

GoogLeNet を用いたドップラーレーダー画像での高齢者性別の識別

王 志辰[†] 富山 宏之^{*} 佐保 賢志[‡] 孟 林^{*}立命館大学・理工学研究科[†] 立命館大学・理工学部^{*} 富山県立大学・知能ロボット工学科[‡]

1. はじめに

高齢化社会が著しく進んでいるため、近年高齢者介護問題は社会全体の問題になる。高齢者介護システムの開発が注目されているが、映像と画像を使用する場合は、プライバシーの保護のため、カメラ画像を直接に利用することが厳しくなる。従って、我々はレーダー画像を高齢者介護システムの開発を目指している。本論文は研究開発の初期段階で、深層学習技術を用いて、ドップラーレーダー画像での高齢者性別の識別を目指し、性能を確認する。本論文は、GoogLeNet を用いて高齢者のレーダー画像から性別を識別し、その識別結果を SVM、LeNet、AlexNet での結果を比較する。

2. 起立着座ドップラーレーダー画像の有望性

ドップラーレーダーはカメラと異なりプライバシーの問題がなく、機器の装着の必要がないため、高齢者のデータ収集に対して非常に優れている。今、ドップラーレーダーによる歩行計測に基づく性別識別は、運動分類に比べるとマイナーな問題であるが、検討はされており、90%以上の精度も報告されている。性別識別より高レベルの問題である個人識別も、歩行や走行のデータの深層学習で実現している。しかし、これらの研究は、高齢者は主対象となっていないため、高齢者の介護システムに役に立つと言えない。また理学療法学分野では高齢になると歩行運動の性別による差が小さくなることが知られており、歩行に基づく性別識別は困難になることが想定される。そして、歩行以外の運動は、運動分類の問題では対象となることがあるものの（例えば歩行と起立運動の分類など）、それを使って個人を特定するという取り組みは少ない。従って、本論文では高齢者の性別識別がドップラーレーダー画像の深層学習により可能なことを示す。従来の歩行運動と比較して高精度に性別の分類が可能であることを示す。

また、我々の研究報告では、機械学習と深層学習を用いた高齢者の性別分類の有効性を既に証明している。しかし、認識率は十分に良いと言えず、更なる分析と実験について、本論文で報告する。

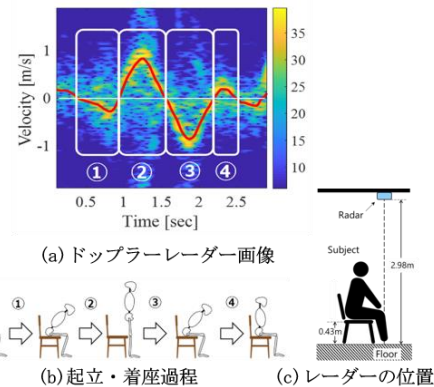


図1. ドップラーレーダー画像とその取得

3. ドップラーレーダー画像から波形の抽出

図1(a)に起立着座ドップラーレーダー画像を示す。図1(b)に示すように、高齢者の起立・着座過程は四つのプロセスに構成されている。①着座状態から起立直前状態まで、②起立直前状態からしっかり立つ状態まで、③しっかり立つ状態から着座直後状態まで、④着座直後状態からしっかり座る状態まで。図1(c)は、計測中に、ドップラーレーダーの位置を示している。

プロセス②とプロセス③の過程では、明確な波形の変化があると観測されたため、この段階の画像を切り取って、学習と識別を行う。画像の切り取りは、図2に示すように、元画像（図2(a)）をYUV変換し、しきい値調整により、黄色の波形を抽出し、二値化を行う。図2(b)は二値化画像を示す。二値化画像を利用し、左上の波形のピーク座標を抽出し、この座標によると元画像から、図2(c)のような起立の波形画像が切り取れる。同じ方法で、他の三つの波形のピーク座標によって、波形を抽

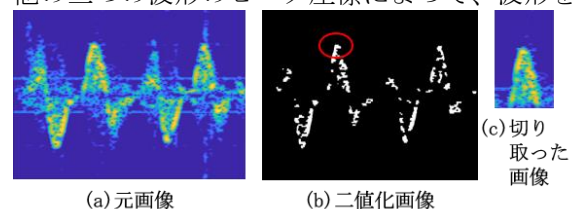


図2. ドップラーレーダー画像とその二値化

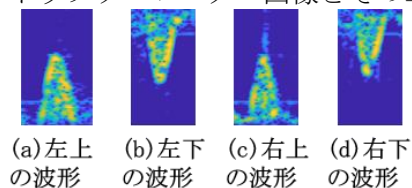


図3. 抽出した四つの波形

「GoogLeNet based Gender Classification for Elderly using Doppler Radar Images」

[†]「Zhichen Wang・Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University」

^{*}「Hiroyuki Tomiyama and Lin Meng・College of Science and Engineering, Ritsumeikan University」

[‡]「Kenshi Saho・Department of Intelligent Robotics, Toyama Prefectural University」

出する。一枚の画像に対し合計四つの波形を抽出し、図 3(a)～(d)の波形が切り取れる。図 3 で、(a)と(c)は二回の起立過程で、(b)と(d)は二回の着座過程である。

4. 実験

4.1 実験内容

本研究では、高齢者の起立着座ドップラーレーダー画像 178 枚（女性 107 枚、男性 71 枚）を用いて実験と評価を行った。その中の 135 枚（女性 81 枚、男性 54 枚）をトレーニング画像とし、残った 43 枚（女性 26 枚、男性 17 枚）をテスト画像とする。全ての画像を二値化し、二つの峰のピーク点と二つの谷のピーク点の座標を抽出し、その座標を用いて、二回の起立と二回の着座過程の画像を切り取る。切り取った画像に対して、SVM 1)と LeNet 2)、AlexNet 3)、GoogLeNet 4)を用いて学習し、高齢者の性別を識別する。まず、左上、左下、右上、右下の波形に対しそれぞれ識別を行い、そして左上と右上の波形を組み合わせて、左下と右下の波形を組み合わせて、つまり起立と着座の過程に対し識別を行う。組合せのとき、トレーニング画像とテスト画像はそれぞれ元の 2 倍になる。

SVM 方法には OpenCV を利用する。畳み込みニューラルネットワークの実装には、Deep learning Box を使用した。本研究は Intel® Xeon(R) CPU E5-1620 v4 @ 3.50GHz × 8 プロセッサと、GPU : GeForce GTX 1080 × 4 を使用する。OS は ubuntu14.04 である。

4.2 実験結果

表 1～表 3 に識別結果を示す。Se : 感度 (Sensitivity) は女性画像の識別率で、Sp : 特異度 (Specificity) は男性画像の識別率で、Ac : 正解率 (Accuracy) は全体的な識別率である。表 1～表 3 を見ると、正解率は大体 80% くらいなので、起立着座ドップラーレーダー画像は高齢者の性別に影響される傾向があることを証明する。

表 1 左上と右上の波形の識別結果

	左上の波形			右上の波形		
	Se:%	Sp:%	Ac:%	Se:%	Sp:%	Ac:%
1)	80.8	76.5	79.1	84.6	41.2	67.4
2)	92.3	58.8	79.1	84.6	35.3	65.1
3)	84.6	58.8	74.4	88.5	41.2	69.8
4)	88.5	70.6	81.4	88.5	52.9	74.4

表 2 左下と右下の波形の識別結果

	左下の波形			右下の波形		
	Se:%	Sp:%	Ac:%	Se:%	Sp:%	Ac:%
1)	84.6	64.7	76.7	88.5	82.4	86.1
2)	92.3	35.3	69.8	80.8	76.5	79.1
3)	92.3	58.8	79.1	92.3	70.6	83.7
4)	92.3	58.8	79.1	88.5	82.4	86.1

表 3 起立と着座の波形の識別結果

	起立の波形			着座の波形		
	Se:%	Sp:%	Ac:%	Se:%	Sp:%	Ac:%
1)	82.7	55.9	72.1	82.7	70.6	77.9
2)	84.6	58.8	74.4	80.8	52.9	69.8
3)	86.5	52.9	73.3	92.3	61.8	80.2
4)	92.3	55.9	77.9	88.5	82.4	86.1

4.3 考察

全体的に見ると、GoogLeNet 4)の識別率は SVM 1)と LeNet 2)と AlexNet 3)より高い。GoogLeNet 以外のモデルの安定性が足りない。例えば、SVM での識別率は GoogLeNet より僅かな低い、または同じであるが、右上と着座の場合は、大きな差が生じる。LeNet と AlexNet も同じで、識別率は時々高く、時々低く、つまり最適なモデルではない。しかし、GoogLeNet での識別率は常に高く、安定している。GoogLeNet は本研究に対し一番適切なモデルだと考えられる。

本実験でのトレーニングとテスト画像の数について、両方とも女性は男性のおよそ 1.5 倍である。この差でトレーニングが十分にできず、モデルはテスト画像を女性画像に識別する傾向があるので、男性の識別結果 (Sp) より、女性の識別結果 (Se) は明らかに良くなる。そのため、理想的なモデルでの識別率の状況は、Ac が高いかつ Se と Sp の差がそんなに大きくない。Se と Sp の差を評価基準とすると、GoogLeNet の結果は時々良くない。しかし、他の三つのモデルの識別結果は不安定のため、GoogLeNet を用いることが一番良い選択肢である。実際に表を見ると、GoogLeNet を利用するとき、右下と着座の場合では、識別結果は Ac が高いかつ Se と Sp の差は小さい。従って、右下または着座の画像を使用すれば、GoogLeNet を用いてレーダー画像を識別することは問題がない。

5. おわりに

本論文は高齢者の起立着座ドップラーレーダー画像を用いて、機械学習と深層学習による高齢者の性別を識別した。結果により GoogLeNet が一番適切なモデルということを確認した。今後の課題として、パラメータの調整、また新たなモデルを実装し、再識別を行い、より高い識別率を目指す。また、レーダー画像の具体的な応用場所と高齢者介護システムの作り方を検討する。

参考文献

- [1] Z. Wang, K. Saho, H. Tomiyama and L. Meng: Gender Classification of Elderly People using Doppler Radar Images based on Machine Learning, ICAMEchS2019, 2019.
- [2] Z. Wang, X. Kong, 富山宏之, 佐保賢志, 孟林: ドップラーレーダー画像を用いた高齢者の性別識別, FIT2019.
- [3] S. Christian, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke, and A. Rabinovich: Going deeper with convolutions, CVPR2015, 2015.