

## 患者の動向監視支援システムの開発-尿意の検知-

○小池志歩 ◎藤尾三紀夫 (沼津高専 制御情報工学科)

### 要 旨

近年、病院において認知症患者の不用意な行動を把握するため離床センサが利用されている。しかし、誤作動が多く、また検知が事後になるなど正確に患者の状態を検知できていないのが現状である。そこで本研究では、距離センサを用い、背景画像の深度と患者が寝ている場合の深度差により患者の状態を検出する患者の動向監視支援システムの開発を行う。その中で、寝返りの周期より尿意を検知するシステムを開発したので報告する。

### 1. 結論

近年の超高齢化社会の到来により、認知症を持つ高齢者が入院する割合が著しく増加している。認知症を持つ患者は、夜間等に予測不可能な行動を起こし、それらは時に大怪我や死亡事故に繋がる。現状では看護師による巡回や離床センサが用いられているが対応できていない状況である。そこで本研究では、患者の状態を連続的に常時把握することのできる患者の動向監視システムの開発を行っている。これまでの研究で患者のベッド上、ベッド外での状態検知が可能であることを確認している。本報では、患者の寝返り検知を用いて尿意を検知するシステムの開発と検討を行った。

### 2. システム構成と状態判定アルゴリズム

本研究では、導入コストなどを考慮し、センシングデバイスとして Kinect for Windows v2(Kinect v2)を用いた<sup>1)</sup>。図1に Kinect v2 の外観写真を示す。このセンサでは、通常のカメラと同様のカラー画像と同時に、赤外線により測定した本体からの距離情報が 512×424 のピクセルに対して取得可能である。これにより、カラー画像が撮影できないような夜間でも患者の状態を監視することができる。Kinect v2 は、患者の寝るベッドの上部に取り付け、ベッド全体を真上から監視する。



図1 Kinect v2

状態の認識手法として、患者がいない場合の深度データを基本とする。図2(a)は患者のいない時の背景深度であり、このデータから画面中央をベッドの基準として、同一の法線ベクトルを有する領域をベッド領域として認識する。図2(b)はベッド上に患者が横たわった状態の深度データであり、図2(c)が深度の差分を示している。この深度差分領域の中で右側端を頭として判定し、併せて患者が寝ている時の肩の高さを用いてベッド上で座っている(Sitting)、ベッド上に仰向けまたはうつ伏せで寝ている状態(Lying)と左右横向きで寝ている状態(Lying on Side)を判断している。また、図2(d)は領域の検出状態を示しており、緑の枠がベッド領域、黄色の枠が患者領域を示している。さらに両領域の位置関係からベッド外にいる状態(Standing)、ベッドの端にいる状態(Sitting on Edge)、人のいない状態(None)を判別している。図3にこれら6つの検出状態を示す。画面の左上に状態をテキストで示し、患者領域の大きい赤丸は頭、小さい赤丸は肩を示している。

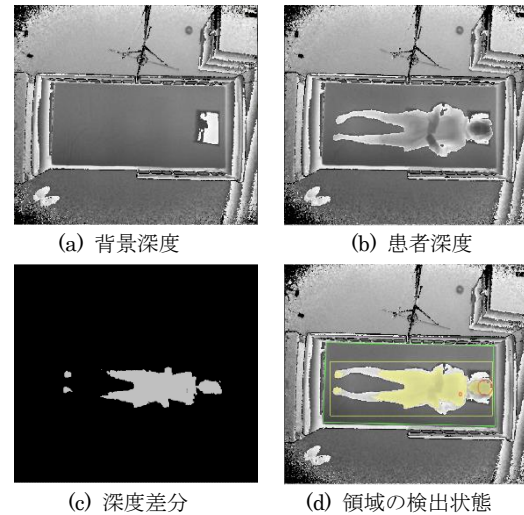


図2 深度情報と深度差分

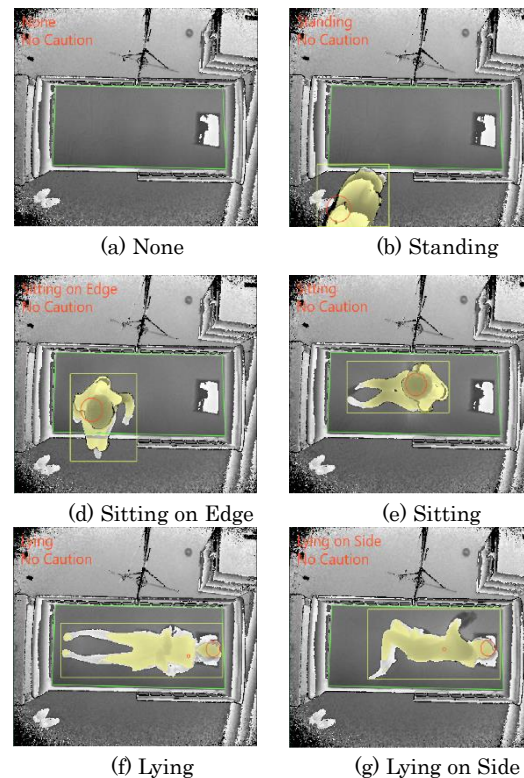


図3 認識できる患者の6状態

### 3. 尿意検知システム開発の検討

本報では、患者が寝ている際、尿意を感じると寝返りが多くなるという看護師の仮定より、尿意の検出に寝返りを用いた。

図 4 にベッドの周囲にいる患者の状態遷移図を示す。認識状態として緑で示す Standing, On Edge, Sitting, Lying がある。また、患者が寝ている時の状態を詳しく見ると、青で示す仰向け(Supine Lying), うつ伏せ(Prone Lying), 右向き(Right Side Lying), 左向き(Left Side Lying)の 4 状態に区別でき、図 4 のように遷移する。本研究では、これらの 4 状態の遷移を利用して寝返りを判定している。

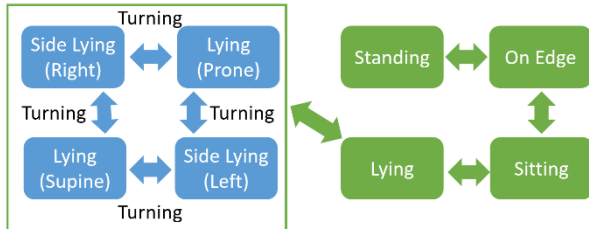


図 4 患者の状態遷移図

システムでは患者の現在の状態と、遷移前の状態を比較し、図 4 に示した青色の矢印の場合寝返りと判断する。また寝返りを検出すると共に現在時刻を取得し、前回の寝返りが検出された時刻と比較することにより寝返り間の時間差が計算できる。寝返りを行う時間差と寝返りの回数から、寝返りを行う周期を算出する。

周期を計算するにあたり、全体の周期、直近 3 回の周期、直近 5 回の周期を測定している。全体の寝返り周期は、図 5 に示すように、初めて寝返りが起こった時刻  $t_0$  から最も新しい寝返りが起こった時刻  $t_n$  までの時間差を求め、その間に検出した寝返りの回数で割ることにより算出する。直近 3 回、5 回の周期も直近より 3 回、5 回前からの時間差を取得し同様に算出する。

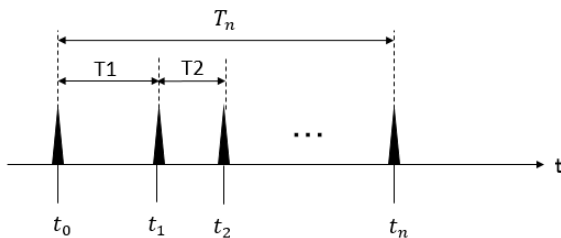


図 5 寝返りの周期測定

図 6 に寝返り検知、寝返り周期算出の結果を示す。画面下のステータスバーの左側から順に、状態、フレームレート、全体の寝返り周期、直近 3 回と直近 5 回の寝返り周期、寝返りをした回数を表示している。これらは、取得した動画から求めた周期と一致していることを確認した。

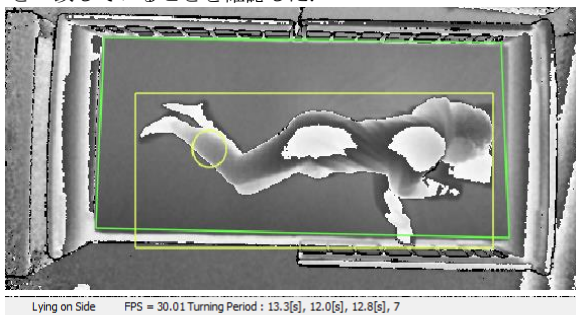
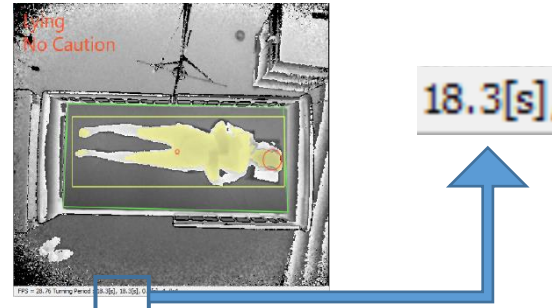


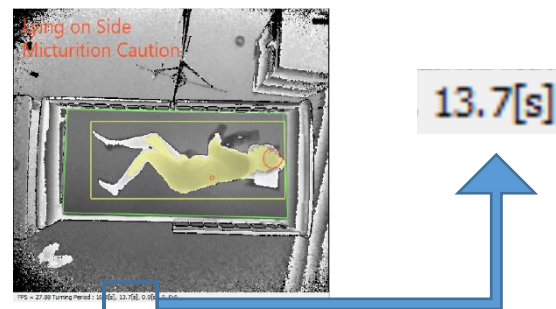
図 6 実行結果(寝返り周期算出)

尿意の検出には、試験的に尿意を感じているとされる周期を閾値として設定し、寝返り周期が閾値よりも短くなった時に尿意を感じたとし画面左上にテキストで「Micturition

Caution」の警告を表示する。本報では、直近 3 回の寝返り周期を用いた。図 7 に、尿意検出の実行結果を示す。評価のため患者はベッド上で最初の寝返りからそれぞれ 26[s], 10[s], 19[s], 12[s]の間隔で寝返りを行った。図 7(a)のように 4 回目までは警告がないが、5 回目の寝返りで閾値 14[s]以下となりその結果警告が出ることを確認した。



(a) 警告なし



(b) 警告あり

図 7 実行結果

#### 4. 結論

本研究では、患者の状態を距離情報の変化を用いて検知し、状態の遷移から寝返りを検出すると同時に尿意を感じているとする場合に警告を出すシステムを考案した。そして、病院のベッドを用いて検証した結果、検討した手法で寝返りの周期の検出と警告が可能であることがわかった。今後の課題としては、以下の項目が挙げられる。

##### (1) 尿意と寝返りの関連性の検証

本報では尿意を感じていると寝返りを頻発するとして研究を行ったが、これは看護師の方の意見を参考にしたもので医学的な根拠はない。そのため、これらの関連性を検証する必要がある。検証ができ次第、今回試験的に設定した閾値の有用な値や設定法を検討する必要がある。

##### (2) 臨床下での有用性の検証

本報では、病院の病室で撮影した短時間での録画データを用いて開発を行った。そのため長時間リアルタイムの患者に適用する必要がある。また、褥瘡予防などへの機能展開も検討する必要がある。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり、様々なご協力を頂いた(独)国立病院機構静岡医療センターの梅本院長をはじめ皆様に感謝致します。

#### 参考文献

- [1]中村薫ほか：Kinect for Windows SDK プログラミング、秀和システム、2015、pp.2-79