

# オフィス環境において天井に設置したミリ波レーダによる人の基本行動分類に関する検討

— 筆記, 資料参照, スマホ操作, 食べる, 飲む, 立つ, 座る —

A Study of Human Behaviors Classification with mm-Wave Radar in Office Environment

— Writing, reading, using smartphone, eating, drinking, standing-up, sitting-down —

○宮原友成<sup>1</sup>, 松井孝滉<sup>1</sup>, 今西諒太<sup>2</sup>, 佐藤駿佑<sup>2</sup>, 胡堯坤<sup>3</sup>, 戸田健<sup>4</sup>

\*Tomonari Miyabara<sup>1</sup>, Takaaki Matui<sup>1</sup>, Ryota Imanishi<sup>2</sup>, Shunsuke Sato<sup>3</sup>, Hu Yaokun<sup>4</sup>, Takeshi Toda<sup>4</sup>

Abstract: Analysis of human behaviors has been conducted for purpose of improving indoor environments and detecting abnormal behaviors. In this paper, assuming an office environment, we mounted a radar on the ceiling of a room and observed seven behaviors (writing, reading documents, using smartphone, eating, drinking, standing-up and sitting-down) in office work, and unmanned environments. We attempted to classify each behavior using a convolutional neural network (CNN) from the two-dimensional domain of time-range frequency characteristics.

## 1. 背景

近年, 室内環境の改善や異常行動の検知等を目的に, 人の行動データの分析が行われている. 一方, マイクロ波やミリ波レーダによる人の位置や行動のモニタリングに関する研究が進んでいる<sup>[1,2,3]</sup>. [1,2]では, 天井にミリ波レーダを設置し人の位置を検出している. 他方 [3]ではミリ波レーダ正面に配置した被験者の動作分類が検討されている. 本研究ではオフィス環境を想定し, レーダを室内天井に取り付け, オフィスワークで起こりうる着座時の7つの動作(筆記, 資料参照, スマホ操作, 食べる, 飲む, 立つ, 座る)と無人環境を観測し, 時間-レンジ及び時間周波数特性の2次元領域から畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いて各行動の分類を試みたので報告する.

## 2. 実験システム

図1に実験システムの構成を示す. レーダモジュールのアンテナは送信が3素子, 受信が4素子の multiple-input and multiple-output (MIMO)構成となっている. アンテナの水平及び垂直方向の半値角は送受信ともに $\pm 35^\circ$ 及び $\pm 4^\circ$ である. 送信信号の帯域幅は3.99 GHz (77~80.99 GHz), チャープのスロープは70 MHz/ $\mu$ sとした. ADCでサンプリング後のIF信号をPCに取得し, レンジ-FFT, ドップラ-FFT処理後レーダモジュールから被験者までの距離及び速度情報を含むレンジ及びドップラプロファイルを取得する. その後, ノイズ低減を行い得られた時間-レンジ及び時間-ドップラ周波数特性の2次元領域をクラウド (Amazon S3)上に保存し, Amazon SageMakerでCNNによる分類を試みた. 本稿では各行動3秒間のデータに分割した後120の教師データと30の検証データによる学習を行い, 10のテストデータによる分類確率の中央値及び平均値による評価を行なった. CNNの入力データは $224 \times 224$ のカラー画像を用い, ミニバッチサイズは20, エポック数は50, 学習レートは0.01とした.

## 3. 分類結果及び考察

オフィスにおける実験環境について, 天井に取り付けたレーダからの距離は, 床が約2.7m, 被験者頭部が約1.4m, 机が約2.0mであった. 表1に各行動の時間-レンジ及び時間-ドップラ領域による分類結果を示す. 時間-レンジ領域では, 分類確率の中央値(平均値)は, 無

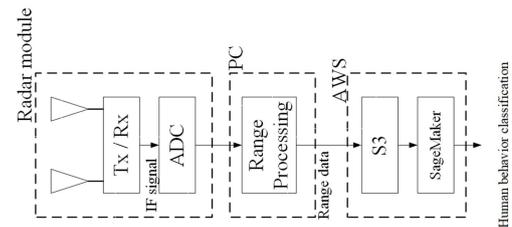


Figure 1 Experimental system configuration

Table 1 Classification result

Behaviors	Accuracy [%]	
	Med.	Ave.
Unmanned	96.13	89.07
Writing	94.87	87.76
Reading	94.96	87.11
Using smartphone	96.55	87.82
Eating	93.29	82.91
Drinking	95.27	88.4
Standing-up	99.81	94.9
Sitting-down	99.96	96.7

人が96.1% (89.1%), スマホ操作が96.5% (87.8%), うつ伏せが93.3% (94.9%), 食べるが93.3% (94.9%), 飲むが95.3% (88.4%), 立つが99.8% (94.9%), 座るが99.9% (96.7%)となった. また各行動の分類結果を比較すると, スマホ操作と筆記の行動, 飲むと食べるの行動は似ている行動のために分類確率が下がったと考えられる. 無人は各行動のトレーニングデータに反射が薄いものがあつたため分類確率が下がったと考えられる. 従って, 行動分類を行うにあたり天井にレーダを設置し観測することは有効な手段であると言える. 今後は他の行動認識をするにあたりレンジ-時間及びドップラ-時間領域の両特徴を用いて行動分類を行う.

## 4. 参考文献

- [1] 梁島, 他, “ミリ波センサを用いた人の位置センシング及び行動認識に関する基礎検討,” 信学ソ大, B-19-5, Sep., 2020.
- [2] K. Yanashima, et., al., “A Study of Human Position Sensing with 77 GHz-band FMCW Radar Attached at Ceiling,” ICETC2020, A1-3, Dec., 2020.
- [3] 坂上史, 他, “ミリ波FM-CWレーダを用いたCNNによる間の動作認識に関する基礎検討,” 学ソ大, B-1-132, Sep., 2020.