

# マイクロ波ドップラーセンサを用いた転倒時刻の推定 および Autoencoder による転倒後の動作判別

近山翔太<sup>1</sup> 高尾郁也<sup>2</sup> 西尾啓汰<sup>2</sup> 鏑木崇史<sup>3</sup> 栗原陽介<sup>1</sup>

**概要**：近年高齢化に伴い、独居高齢者の転倒事故を原因とした緊急搬送が増加している。その際、救急隊員が到着後、高齢者の状態を確認して救急車に搬送する必要がある。もし、到着前に転倒した高齢者の状態を知ることができれば、到着後の搬送を効率化することが可能となる。そこで、本研究では、マイクロ波ドップラーセンサを用いて高齢者の転倒を自動的に検知し、転倒時刻の推定し、さらに転倒後の状態を判別する。転倒時刻の推定および転倒の判別には隠れマルコフモデルを用いた尤度で判別を行う。転倒後の動作判別には Autoencoder を用いる。検証実験として転倒判別実験および転倒後動作判別実験を行い、5 名の 20 代男性健常者を被験者とした。転倒判別実験では転倒動作として、つまり転倒、非転倒動作として歩行、しゃがむ、物を拾う、寝転がるの 4 種類の動作を行ってもらい 1 名の被験者から 48 データを取得した。転倒後動作判別実験においては、立ち上がる、じたばたする、意識不明を模した 3 動作を行ってもらった。その結果、転倒判別実験においては、240 データの判別において、83.84%の正答率となった。また、転倒後動作判別実験では、300 データの判別実験において、91.67%の正答率となった。

## 1. はじめに

近年の高齢化に伴い、高齢者が転倒事故を原因とした緊急搬送が増加している。そして、緊急搬送をする際に救急隊員が到着するまでの時間における、患者の状態が不明であることから、処置が遅れてしまう事例が多い。転倒検知の従来研究として、K.Shiba らは、マイクロ波ドップラーセンサを用い、HMM 判別を用いて転倒を検知している [1]。しかし、転倒後の状態に着目している研究はなく、K.Shiba らの研究では一定時間内の転倒の有無のみを判別するだけで、転倒のタイミングを特定することはできないため、転倒後の動作に着目することができない。そこでより短い時間内での転倒を判別し転倒のタイミングを特定することで、転倒後の動作判別を可能にする。

## 2. 提案手法

本研究は大きく転倒判別と転倒後の動作判別の 2 つの部分に別れる。まず転倒判別をする際には、マイクロ波ドップラーセンサから取得した  $I(k)$  を 1.5 秒間ずつオーバーラップさせることで、転倒動作の波形が切れることを防ぐ。これにより転倒の時刻をより正確に推定でき、後の転倒後判別を可能にする。 $I(k)$  ウェーブレット変換をすることで得た  $W(k)$  に対し、周波数強度上位  $\alpha$  %より高い周波数のみを抽出したものを  $b(k)$  とする。その後  $b(k)$  に対して K.Shiba ら同様に HMM を適用し、モデル間の尤度による判別を用いることで転倒判別を行う。

そして、転倒判別を行った後に転倒後の動作判別を行う。転倒のタイミングから一定時間を切り出すことで、転倒後動作のタイミングを特定する。その切り出したデータに対して Autoencoder を用いることで転倒後動作の判別を行う。

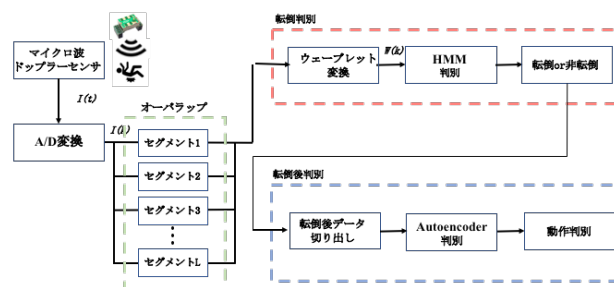


図 1. 本提案手法概要

## 3. 実験方法

本実験では、マイクロ波ドップラーセンサ (InnoSenT:IP5154) を 2.3m の天井に設置し、実験を行なった。計測する動作は日常生活で起こりうる動作を想定し、非転倒動作が、歩行、しゃがむ、ものを拾う、寝転がる、の 4 種類である。転倒動作は、全てのデータが躓き転倒である。転倒後の動作として転倒後に起こりうる動作を想定し、立ち上がる、じたばたする、意識不明、の 3 種類で実験を行なった。転倒判別においては、立ち上がるを 12 データ、それ以外の動作を 6 データずつ、合計で 48 データを計測した。計測時間は 15 秒、サンプリング周波数は 4000Hz である。被験者は 20 代男性 5 名であるため、合計 240 データを用いた。オーバーラップ間隔は 1.5 秒として 1 データを 9 セグメント生成したため、2160 セグメントで実験を行った。その内 120 データが転倒ラベル、2040 データが非転倒ラベルとなる。転倒の時刻を示すリファレンスとしては圧電セラミックスを用いた。リファレンスの最大値を含んだ 2 つのセグメントの内、前のセグメント、つまり後半部分にリファレンスの最大値を含むものを転倒ラベルとした。また、転倒後の動作判別にお

1 青山学院大学  
2 青山学院大学院

3 国際基督教大学

いては、立ち上がるを 30 データ,じたばた,意識不明を 15 データずつ,合計 60 データを計測した.被験者は 20 代男性 5 名であるため,合計 300 データを用いた.

#### 4. 結果

HMM に基づく尤度判別による転倒判別の結果は表 1 のようになった.

表 1. 転倒判別の各評価指標の値

正答率	感度	特異度
83.84%	80.83%	84.02%

また,Autoencoder による転倒後の動作判別の結果は表 2 のようになった.

表 2. 転倒後動作判別の各評価指標

正答率	立ち上がり	意識不明	立ち上がり
	正答率	正答率	正答率
91.67%	92.67%	90.67%	90.67%

実験結果から HMM 判別を用いて短い時間内の転倒の検知を行い,その後の動作判別を行うことができた.

#### 5. むすび

転倒判別は K.Shiba らの結果より低い精度となってしまったが,転倒後の動作判別は高精度に行うことが出来た.そのため,より短い時間でも高精度に転倒検知を行うために,転倒時刻の特定方法や判別方法を試行錯誤していき,さらに高精度な結果を求めていきたい.また,転倒後の動作判別もさらに高精度な結果を求めたい.

#### 参考文献

[1]K.Shiba, T.Kaburagi, Y.Kurihara, “Monitoring System to Detect Fall/Non-Fall Event utilizing Frequency Feature from a Microwave Doppler Sensor”, Artificial Life and Robotics, Vol.23, No.1, pp.152-159(2018)