した機械学習であるが、それ自体がもつアルゴリズムのデータへの依存性については、従来の機械学習では取扱いが難しい。よって、オンライン学習などの知見を取り入れた新たな手法への発展が望まれる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計2件)

- 1) H. Maruta, Y. Iida, F. Kurokawa, "Smoke detection method using local binary patterns and AdaBoost," in Proc. IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), 査読有, 2013, pp. 1-6.
- 2) H. Maruta, Y. Iida, F. Kurokawa, "Anisotropic LBP descriptors for robust smoke detection," in Proc. IEEE Industrial Electronics Society

(IECON), 2013, 査読有, pp. 2370-2375.

〔学会発表〕(計 2 件)

- 1) 飯田裕介, 丸田英徳, 黒川不二雄, “非等方 LBP による煙検出手法について”, 電子情報通信学会九州支部学生会講演会, 熊本, 2013.9.23.
- 2) 飯田裕介, 丸田英徳, 黒川不二雄, “LBP を用いた煙検出手法の評価”, 電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, 熊本, 2013.9.24-25.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

丸田 英徳 (MARUTA, Hidenori)
長崎大学・工学研究科・助教
研究者番号: 00363474

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし