

映像から不審者を高精度で絞り込む 行動パターンの自動分類

劉 健全 西村 祥治

要旨

近年、ショッピングモールやビル、駅などの公共施設に多くの防犯カメラの導入が進んでいます。これらの防犯カメラは、犯罪の捜査などを主として事件発生後に活用されてきました。一方、テロなど甚大な被害をもたらす犯罪が社会の脅威になってきており、事件発生そのものの予防に関心が集まっています。本稿では、頻出する人物を高速に抽出するNECの時空間データ横断プロファイリングを応用し、更に頻出人物の抽出結果を活用して、うろつき、通り抜け、立ち止まりなど、個々の現れ方（行動パターン）の違いを理解して分類できる新しい技術を紹介します。本技術により不審者を早期に発見することで、犯罪を未然に防ぐことが期待されています。



映像検索／映像解析／犯罪予防／行動分析／行動パターン／人工知能 (AI)

1. はじめに

昨今、ショッピングモールやビル、駅など公共の場に大量の防犯カメラが設置されています。これまで、これらの防犯カメラは、犯罪の捜査（例えば、指名手配の人物の捜索）などに活用されてきました。一方で、テロなど甚大な被害をもたらす犯罪が社会にとって脅威となっています。このため、防犯カメラを事件発生前にも活用することで、犯罪を未然に防ぐことがますます重要になってきています。

しかし、防犯カメラから収集される映像データは大量となるため、人手による解析が困難になってきています。特に複数カメラで撮影した長時間の映像のなかから、同じ場所に何度も出現する、あるいは複数の場所に出現するといった不審な行動をしている人物を見つけ出すことは、非常に困難でした。

そこで、NECは、人手の代わりにAI技術の1つである顔認証技術「NeoFace」を活用して、本人の顔であるかどうかを高い精度で識別することで、膨大な映像から特定の人物を検索する技術を開発しました¹⁾。これは、あらかじめ用意した顔写真をもとに、その顔の人物を膨大な映像から見つけ出すものです。この検索技術は、ウォッチリストに登録済みの人物に対する検索に役立ちます。一方で、

未登録であっても不審と思われる人物を見つけ出すため、NECは新たに「時空間データ横断プロファイリング」を開発しました^{2) 3)}。この技術は、犯行予定場所を何度も下見に来たり、ターゲットとなる人を物色するために長時間にわたってうろついたりするといった頻出人物を、高速に抽出することを可能にしました。

しかし、不審者や要注意人物を自動的に割り出すには、更に頻出人物の抽出結果を活用し、うろつき、通り抜け、立ち止まりなど、個々の現れ方（行動パターン）の違いを理解して分類することが、犯罪予防を実現するうえで重要になります。

2. 行動パターンの定量化・自動分類

では、どうすれば個々の行動パターンを、膨大な映像から見分けることができるのでしょうか。NECが着目したのは、人物の動線の微視的な乱雑さをとらえた行動パターンを定量化することです。

例えば、カメラの撮影領域のなかでうろろしている人物や、行ったり来たり何度も映り込んだ人物、及び単なる友人との待ち合わせなどでカメラの前に立ち止まっている人物の行動を考えてみます。これらの人物は、同程度の頻

度で現れますが、カメラの撮影領域において、それぞれの動きの変化はかなり異なります。そこで、NECは人物の細かい行動を問わずに動線の微視的な乱雑さ（動きの変化の度合い）をとらえることで、現れ方（行動パターン）を定量化して個々の違いを区別できる方法を開発しました^{4) 5)}。

更に、この定量化の方法により行動パターンを自動分類することで、大勢のなかから、他の人と異なる行動をとっている人物を要注意人物（定義が明確の場合は、不審者）として絞り込むことが可能になります。

2.1 実現するうえでの課題

前述の例に挙げた人物の行動の違いを区別するのに、従来の手法でこれらの行動を事前に学習しておけば、既知の行動を認識することが可能です。

例えば、うろろろしている人物の映像データを大量に集めて、不審行動の候補の1つであるうろつき行動特徴を深層学習などの方法で学習させることで、うろつきの行動を自動的に判定できる識別器を事前に作成することができます。個々の行動に関する映像データをこの識別器に当てはめれば、うろついたかどうかの判定は可能になります。

しかし、不審な行動の教師データが少ない、または未知の場合は、学習ベースの手法を適用することができません。しかも教師データの作成、及び事前学習には時間がかかるため、あらゆる行動を網羅することが難しくなります。

2.2 乱雑さをとらえるエントロピーによる解決

今回NECは、前述の課題に対して、学習なしの分析技術を開発しました。基本的なアイデアは、不審な行動を事前に集めることなく学習もせずに同一人物の再特定を行ったうえで、人物ごとの動きの微視的な乱雑さをとらえて、エントロピーという数理モデルを用いて動きを定量化する

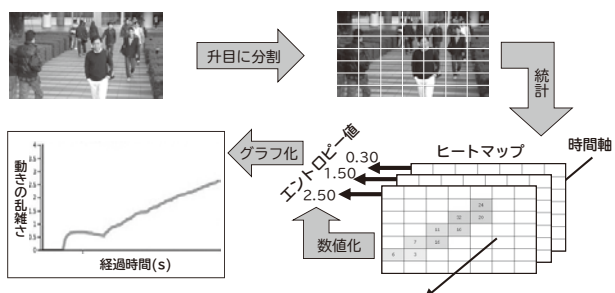


図1 提案技術の概要

ことです。これについて、図1を用いて説明します。

本技術は、図1に示した流れで、映像に映った人物の動きを解析します。最初にカメラ画像を格子に分割し、映像から抽出した同じ人物の顔または人体の中心点を格子にマップします。次に、各格子に出現した回数を人物ごとで集計し、時間軸に沿ったヒートマップを作成します。これにより、各人物の軌跡が俯瞰的に把握できるようになります。更に、格子内の数値を時間に沿って累計し、各格子での出現割合からエントロピーを算出します。このエントロピーが、微視的な動きの乱雑さを表す数値になります。そして、この時系列変化が人物の行動パターンを定量的に表したものととなり、時間経過に沿ったグラフとして可視化できます。

このような独自アプローチで人物の動線から行動の特徴を俯瞰的にとらえて、定量化したグラフを用いることで、さまざまな行動パターンを可視的に表現することが可能になります。例えば、図2に示したように、異なるグラフでそれぞれ異なる行動パターンを表すことができます。動きの乱雑さの時系列変化を表す曲線の形状から、通り抜けや立ち止まり、うろつきなどの行動を区別することができるようになります。

図2により、頻出する人物について、カメラ映像に長く映っていて動きの乱雑さが小さいと立ち止まり、大きいと道迷い、うろつき、といった行動パターンの分類ができます。例えば、曲線の勾配が急であれば動きが速く、逆に緩やかであれば遅い傾向を示します。図2において黒線で示した人物の行動で見ると、曲線が急に上がり、変動しながら緩やかになっていることから、その場に来た後に広範囲で行ったり来たりしている「うろつき」を表します。

そして、このような定量化解析により、大量の映像に映り込んだすべての人物に関する行動パターンを抽出し、グラ

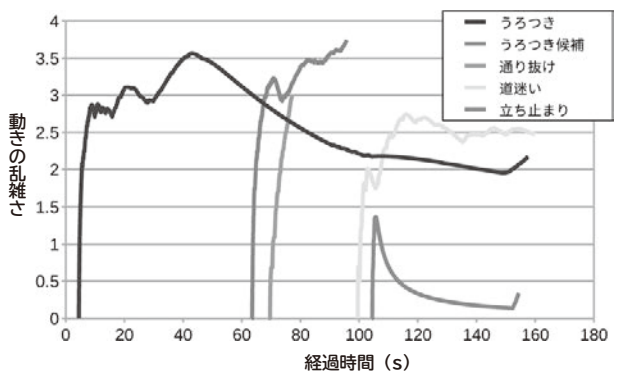


図2 行動パターンの違いを表す変化曲線

フの変化が類似するものをグループごとに分類することで、他と違う不審行動パターンの自動抽出が可能になります。

3. 不審者の絞り込み

前述の行動パターンを定量化する方法を応用し、行動パターンの違いに注目して不審者を高精度で絞り込む映像検索システム⁵⁾を開発しました(図3)。

本システムは動きの乱雑さに加え、従来の出現頻度と滞在時間の数値に重みをつけ、スコアを算出することで、目的に応じて見つけたい行動パターンをとっていた人物を上位にランク付けすることができます。例えば、通り抜ける人を見つけたい場合には“動き”の重み(薄い灰色:β)を大きくする、立ち止まっている人の場合は、“滞在時間”の重み(濃い灰色:γ)を大きくする、うろついている人の場合は、“動き”と“滞在時間”を両方大きくするなど、対

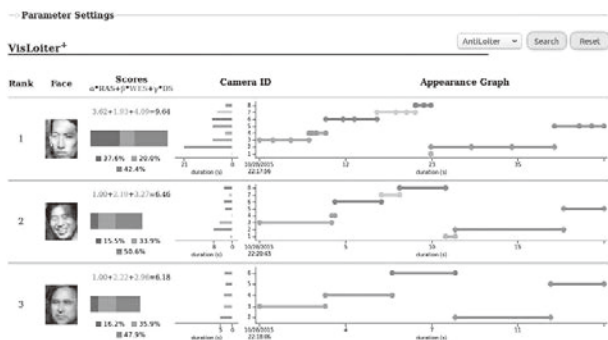


図3 不審者を絞り込む検索システム

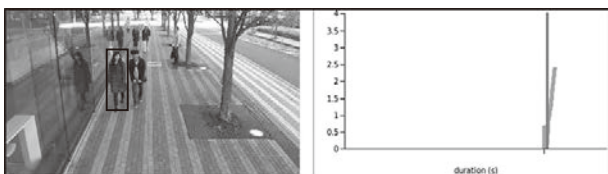


図4 通り抜ける行動パターン(例1)

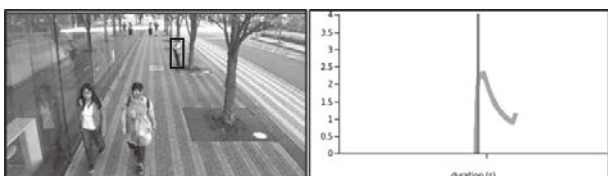


図5 立ち止まる行動パターン(例2)

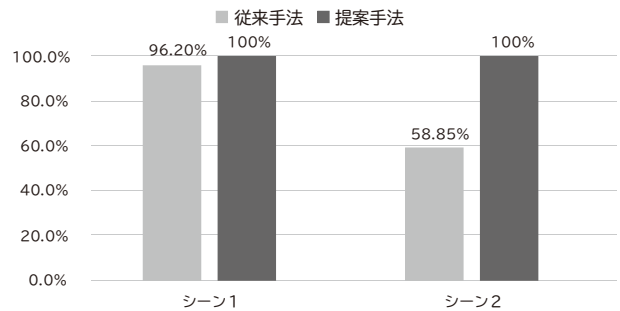


図6 うろつきの検出率(比較実験)

象人物を行動パターンで絞り込みます。

一方で、本システムを利用する際に、不審者を間違いなく見つけ出すため、除外したい行動パターンをあらかじめ指定し分析対象から除外しておくことで、不審者の検出を容易にすることができます。例えば、以下にその代表的な2例を紹介します。図4では、普通の人が通り抜けるまでの間に行動パターンの曲線は、一定の割合で上昇します。図5では、人物が立ち止まると行動パターンの曲線は下降します。

この技術の有効性を検証するため、公開映像データ⁶⁾を偏りなく用いて評価実験を行いました。実験では、本技術はうろつき、長時間立ち止まり、通り抜け、といった人物の行動パターンを正しく分類できました。特にうろつきの検出率は100%に達成し、事前に定めた一定の滞在時間を超えた人物をうろつきとして検出する従来技術に比べて最大41%向上しました(図6)。

4. むすび

時空間データ横断プロファイリング技術の強化として、行動パターンの定量化と自動分類により不審者を高精度で絞り込める技術を紹介しました。以前は大量の個々の人物行動を目視で確認することは困難でしたが、これらによる行動パターンのグラフ曲線を用いた自動分類で、大勢のなかから不審な人と普通の人を区別できるようになりました。本技術により、特定対象を効率的に絞り込むことが可能になります。例えば、迷子、徘徊などの状況に応じて、早い段階での適切な対応ができるようになります。また、防犯や、道に迷った観光客へのおもてなしなどにも活用することができます。

なお、本技術は2019年度中の製品化を計画しています。

参考文献

- 1) Jianquan Liu, Shoji Nishimura, Takuya Araki: Wally: A Scalable Distributed Automated Video Surveillance System with Rich Search Functionalities, ACM Multimedia 2014, pp.729-730, 2014.11
- 2) Jianquan Liu, Shoji Nishimura, Takuya Araki: AntiLoiter: A Loitering Discovery System for Longtime Videos across Multiple Surveillance Cameras, ACM Multimedia 2016, pp.675-679, 2016.10
- 3) Jianquan Liu, Shoji Nishimura, Takuya Araki, Yuichi Nakamura: A Loitering Discovery System Using Efficient Similarity Search Based on Similarity Hierarchy, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Volume E100.A, Issue 2, pp.367-375, 2017
- 4) Maguell L. T. L. Sandifort, Jianquan Liu, Shoji Nishimura, Wolfgang Hürst: An Entropy Model for Loiterer Retrieval across Multiple Surveillance Cameras, ACM International Conference on Multimedia Retrieval 2018, pp. 309-317, 2018.6
- 5) Maguell L. T. L. Sandifort, Jianquan Liu, Shoji Nishimura, Wolfgang Hürst: VisLoiter+: An Entropy Model-Based Loiterer Retrieval System with User-Friendly Interfaces, ACM International Conference on Multimedia Retrieval 2018, pp.505-508, 2018.6
- 6) PETS 2007 Benchmark Data.
<http://www.cvg.reading.ac.uk/PETS2007/data.html>

関連URL

NEC、大量の映像から特定のパターンで出現する対象を高速に検索できる技術「時空間データ横断プロファイリング」を開発
https://jpn.nec.com/press/201511/20151111_02.html

防犯カメラ映像から、出現パターンに基づき不審者を迅速に発見する「時空間データ横断プロファイリング」
<https://jpn.nec.com/nua/consensus/dbook/2016/1-2/#page=10>

NEC、防犯カメラの映像を解析し特定の人物を高速・高精度に検索するAIソフトウェアを発売
https://jpn.nec.com/press/201610/20161031_04.html

AIを用いた新技術「時空間データ横断プロファイリング」によって、金融犯罪分析の実証実験に成功
<https://jpn.nec.com/nua/consensus/dbook/2017/9-10/#page=21>

NEC、大量の映像から出現パターンを数値化し不審者を高精度で絞り込む自動分類技術を開発
https://jpn.nec.com/press/201806/20180612_02.html

NECの最先端技術 大量の映像から不審者を高精度で絞り込む「出現パターンの数値化・自動分類技術」
https://jpn.nec.com/rd/technologies/Profiling_Across_Spatio-temporal_Data/

執筆者プロフィール

劉 健全

バイOMETRICS研究所
主任

西村 祥治

バイOMETRICS研究所
主任研究員

NEC 技報のご案内

NEC 技報の論文をご覧いただきありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご一読ください。

NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報 (日本語)

NEC Technical Journal (英語)

Vol.71 No.2 バイオメトリクスを用いた社会価値創造特集

バイオメトリクスを用いた社会価値創造特集によせて
社会価値の創出に貢献する NEC の生体認証への取り組み

◇ 特集論文

NECが推進するバイオメトリクスの取り組み

NECの生体認証ブランド「Bio-IDiom (バイオイディオム)」
バイオメトリクス研究の今後の進化発展
バイオメトリクス事業におけるプライバシーへの配慮

バイオメトリクスを用いたサービス・ソリューション

Western Identification Network : 携帯型アーキテクチャが提供するサービスとしての生体認証
マイナンバーカードに関わる顔認証システムの活用
顔認証クラウドサービス「NeoFace Cloud」
高度映像分析ソリューションを提供する NEC 映像分析基盤
将来のリテールサービスを支える生体認証技術による新しい店舗ソリューション
ユーザーが使いたい金融サービスを即時利用可能にする「本人確認サービス」の提供
バイオメトリクスを活用した非日常空間体験向上の取り組み
顔認証と位置情報を活用した建設現場における現場作業員の入退場管理サービス
次世代ものづくりの現場における個人特定の重要性

バイオメトリクスを支えるコア技術・先進技術

安全・安心な社会を実現する顔認証・人物照合技術
フュージョン照合を活用した虹彩認証高度化技術
新特徴量を利用した遺留指紋照合高度化技術
声認証技術がもたらす安全・安心で便利な社会
人によって異なる耳穴の形状を音で識別する耳音響認証技術
映像から不審者を高精度で絞り込む行動パターンの自動分類
安価なIoT 端末上で動作する顔映像からの眠気推定技術

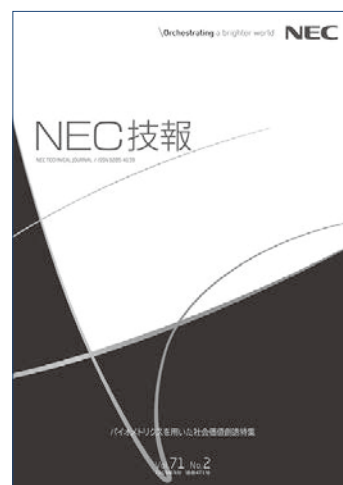
◇ NEC Information

C&Cユーザーフォーラム&iEXPO2018 Digital Inclusion

基調講演
展示会報告

NEWS

2018年度C&C賞表彰式典開催



Vol.71 No.2
(2019年3月)

特集TOP