

患者の動向監視支援システムの開発 ～転落の認識について～

沼津工業高等専門学校 ○芹澤歩弥, 小池志歩, ◎藤尾三紀夫

要 旨

近年、高齢な入院患者の増大と共に、認知症患者の不用意な行動による事故が多発し、社会問題となっている。対処法として離床センサが用いられているが、正確に患者の状態を把握できていない。そこで本研究では、距離センサを用い距離の変動から患者の状態を把握するシステムを開発し、患者状態を把握している。本報では患者がベッド柵を越えて転落する転落状態の認識手法について検討したので報告する。

1. 結論

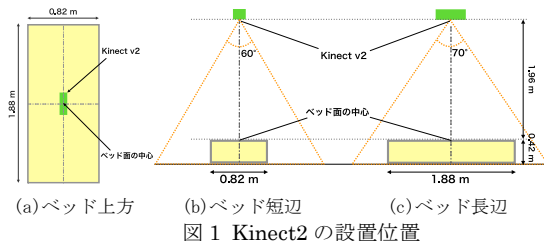
近年、日本は超高齢化が進み、認知症によって入院する患者の割合が著しく増加している。認知症患者は院内を徘徊し、その際の転倒等による怪我が多いことが社会問題となっている^[1]。現在、その対策として看護師による巡回や離床センサによる患者の状態検出を行っているが、この方法では患者の動向を瞬間的にしか把握することができない。

そこで、本研究では、ベッド上方からの距離情報に基づき、ベッド上での患者の状態を連続的に把握する患者の動向監視支援システムの開発を行っている。先行研究では、ベッド上で起きている、寝ているなど8状態の認識が可能である^[2]。しかし、現状では患者が転落し、ベッド外で転落している状態しか認識することができない。そこで本報では、転落リスクが高いと考えられる四つん這い状態の認識、および患者がベッド柵を越えて転落する状態の認識を行う手法について検討したので報告する。

2. 患者の動向監視支援システムの基本概念

2.1 センサデバイス

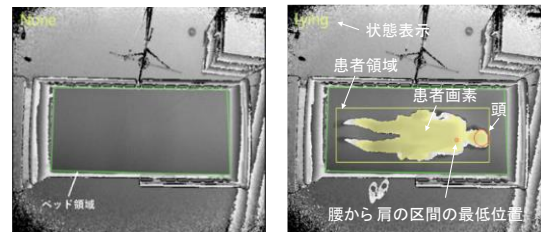
センサデバイスとして、比較的lowコストで導入できる距離センサ Kinect for Windows v2 (Kinect2) を用いる。Kinect2は通常のカメラ同様にカラー画像と、赤外線による距離情報を取得しているため、夜間の暗い部屋もモニタリングできる。Kinect2は、図1に示すように、ベッドの中心から垂直上方に設置し、センサ面が下方を向くように設置する。



2.2 患者の状態の判別

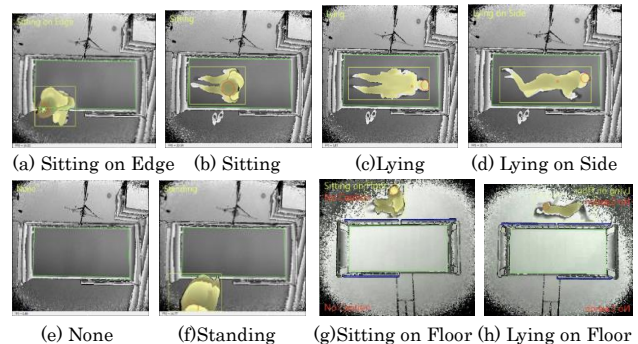
患者の状態を判別するため、図2(a)のように患者のいない状態の距離データを取得し、基準の距離データとする。また、この時ベッド面の法線ベクトルを取得し、同一法線ベクトル領域をベッド領域(緑の枠)と認識する。続いて、患者がいる場合、そのときの距離データと基準の距離データとの差分により、図2(b)に示すように患者画素(黄色)を抽出し、患者の頭の位置(赤丸)と

患者領域(黄色の枠)を取得する。頭の位置は患者の起床状態の判別、患者領域は布団等の他の障害物の除外に用いる。そして、頭部の取得の可否によって患者の有無を判別し、頭部の位置及び高さから患者画素がベッド領域内に占める割合からベッド上の患者の6状態を判別している。ベッド外では患者の頭の高さを用いてベッド外の2状態を判別している。



(a) ベッドの認識 (b) 患者の認識
図2 ベッドと患者の認識

先行研究で判別可能な状態は、図3に示すように、ベッド端に座っている、ベッド上に座っている、ベッドに寝ている、ベッドに横向きで寝ている、人がいないおよびベッド外に立っている、ベッド外に座っている、ベッド外に寝ているの8状態である。



(e) None (f) Standing (g) Sitting on Floor (h) Lying on Floor
図3 患者の状態判別

2.3 柵領域の認識手法

ベッド柵の認識では、ベッドの周囲にある取り外し可能なベッド柵の認識を行う。具体的には図2において認識したベッド領域の上下の閾値(40 [pixel])の範囲を柵探索領域とし、距離情報を調べ、探索領域内で最も高くなる点を探す。得られた点の高さから閾値(100 [mm])だけ低い高さまでの範囲の点群を柵領域の点群とする。

柵の数を認識するため、柵領域として認識した点群同士の距離を調べ、同じ柵領域の点群同士の距離は小さく、異なる柵領域の点群同士の距離は大きくなることから、閾値と比較することで点

群を柵領域ごとのグループとしてまとめる，図4は認識された柵領域であり，青い矩形で表示され，3つの柵が検出できている^[3]。

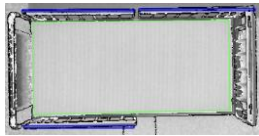


図4 認識されたベッド柵領域

3. 患者の転落動作の認識手法

3.1 四つん這いの認識手法

患者がベッド柵を越えて転落する場合を想定し，転落前にとる姿勢として四つん這いの認識を行う．図5に示すように，患者が四つん這いになると，頭の高さが座っている状態と同程度になるため，頭の高さによって，患者の状態を四つん這い状態と座っている状態の2状態に絞り込む．同図中の閾値1は，座っている状態の頭の高さより小さく，横向きに寝ている状態の方の高さより大きくなるように算出している．さらに，図6に示すように，座っている状態と四つん這い状態において，胴体部分の高さに大きな差が生じる．この胴体部分の高さの違いにより，平均の高さに大きな差が生じることを利用し，平均高さが閾値(540[mm])以上であった場合に四つん這い状態と認識する．図7は，患者が座っている状態と四つん這い状態それぞれについて，開発したシステムで認識した結果を示している．同図より，開発したシステムで，座っている状態と区別しつつ四つん這い状態を認識できていることを確認した。

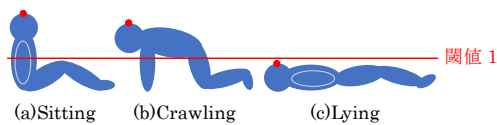


図5 患者の状態と頭の高さ

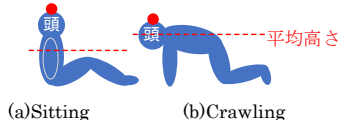


図6 座っている状態と四つん這い状態

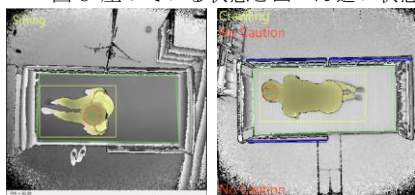


図7 認識したベッド上の各状態

3.2 転落寸前及び転落中の認識手法

本報における転落とは，患者が柵に手を掛け，柵を乗り越えようとすることで，ベッドから落ちることを指す．そのため，患者が柵に手をかけている転落寸前の状態及び実際に転落中の状態のどちらも，患者の体は柵の垂直上方にあり，患者の頭がベッド外にある．そこで，まず図8に示すように，患者領域と柵領域を用いて，柵領域が患者領域内に占める割合を計算し，図8(b)(c)(d)のように閾値(15%)以上となる柵があれば，頭の位置を確認する．そこで，図8(d)のように頭の位置がベッド外にあれば，患者は転落寸前もしくは転落中であると認識する．またこの際，患者の頭が完全にベッドの外であることを確認するため，柵領域より

閾値(15[pixel])以上外側にある状態を患者の頭がベッド外にある状態としている。

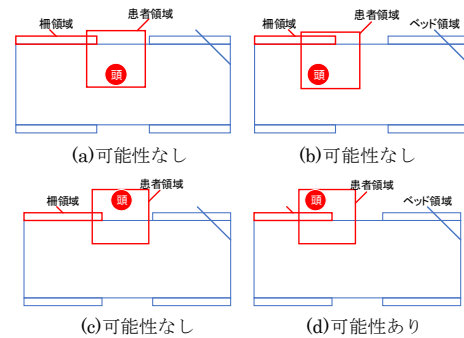


図8 転落可能性の区別

転落寸前と転落中の区別において，2状態の違いであるベッドに対する患者の位置を用いる．具体的には，図9に示すように，患者画素がベッド領域内に占める割合を計算し，患者の位置がベッド内である場合は転落寸前，ベッド外である場合は転落中と認識する．図10は，患者が柵に手を掛けた状態からベッド外へ転落した状態までの患者の動きを実際に測定し，開発したシステムで認識した結果を示している．ここで，赤い矩形及び青い矩形が柵領域である．同図より，ベッドから落ちそうな状態と，実際に転落している状態を認識できていることを確認できた。

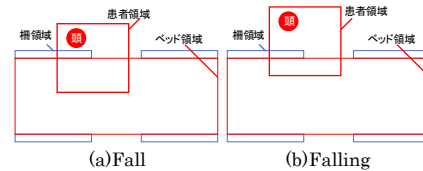


図9 転落寸前と転落中の区別

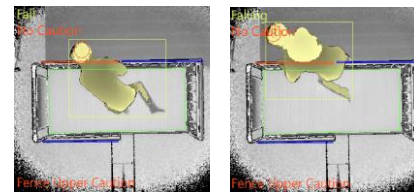


図10 認識した転落寸前と転落状態

4. 結論

本研究では，患者がベッド上で四つん這いになっている状態と，柵に手を掛け，ベッドから転落すると考えられる転落寸前の状態，実際に転落している転落中の状態の認識手法について検討した．そして実際に，国立病院機構静岡医療センターの病室において認識を行った結果，これらの状態の認識が可能であることを確認した．今後の課題としては，患者の状態の認識精度の向上，臨床下における有用性の検証，柵が無い場合での転落の認識手法の開発が考えられる。

参考文献

- [1] 吉田聡美ほか:離床センサー設置状況の実態調査，転倒・転落アセスメントスコアシートからの分析，vol43，2013，p.31-p34
- [2] 小池志歩，藤尾三紀夫:患者の動向監視支援システムの開発-ベッド外での転倒状態の検出-:IMEC2018，2B1-2
- [3] 小池志歩，藤尾三紀夫:患者の動向監視支援システムの開発-柵の状態検出-