

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：24403

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2015

課題番号：24700195

研究課題名(和文) 不特定多数の人物のおおまかな動きに注目した行動パターンの学習・認識に関する研究

研究課題名(英文) Learning and Recognizing Behavioral Patterns based on Comprehensive Movement of People

研究代表者

青木 茂樹 (AOKI, Shigeki)

大阪府立大学・現代システム科学域・准教授

研究者番号：90390541

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：近年、公共施設などに設置された監視カメラ映像から、注視すべき映像を見落とさずに検出するための自動監視システムが注目されている。これまでの研究では、検出すべき行動やイベントなどのモデルデータを予め与え、モデルデータと合致する行動を検出する手法や、初めて観測された行動や観測頻度の低い行動を検出する手法が提案されている。これらの手法は特定の環境に依存した情報を学習しているため、学習結果を別の環境に適用できないことが課題となっていた。本研究課題では、複数の環境に共通の特徴に注目することによって、ある環境で学習した日常的な行動を基に、学習環境とは異なる環境で非日常状態を検出する手法を提案している。

研究成果の概要(英文)：Recently, automatic video surveillance systems have become an active area of research. There are detecting irregular behavior based on a set of given irregular behavior models, and detecting rare behavior as irregular in existing methods. However, since these methods use specific features to each environment, it is not possible to apply learning result in the environment to other similar environment without relearning behavioral patterns. We propose a novel method to detect irregular situations in similar multiple environments. So our method uses common features in some environment, the existing problem of relearning behavioral patterns is resolved.

研究分野：知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：大まかな動き 行動パターン 非日常状態検出 監視カメラ

1. 研究開始当初の背景

近年、不特定多数の人物が往来する環境における防犯を目的とした、監視システムが広く用いられている。しかしながら、多数の監視カメラで撮影された映像の殆どは、何らかの問題が起こった後に、証拠資料とする用途のみに用いられており、有効に利用されているとは言いがたい。そこで、監視システムの自動化に関する研究が盛んに行われている。

これまでに、提案されている自動監視に関する研究には、“異常”行動を予めモデルとして与え、観測された行動が“異常”行動と一致した場合に、監視員に通知することを目的としたアプローチと、初めて観測された行動や、観測頻度が低い行動を例外行動や非日常行動として検出するアプローチが存在する。“異常”行動を予めモデルデータとして与えるアプローチでは、予め与えた“異常”を検出することは可能であるものの、不特定多数が存在する環境内で発生する全ての“異常”を予め定義することは難しい。

一方、観測頻度が低い行動を検出するアプローチでは、予め“異常”行動のモデルデータを与えることなく、行動の傾向が変化した場合などを検出することができる。本研究課題でも、非日常行動を検出するアプローチを採用する。

これまでに、我々は図1に示すような不特定多数の人物が存在する環境における人物の流れを、オプティカルフローを用いて大まかな行動パターンとして抽出する手法並びに、抽出した行動パターンをその種類ごとに動的計画法を応用した手法により自動的に逐次分類して学習し、観測された行動パターンが日常的に観測される行動パターンであるか、頻繁には観測されない非日常的な行動パターンであるかを認識する手法を開発している[1, 2, 3]。この手法の極めて新規な特徴は、個々の人物の動きに着目するのではなく、多数の人物の大まかな“流れ”に着目していることと、予め多数のモデルを与えることなく、これまでに観測された日常的な“流れ”を自動的に逐次分類して学習し、一定期間後に非日常的なパターンを自動的に検出できる技術である。この研究成果は、自動監視システムに応用できる技術である。また、本手法による自動監視システムを広く普及させることによって、2001年7月21日に発生した「明石花火大会歩道橋事故」の様な痛ましい事故を未然に防ぐことができると考えられる。

2. 研究の目的

本研究課題では、我々が世界に先駆けて実現した、大まかな流れに着目する手法[1, 2, 3]を、複数の監視カメラが設置されている環境にも適用できるように拡張し、以下の点を研究期間内に明らかにする。



図1 対象とする環境の例

- (1) 不特定多数の人物が存在する図1に示すような環境における多数の人物の大まかな行動パターンの表現方法を複数の監視カメラが設置されている環境に適用できるように拡張する方法
- (2) 大まかな行動パターンの逐次学習と認識方法と非日常状態の検出方法
- (3) 複数の監視カメラの中から、監視員が注視すべき監視映像を自動的に選択し、推薦する方法
- (4) 不特定多数の人物が存在する、広範な環境における自動監視システムへの応用可能性

これまでに提案されている監視システムに関する研究の殆どは、環境中に存在する個々の人物のそれぞれの動作・行動を学習・認識する手法であるために、図1の様な環境を長期間にわたって監視するシステムに応用した場合、記憶容量や計算コストが大きく、また、ノイズの影響を受けやすいという問題があった。一方、本研究課題で開発する手法では、大まかな流れに注目し、観測された流れを自動的に逐次学習・認識するため、記憶容量、計算コスト、ノイズの影響の点で従来手法の問題点を解決している。

また、非日常状態を検出する手法だけでなく、注視すべき映像を選択して推薦する手法も併せて開発するため、本手法を応用した監視システムでは、監視員の負担を軽減し、監視員の見落としのない安心・安全なシステムの構築が可能である。更に、特殊な装置を必要としないため、既存の監視システムへの追加が容易であることや、高速道路などの交通流の監視への応用も容易であることも、本手法の特徴として挙げられる。

3. 研究の方法

まず、本研究課題の開始前に我々が開発した、監視対象(監視カメラ)が単一である場合の非日常状態の検出手法[1, 2, 3]を、文献[1, 2, 3]とは異なる環境に適用してそれぞれの環境における課題等を整理した。なお、異なる環境の監視カメラ映像には、[4]で公開されているデータセットを利用した。データセ



図 2 追加した環境の例 1



図 3 追加した環境の例 2

ットの例を図 2、図 3 に示す。

次に、得られた研究成果並びに知見に基づき、複数の監視カメラが設置されている環境における、不特定多数の人物の大まかな行動パターン^①の表現方法の検討、および複数の監視カメラ映像の中から監視員が注視すべき映像を自動的に選択し、推薦する手法の検討を行った。また、本研究課題の派生テーマとして単一の監視カメラから得られる映像中の不特定多数の人物の大まかな流れが正常であるのか、異常であるのかを識別する手法の検討を行った。

更に、上記の研究を遂行する上で得られた研究成果並びに知見に基づき、複数の監視カメラが設置されている環境における、不特定多数の人物の大まかな行動パターン^①の表現方法並びに非日常状態の検出方法を検討した。

4. 研究成果

これまでに提案されてきた監視カメラの自動監視に関する研究では、位置情報などの環境に特有な情報を学習し、学習データに含まれない動きなどが観測された場合に非日常状態であることを認識していた。そのため、学習した環境では高い検出率で非日常状態を検出できるものの、学習結果を他の環境に適用することが難しく、様々な環境で非日常状態を検出させるためには、それぞれの環境で、各々の環境における日常状態を学習する必要があった。

本研究課題では、まず、環境に特有の情報

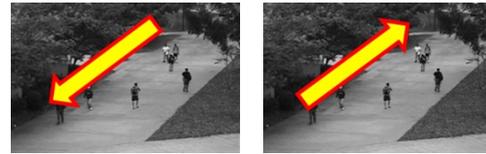


図 4 クラスタリングの例

を用いて複数の監視カメラ映像の中から監視員が注視すべき映像および映像中の領域を抽出して推薦する手法（2. 研究の目的中の項番(3)）を検討し、国際会議⑥並びに雑誌論文②にて発表した。また、本研究課題の派生テーマとして、監視環境中で監視員が監視すべきであると考えた流れに類似する流れを異常として自動的に検出して提示する手法を国際会議⑤並びに論文雑誌①にて発表した。

次に、環境に依存しない大まかな行動パターン^①を抽出（2. 研究の目的中の項番(1)）し、抽出した行動パターンを逐次学習・認識（2. 研究の目的中の項番(2)）することによって、図 2 に示す環境で学習した日常状態の情報を用いて図 3 に示す環境で非日常状態を検出できる手法二つを提案し、国際会議④、②、国内会議③、①にて発表した。

これらの手法では、図 4 の矢印に示す二つの人物の流れが同一の動きであると識別できる特徴を抽出し、抽出した特徴をクラスタリングする。そして、新たに観測された人物の流れがどのクラスの流れであるかを識別することによって、観測された流れが日常的に観測されるものであるか、あまり観測されない非日常的な流れであるかを識別する。実験では図 2 に示す環境で学習した結果を利用して、図 3 に示す環境の非日常状態を検出した。

本研究課題で得られた研究成果の手法では、環境に依存しない特徴を用いて非日常状態を検出できるため、ある環境で学習した結果を他の環境に適用することが出来る。そのため、環境ごとに学習処理を行わずに非日常状態を検出できる。したがって、監視カメラの自動監視への応用（2. 研究の目的中の項番(4)）が容易であると考えられる。

<引用文献>

- (1) 宜保 達哉, 青木 茂樹, 宮本 貴朗, 岩田 基, 汐崎 陽, “人物の流れに着目した大局的な行動パターンの逐次学習・認識,” 電学論(D), vol.131-D, no.6, pp.820-828, June 2011.
- (2) Tatsuya Gibo, Shigeki Aoki, Takao Miyamoto, Motoi Iwata and Akira Shiozaki, “Anomalous Situations Detection Based on Confluence,” Proc. of The 16th International Symposium on Artificial Life and Robotics (16th AROB), GS10-1, pp.759-752, Jan. 2011.
- (3) Tatsuya Gibo, Shigeki Aoki, Takao Miyamoto, Motoi Iwata and Akira Shiozaki, “Sequential Learning and Recognition of Comprehensive

- Behavioral Patterns Focused on Confluence,” Proc. of Japan-Cambodia Joint Symposium on Information Systems and Communication Technology (JCAICT2011), pp. 83-88, Jan. 2011.
- (4) “UCSD Anomaly Detection Dataset,” <http://www.svcl.ucsd.edu/projects/anomaly/dataset.html>

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2件)

- ① 宜保 達哉, 葛本 衣里, 青木 茂樹, 宮本 貴朗, 吉岡 理文, “多数の人物の大局的な行動パターンに注目した異常検出,” 電子情報通信学会論文誌(D), vol. J96-D, no. 11, pp. 2765-2775, Nov. 2013. (査読有)
- ② Shigeki Aoki, Tatsuya Gibo, Eri Kuzumoto and Takao Miyamoto, “Development of Intelligent Surveillance System Focused on Comprehensive Flow,” International Journal of Advanced Computer and Applications, vol. 4, no. 12, pp. 188-192, Dec. 2013. (査読有)

[学会発表] (計6件)

- ① 岩渕 弘晃, 青木 茂樹, 宮本 貴朗, “類似する複数の環境における人物の大局的な動きに基づく行動パターンの学習・認識,” 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU2015-136, Feb. 2016. (九州工業大学 飯塚キャンパス, 福岡県・飯塚市, 2016/02/21)
- ② Hiroaki Iwabuchi, Shigeki Aoki and Takao Miyamoto, “Learning and recognizing behavior patterns based on comprehensive movement of people in surveillance images,” Proc. of the 11th International Conference on Knowledge Management (ICKM2015), pp. 5-6, Nov. 2015. (大阪府立大学 i-Site なんば, 大阪府・大阪市, 2015/11/04)
- ③ 西村 築, 青木 茂樹, 宮本 貴朗, “人物の大局的な動きに基づく非日常的行動パターンの検出,” 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU2014-156, CNR2014-71, Feb. 2015. (東北大学 青葉山キャンパス, 宮城県・仙台市, 2015/02/20)
- ④ Kizuku Nishimura, Shigeki Aoki and Takao Miyamoto, “Learning and recognizing behavior patterns based on the distribution of the direction of movement,” Proc. of The Second Asian Conference on Information

Systems (ACIS2013), pp. 203-209, Oct. 2013. (プーケット, タイ王国, 2013/10/31)

- ⑤ Tatsuya Gibo, Eri Kuzumoto, Shigeki Aoki, Takao Miyamoto, and Michifumi Yoshioka, “Detection of Abnormal Situations Based on Comprehensive Flows,” Proc. of The First Asian Conference on Information Systems (ACIS2012), pp. 24-28, Dec. 2012. (シエムリアップ, カンボジア王国, 2012/12/06)
- ⑥ Tatsuya Gibo, Eri Kuzumoto, Shigeki Aoki, Takao Miyamoto, and Michifumi Yoshioka, “Automatic Extraction of Videos of Interest and Regions of Interest from Images of Surveillance,” Proc. of The First Asian Conference on Information Systems (ACIS2012), pp. 29-32, Dec. 2012. (シエムリアップ, カンボジア王国, 2012/12/06)

[図書] (計0件)

無し

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

無し

○取得状況 (計0件)

無し

[その他]

ホームページ等

<http://www.kis.osakafu-u.ac.jp/~aoki/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青木 茂樹 (AOKI, Shigeki)

大阪府立大学・現代システム科学域・准教授

研究者番号：90390541