

LSTM 深層ネットワークを用いた 3D LiDAR による人物識別

山田 弘幸^{*1,2}, Jeongho Ahn^{*1}, Ocsar Martinez Mozos^{*3}, 岩下 友美^{*4}, 倉爪 亮^{*1}

People Identification using 3D LiDAR and Long Short-Term Memory Deep Networks

Hiroyuki YAMADA^{*1,2}, Jeongho AHN^{*1}, Oscar MARTINEZ MOZOS^{*3},
Yumi IWASHITA^{*4} and Ryo KURAZUME^{*1},

^{*1} Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University
744 Motoooka, Nishi-ku, Fukuoka 819-0395, Japan

^{*2} Research & Development Group, Hitachi, Ltd.
832-2 Horiguchi, Hitachinaka, Ibaraki 312-0034, Japan

^{*3} Örebro University, Örebro, Sweden

^{*4} Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, USA

Gait recognition is one of biometrics such as face, fingerprint, and retina. Although most of biometrics need direct contact between a device and a subject, gait recognition has a unique characteristic which does not require interaction with the subjects and can be performed from a distance. A camera is commonly used for the gait recognition, and some researchers used depth information taken by a RGB-D camera. Although the depth-based gait recognition has some advantages such as robustness against light condition or appearance variations, there are limitations on the detection distance. This paper presents a LSTM-based method for gait recognition using a real-time multi-line LiDAR. We collect the dataset which consists of time-series range data of 30 people with clothes variations, and show the effectiveness of the proposed approach.

Key Words : Gait recognition; Point cloud, Convolutional neural network, Long short-term memory, Data augmentation

1. 緒 言

歩行動作に基づいて個人を識別する歩容認証は、顔や指紋、網膜などと同じ生体認証の 1 つである。一方、歩容認証は他の多くの生体認証と異なり対象者と検知デバイスとの直接的、近接的な接触を必要とせず、遠隔から識別可能であることから、監視等に適している。歩容認証にはカメラが用いられることが多いが、RGB-D カメラで取得した深度情報を用いた手法も提案されている⁽¹⁾⁽³⁾。深度情報を用いた歩容認証には、照明条件によらず暗闇でも使用可能、単純な背景差分でも対象者の抽出が容易、対象者の衣服などの見えの変化にロバストであるなどの利点がある。ただし、一般的に RGB-D カメラには測定距離に制限があり、屋外

での使用も困難である。

そこで、本論文ではリアルタイムに 3 次元の距離データを取得可能なマルチライン 3D LiDAR を用いた歩容認証手法を提案する。現在の 3D LiDAR は水平方向に対して垂直方向の空間解像度が極めて低く、これまでに歩容認証に用いられた例は少ない⁽²⁾。これに対し、本手法では、特に特徴的な水平ラインの歩容情報を抽出し、その時系列情報を学習することで、低い垂直方向分解能に対しても識別が可能な LSTM を用いたネットワークを構築した。

2. 点群データセット

マルチライン 3D LiDAR (HDL-32e, Velodyne 社製) を用いて 30 人の歩行者の距離データを取得した。被験者を 3D LiDAR を中心とした半径 5m の円周上を歩行させ、常に一方向に歩行するデータを計測した。背景を消去したあと、水平方向 360 度の距離データのうち、歩行者を中心とした一定角度の距離データを抽出し、サイズが一定のデータをネットワークに入力した。衣類などの見えの変化の影響を考慮するため、30 人

^{*1} 九州大学大学院システム情報科学府 (〒 819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744) {yamada, ahn, kurazume}@irvs.ait.kyushu-u.ac.jp

^{*2} 株式会社日立製作所研究開発グループ (〒 312-0034 茨城県ひたちなか市堀口 832 番地 2) hiroyuki.yamada.qt@hitachi.com

^{*3} エレブール大学 (スウェーデンエレブール) oscar.mozos@oru.se

^{*4} ジェット推進研究所 (アメリカ合衆国カリフォルニア州パサデナ) yumi@ieee.org

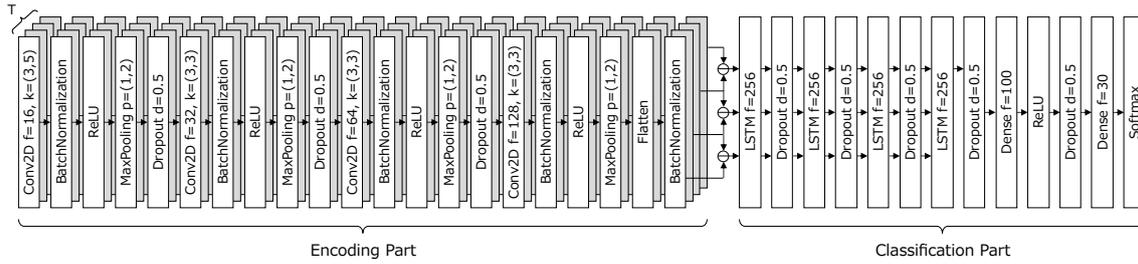


Fig. 1 Structure of Proposed Network

の歩行者をそれぞれ異なる2種類の服装で計測し、2種類のデータセット (PCG1, PCG2) を構築した。

3. 提案ネットワーク

3.1 ネットワーク構造 図1に距離データを用いた歩容認証のためのネットワーク構造を示す。提案ネットワークはCNNベースのエンコードパートとLSTMベースの分類パートから成る。エンコードパートは主に4層の2D-CNNと2D-Max Poolingで構成され、歩行者の瞬間的な歩容形状を特徴ベクトルにエンコードする。分類パートは4層のLSTMで構成され、エンコードされた T 回の観測分の特徴ベクトルにより、時系列の特徴量の変化から人物を識別する。過学習を防止するために各CNNやLSTM間にDropoutを設けている。

3.2 データ拡張処理 (ACP) 提案ネットワークの汎化性能を高めるため、見えを模擬的に変化させるAppearance Change Processing (ACP)を導入した。ACPはエンコードパートに入力されるデータに対し、バッチ毎にランダムな係数 r を用いて適用される。 r が負の場合、歩行者の見えは水平方向に縮小され、 r が正の場合には拡大される。これは服装が薄着から厚着へ変化する様子を模擬的に再現しており、少ない見えのデータであっても未知の服装に対する識別精度を高めることが期待できる。

4. 実験

提案ネットワークによる30人の歩行者の識別結果を表2に示す。実験はデータセットPCG1で学習しPCG2でテストするケース (case 1) とその逆 (case 2) の2種類で行い、さらに点群データの水平ライン l を



Fig. 2 Examples of applying ACP

Table 2 Overall accuracies

		$l=1$	$l=1:4$	$l=1:8$
without ACP	case 1	0.195	0.366	0.527
	case 2	0.231	0.306	0.526
	average	0.213	0.336	0.527
with ACP	case 1	0.271	0.421	0.621
	case 2	0.275	0.370	0.616
	average	0.273	0.396	0.619

最下層の1ラインのみ、最下層から4ライン、最下層から8ライン用いる場合でそれぞれ識別させた。結果が示す通り、提案ネットワークは8ラインのデータを用いることで50%以上の精度で識別でき、さらにACPを用いることで全体的に精度が向上することが確認された。

5. 結 言

マルチライン3D-LiDARを用いた歩容認証のためのLSTMベースのネットワークを構築し、データ拡張手法であるACPを適用することで、垂直方向の空間解像度が低い距離データであっても、60%程度の精度で人物識別ができることを確認した。

参 考 文 献

- (1) Sojka P. Balazia M. You are how you walk: Uncooperative mocap gait identification for video surveillance with incomplete and noisy data. In *Proceedings of the IEEE/IAPR International Joint Conference on Biometrics (IJCB)*, October 2017.
- (2) B. Galai and C. Benedek. Feature selection for lidar-based gait recognition. In *2015 International Workshop on Computational Intelligence for Multimedia Understanding (IWCIM)*, pp. 1–5, Oct 2015.
- (3) P. Kozlow, N. Abid, and S. Yanushkevich. Gait type analysis using dynamic bayesian networks. *Sensors*, October 2018.