

## 1. はじめに

高齢者の転倒・転落事故は医療福祉の現場において深刻な問題の一つであり、不慮の事故による死亡原因では最も多くなっている [1]。そのため、転倒・転落・夜間覚醒といったインシデントの早期発見は、その後の対象者の状態を左右する重要事項である。

本研究は、ベッド上における患者のインシデントを防ぐことを目指し、胸部に貼り付けた3軸加速度センサを用いて姿勢推定と転倒・転落の検出を行うことを目的とする。

## 2. マハラノビス距離に基づく姿勢推定

ベッド上での代表的な姿勢は、「仰臥位」、「腹臥位」、「右側臥位」、「左側臥位」、「長座位」、「立位」の6姿勢であるが、各姿勢に定義はあるものの、その範囲に定義はない。一方、3軸加速度センサを用いた姿勢定義には姿勢角があり、各軸出力から(1),(2)式で求めることができる。

$$r = \tan^{-1} \left( \frac{a_y}{a_z} \right) \quad (1)$$

$$p = \tan^{-1} \left( \frac{-a_x}{\sqrt{a_y^2 + a_z^2}} \right) \quad (2)$$

ここで、 $a_x, a_y, a_z$  はそれぞれ3軸加速度のX軸、Y軸、Z軸の出力 [G] であり、 $r$  はロール角 [deg]、 $p$  はピッチ角 [deg] である。今回は、ロール角およびピッチ角を用いて統計的に各姿勢の推定を試みる。

つぎに、統計的なエリア範囲の決定手法にマハラノビス距離がある。マハラノビス距離とは、データの分散を考慮して計算した各データと平均値との距離であり、この特徴を利用して各姿勢の範囲を統計的観点から定義する。今回は20代の実験協力者4

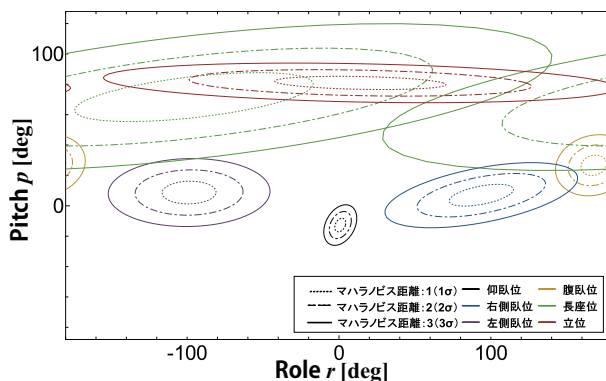


Fig. 1 マハラノビス距離に基づく姿勢推定マップ

Table 1 姿勢推定の検証結果

姿勢	仰臥位	腹臥位	右側臥位	左側臥位	長座位	立位
データ数	1740	1531	1547	1593	1441	1356
True	1740	1530	1547	1593	1441	1346
False	0	1	0	0	0	10
正解率 [%]	100	99.9	100	100	100	99.3

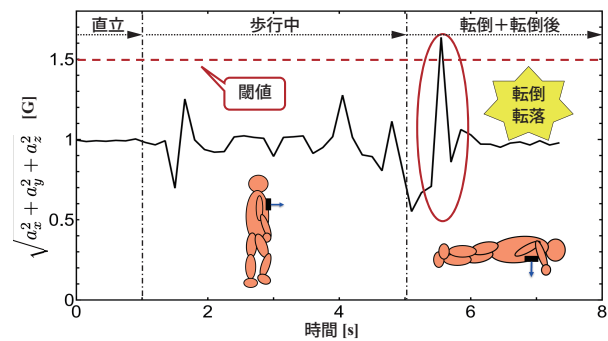


Fig. 2 動加速度に基づく転倒・転落の検知

名を対象として6姿勢のデータ計測を行い、姿勢ごとにマハラノビス距離をマップ化したものを Fig. 1 に示す。なお、統計的な意味にしたがって、対象データがマハラノビス距離3 ( $3\sigma$ ) 以内の場合、かつ、他姿勢より短い距離の場合にその姿勢に該当すると定義する。いずれの姿勢にも該当しない場合は姿勢遷移中として定義する。

同実験協力者を対象に新たにデータ取得を行い、Fig. 1 に基づいて姿勢推定を行った結果を Table 1 に示している ( $3\sigma$  以内に取まらないものは False と判定)。結果として99%以上の正解率であった。

## 3. 動加速度を利用した転倒・転落検知

静加速度状態における加速度センサ値の3軸二乗和の平方根は常に1であり、ベッド上の体位変化や歩行程度であれば大きな変化は生じない。そこで、予備実験に基づいて閾値を1.5Gと定め、動加速度を利用した転倒・転落の検知を試みた結果を Fig. 2 に示す。歩行から転倒に至る際に閾値を超過して転倒を検知できていることが分かる。

## 4. おわりに

本研究では、加速度センサとマハラノビス距離を用いてベッド上の姿勢推定を可能とした。また、加速度センサの二乗和を用いて、動加速度から転倒・転落を検知することが可能となった。

## 参考文献

- [1] 厚生労働省：人口動態統計，第6表，p.16，2020  
[https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei19/d1/11\\_h7.pdf](https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei19/d1/11_h7.pdf)