

3次元距離センサーを用いたベッド周りの見守りシステムの開発

Development of Monitor System around Bed with Three Dimension Distance Sensor

○ 平林裕治（清水建設）

Yuji HIRABAYASHI, Institute of Technology SHIMIZU Corporation

Key Words: 3D distance sensor, Monitor system, Behavior

1. はじめに

新成長戦略（2010年6月18日閣議決定）に、ライフ・イノベーションによる健康大国戦略が掲げられている。「高い成長と雇用創出が見込める医療・介護・健康関連産業を日本の成長牽引産業として明確に位置付けるとともに、民間事業者等の新たなサービス主体の参入も促進する」ことが目標となっている。そして、「安全の確保や質の向上を図り、利用者本位の多様なサービスを提供する」ことが方向付けられている。

一方、要介護度別認定者数の推移に着目すると、平成12年4月末の認定者数は218万人であるのに対し、平成20年4月末は455万人となっていることが介護保険事業状況で報告されている。要介護度別認定者数は最近の8年間で2倍以上になり、急速に増加している。

2. 開発の背景

医療・介護施設での課題の一つに、患者や高齢者などの利用者の見守りがある。特に、ベッド周りでの見守りを確実に行うことが、安全の確保やサービスの質の向上に密接に関連する。

現状の医療・介護現場では、看護師や介護士が常時見守りすることができないので、利用者の行動をマットセンサーやビームセンサーによりベッドでの起き上がりや離床を検知して状況把握している。マットセンサーに接触するか離れるタイミング、またはビームセンサーで予め定めておいたエリアに進入した場合にアラーム信号が出る。

これらのセンサーは設置位置や反応時間を変更することはできるが、画一的にセンシングした結果を出力している。利用者の行動パターンや介護者の行動などの状況変化に適切に対応して、誤報や失報を防ぐことは難しい。そのため、例えば、消灯前にセンサーのスイッチを入れて、昼間はセンサーが作動しないようにして、センサーの稼働を制限することにより誤報を出さない工夫をしている。

これらのセンサーでは、状況に応じてタイミングよく情報伝達ができない。また、部分的な位置情報を目的別に収集しているので、起き上がり検知センサーとは別にベッドからの転落や転倒などの状況を把握するセンサーを設置しなければならないという問題点がある。

3. 開発対象

医療・介護現場での、ベッド周りの安全の確保とサービスの質の向上をねらいとして、見守りシステムの開発に着手した。本報では、3次元距離情報を用いたベッド周りの見守りシステムの仕様確認のための実験結果と今後の課題について報告する。

利用者本位の多様なサービスを提供できるようにするために、以下のねらいを設定した。

- ・ 利用者の行動特性を考慮して判断の信頼性を高める。
- ・ ベッド周辺の行動を含め介護サービス提供者と利用者の行動をモニタリングする。

4. 開発の背景

3次元距離情報をリアルタイムで収集できるセンサーが低価格で供給される見通しが立ち、実用的な見守りシステムを構築ができるようになった。2次元画像では背景画像との差異分析をすることで、平面的な位置と大まかな動きを把握できた。しかしながら、3次元空間での位置や人の姿勢を正確に処理できないという問題があった。3次元距離情報を分析することにより、空間内で移動する人の位置や行動パターンや移動速度を精度よく把握できることを実際の現場で実証するために、実験を行った。

4-1 実験対象者

今回の実証実験の対象者と時期は以下の通りである

A氏 女性 91歳 要介護2、
実験時期 5月17日15時～21日12時

B氏 女性 87歳 要介護3、
実験時期 5月21日14時～6月1日13時

C氏 男性 96歳 要介護4、
実験時期 6月1日14時～6月7日12時

4-2 実証実験のシステム構成

実験システムは、3次元距離センサーをネットPCで制御し、その結果を大容量のハードディスクに登録する構成とした。実験データを、仕様確認の検証のために利用できるように配慮した。

表1には今回の実証実験に用いたセンサーの仕様を示す。

表1 3次元距離センサーの仕様

測距画素数	水平:160ピクセル×垂直:120ピクセル
応答速度	20フレーム/秒
検出距離範囲	1.2m～9m
使用周囲照度	太陽光20,000ルクス相当以下
画角	水平:60°×垂直:44°
最小出力単位	1cm
質量	約520g
設置場所	屋内

4-3 行動推定のロジック

垂直方向の距離の変化量を3つにレベル分けした。レベル1, 2に閾値を設定して、状態を判定した（図1）。

図2は、判定ロジックの流れを示している。ベッドや居室に人がいない状態の3次元距離情報を初期値として登録した。3次元情報であるため、平面情報と垂直情報に分離してデータを扱える特長を活かし、初期値との垂直方向の

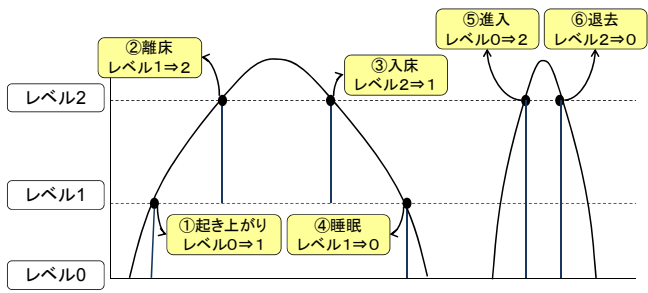


図1 レベルによる行動判定の概念

差の最大値を検索して特徴点とした。平面情報については、人の大きさに相当する面積を規定値とした。また、誤報を削減するために、状態がX秒以上継続していることも判定した。上記のロジックを、ベッドへの入床、睡眠、起き上がり、離床、移動という一連の流れに対応して設定し、其々の行動を判定した。

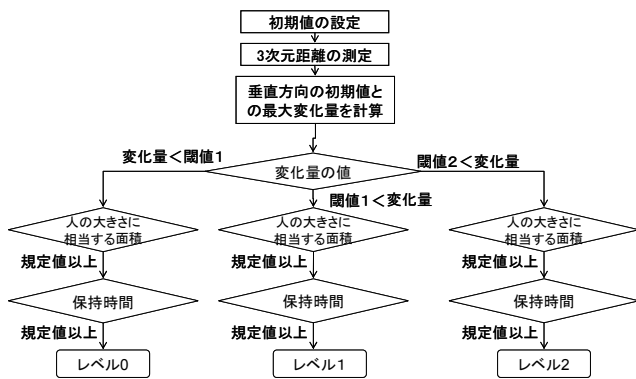


図2 判定ロジック

4-4 検証結果

表2は離床時の誤報、失報のデータを一覧で示している。全体で89回の離床に対して、誤報1回、失報2回で信頼性は96.7%であった。A氏の離床での2回の失報は、動きが速く保持時間になる前にセンシングの範囲から外れてしまったことが原因と考えられる。B氏の誤報は中腰になって再び着座した時に発生した。C氏は離床を介護士が介助していたので、対象外とした。各自の身長や介護度により、判定の閾値を個別に調整する必要がある。

表2 離床判定の信頼性

	回数	誤報	失報	信頼性
A氏	68回	0回	2回	97.1%
B氏	21回	1回	0回	95.5%
C氏	-	-	-	-
合計	89回	1回	2回	96.7%

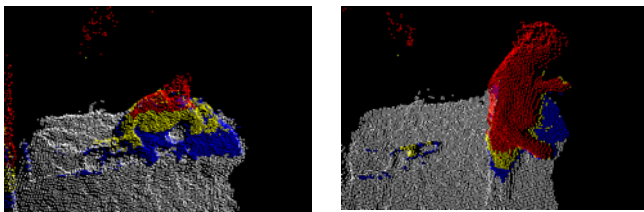


図3 離床前と離床時の3次元距離データの例

5月22日7:30PM ~23日7:30PMのB氏の実験データを基に、対象者の判定とベッドと居室を区別を目視で判定した(図4)。縦軸は、図2のレベル0,1,2の区別である。11:30PMから3:30AMのレベル0.5の横線は睡眠していることを示している。実験データを基にして、対象者と場所を判別して行動履歴が作成できることを示した。

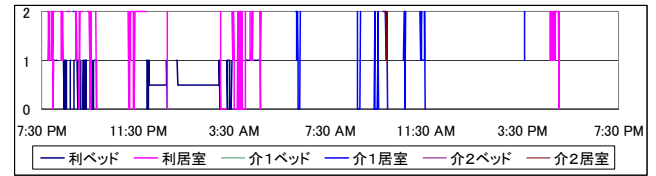


図4 居室とベッドでの利用者・介護者の行動履歴

4-5 今後の課題

(1) 対象とする空間の細分化

今回の測定結果から対象とする空間により行動に特徴があることが観察された。ベッド上では主に起き上がりや寝返り、ベッド側部では着座、居室のベッドサイドベッドでは離床、居室では様々な移動が行われている。従って、対象とする上記4つの空間に応じて、行動を判断するロジックを個別に設定する必要がある。

(2) 複数の対象者の動きを同時に把握

利用者と複数の介護者が同時に行動することがあるので、個々に独立させて行動状態を個別に判定できるようにする必要がある。利用者の行動だけでなく、介護サービス提供者の行動把握も可能になる。

(3) 移動速度により対象者を推定

今回の観察で、対象者は高齢者と介護士であるが、居室での移動速度が明らかに異なっていた。各自の動線から移動速度を把握できるので、移動速度の特徴により、対象者を識別できる可能性がある。

(4) ベッドからの離床する際の移動速度

離床するときの移動速度は対象者により異なっていることが観測された。離床は垂直の動きで、身体状態を推定する指標ともなる。この速度を常時モニタリングすることを見守りに役立つことを検証する必要がある。

(5) 3次元距離センサーの設置位置

センサーの設置位置(高さ、煽り角)により、データ取得できる範囲が異なる。対象者の行動パターンとの関係を考慮して、適切な設置位置を決める必要がある。

(6) 行動パターンデータの有効利用

介護サービス提供者と利用者の行動情報は、介護記録の実績入力や、省エネのため空調や照明制御など多目的に活用できるようにして、データの利用価値を高めたい。

5. おわりに

医療・介護現場での、安全の確保や質の向上を図り、利用者本位の多様なサービスを提供することを目指している。そのために、見守りシステムを核として様々な機能と連携したセンサーネットワークにも取り組む予定である。

謝辞

実証実験に際しては、ソノラスコート三鷹の堤氏・八木氏には介護現場の実態に即したアドバイスを頂き、実験場所を提供して頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 新成長戦略, 総理官邸, pp.18-20, 2010
- (2) 介護保険事業業況報告, 厚生労働省, 2008