

# マイクロ波ドップラセンサを用いた ADLのモニタリングシステムの開発

柴 和彰†                      鏑木 崇史†                      尾崎 研三††  
中村 卓††                      紅林 薫††                      栗原 陽介†

青山学院大学 理工学部 経営システム工学科†  
株式会社ワイヤレスコミュニケーション研究所システム開発室††

## 1. 研究背景

日本は高齢社会になり 2016 年現在、国民の 4 分の 1 が 65 歳以上の高齢者となっている<sup>[1]</sup>。高齢化に伴い、介護の必要度を示す指標である要介護度が高い人口が年々増加している。要介護度が上がるほど介護に対する時間や費用の負担が大きくなっていくので、要介護度の高い人口の増加は社会全体から見た介護に対する負担の増加に繋がる。そこで要介護者の状態を 24 時間、定量的に確認できるようなデバイスを取り付け要介護者の状態を通知するシステムを作ることによってそのような事態は軽減できる。先行研究として参考文献 [2] ~ [4] が挙げられる。いずれもマイクロ波センサを利用して、心拍域或いは呼吸域のデータを算出し活用している。文献 [2] のように入院患者に対するものもあれば、文献 [3], [4] のように車内での心拍検出を行っているものもある。これらの研究では病院に入院している患者や運転手の心拍のみに着目していたが、日常的に介護が必要な人物の自宅にデバイスを取り付け、出力される信号をもとに日常生活動作 (ADL) をモデル化できることが理想である。その第一歩としては室内などの限られた範囲内に人間が居るか居ないかを判別する必要がある。それが可能となればカメラなどを使わず、要介護者が居間や浴室、トイレ等、自宅のどこに居るかを確認し、徘徊などを発見することもできる。

## 2. 提案手法

本研究では室内など限定された範囲内において人間の在・不在の判別を行うシステムを提案

する。図 1 に提案するマイクロ波ドップラセンサを用いたシステムの概要を示す。まずデバイスから出力される信号 I と信号 Q を A/D 変換を行ったうえで復調し 1 つのデータとする。その時系列データ  $S(k)$  の値の平方和の常用対数をとったものを  $Y_T$  とし、周波数データ  $F(f)$  の呼吸域となる 0.2 ~ 0.8Hz の範囲の和を  $Y_F$  としてそれら 2 つの特徴量により在・不在の判別を行う。  $Y_T$ ,  $Y_F$  の値を SVM の rbf カーネルを使い、SVM からの出力  $\hat{z}$  の値が 0 の場合は不在、1 の場合は在と推定する。

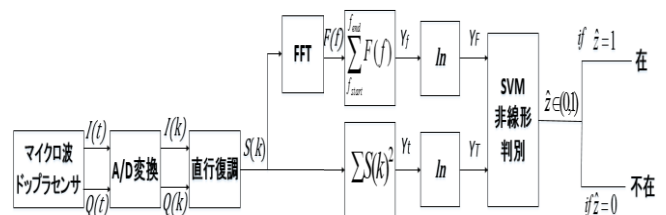


図 1 提案システム

## 3. 実験方法

実験環境は図 2 に示すとおりであり、東西南北 0.5m 刻みで 1~25 の地点番号を割り当てる。使用するセンシングデバイスとしてはマイクロ波ドップラセンサ (Innosent 社, 型名: IPS154) とし、地点 13 の床から 2.3m 上方に設置する。また実験データは全て 100Hz, 3000 点で計測する。被験者は 20~30 代の男性 16 名、女性 5 名の計 21 名 (身長 1.49~1.83m) を対象としてインフォームドコンセントを得たうえで実験を行う。椅子に座って安静にしている状態を保ち、地点 13 で 6 回、それ以外の地点で 1 回ずつ、計 30 回を 1 人の被験者につき計測する。さらに実験環境内部に人間が居ない状態を 170 回計測する。そのデータを元に 2. 提案手法に従い、人間の在・不在の判別を行う。取得した 630 回分の在データと 170 回分の不在データの計 800 回分の中から PC 上で無作

為に 720 点をトレーニングデータ，残りの 80 点をテストデータとし，正当率に加え，適合率 (Precision) と再現率 (Recall) を算出する．それを 10000 回繰り返し平均の値を求めることによって評価を行う．

$$\text{Accuracy} = (\text{TP} + \text{TN}) / (\text{TP} + \text{FP} + \text{FN} + \text{TN}) \quad (3.1)$$

$$\text{Precision} = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FP}) \quad (3.2)$$

$$\text{Recall} = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FN}) \quad (3.3)$$

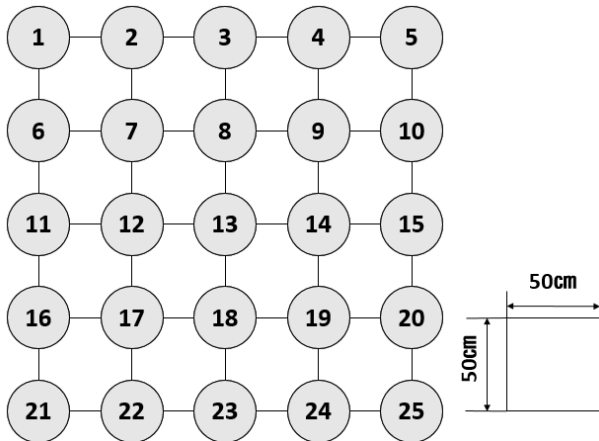


図 2 実験環境

表 1 確率を求める為の変数

		テストデータの予測結果	
		在	不在
正解	在	TP	FN
	不在	FP	TN

#### 4. 実験結果

実験で取得した全データの特徴量  $Y_T$ ,  $Y_F$  の散布図を図 3 に示す．中心付近にある地点 8, 12, 13, 14, 18 などがあるのに対して，被験者がセンサから離れた実験環境の端に位置する地点 1, 5, 21, 25 などは不在データと区別がつかないものも僅かにある．またテストデータに対し，SVM により在・不在を判定した結果，表 2 に示すように適合率は平均で 1 となり在と予測したものは全て適中することができた．しかし全ての在データを予測できたというわけではなく，再現率の平均が 0.96 と僅かに外したデータも存在した．以上より，本研究の提案手法でマイクロ波ドップラセンサ (Innosent 社, IPS154) が在・不在は半径 1.4m ほどの範囲で判別できると分かった．今後は複数台使用することによって，より広い範囲においても人間の在・不在は判別できると考えられる．

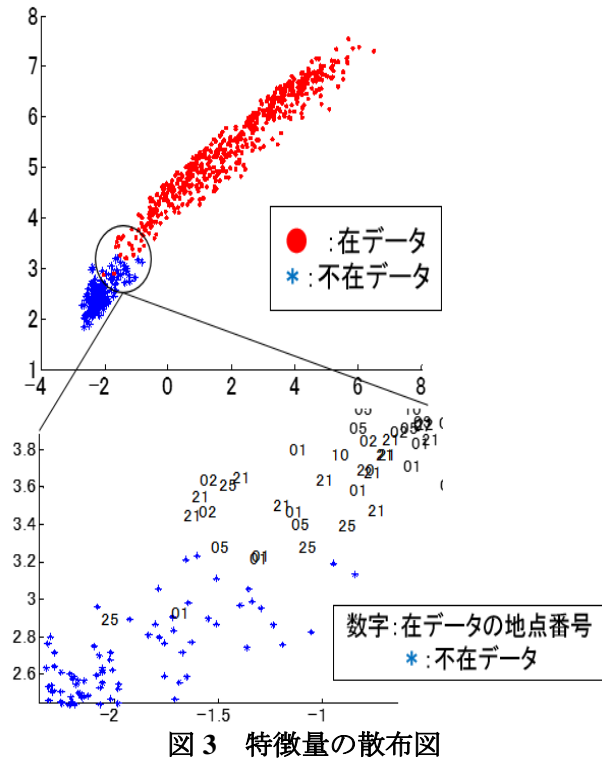


図 3 特徴量の散布図

表 2 在・不在の判別結果

	最大	最小	平均
正当率	1.000	0.8750	0.9691
適合率	1.000	1.000	1.000
再現率	1.000	0.8507	0.9609

#### 参考文献

- [1] 2015 年版高齢社会白書：“「日本の年齢区分将来人口推計」”(2015)
- [2] 東京首都大学システムデザイン学部，富士通株式会社らの共同研究：“「高齢者の見守りシステムの開発-マイクロ波レーダーによる呼吸，心拍の非接触計測-」”(2014)
- [3] 武田優大，西本哲也：“「マイクロ波による自動車上院心拍の非接触測定」計測自動制御学会東北支部 第 232 回研究集会(2006)
- [4] 直井孝，前田登，岩間真治：“「マイクロ波ドップラ信号の時間差分を用いた非接触心拍検出」”電子情報通信学会(2005)

Development of ADL monitoring system by using micro wave Doppler sensor

Kazuaki Shiba † Takashi Kaburagi †  
 Kenzo Ozaki †† Takashi Nakamura ††  
 Kaoru Kurebayashi †† Yosuke Kurihara †  
 Aoyama Gakuin University †  
 Wireless Communication Lab, Inc ††