

高齢者見守りシステムの開発

Development of Life Care System for Elderly People

小田 淳志† 山中 義太郎†
Atsushi Oda Yoshitaro Yamanaka

東條 直人† 寺崎 肇†
Naoto Tojo Hajime Terasaki

1. はじめに

高齢者の日常生活動作をモニタリングすることにより、各種サービスを提供できるシステムの開発を目指している[1]。そのアプリケーションの一つとして、高齢者にセンサを身に付けさせることなく転倒動作を検知する転倒検知システムの開発を目標としている。本報では、このシステムの試作機を高齢者居室に短期間設置し、その性能を評価した結果について報告する。

2. システム構成

2.1 システムの概要

図1に転倒検知システムの構成を示す。高齢者居室に設置したステレオカメラ画像を用い、背景差分により人物領域を抽出し姿勢を推定する。この姿勢推定結果の時系列データと予め学習した転倒動作の時系列データをHMMによって認識を行い、転倒動作を検知する。なお、ステレオカメラはPointGreyResearch社製のBumblebeeを用いた。

2.2 姿勢推定部

図2に「立位」「座位」「臥位」の3姿勢を推定する姿勢推定部の全体処理フローを示す。2次元画像の背景差分により抽出した人物領域と3次元位置情報から、3次元の人物領域を抽出する。ステレオカメラの設置角度に応じた補正を経て、絶対座標に関して人物領域を囲む直方体の高さ、幅、奥行きを算出し、これを人物領域情報として動作認識部に出力する。高さ対幅、高さ対奥行きのアスペクト比に関して、立位と座位、座位と臥位それぞれの間で2個の閾値を設定した姿勢推定ルールにより3姿勢を推定する。背景画像については、直近20フレームの平均画像を用いている。3次元の人物領域抽出については、画面の左右方

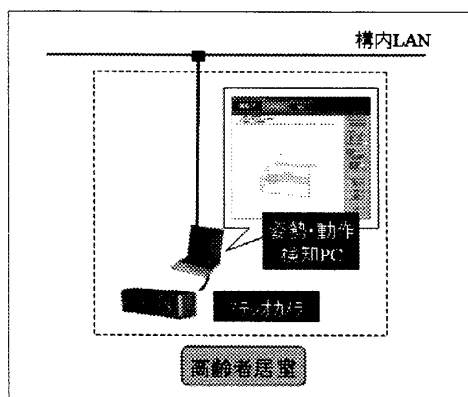


図1 転倒検知システム構成

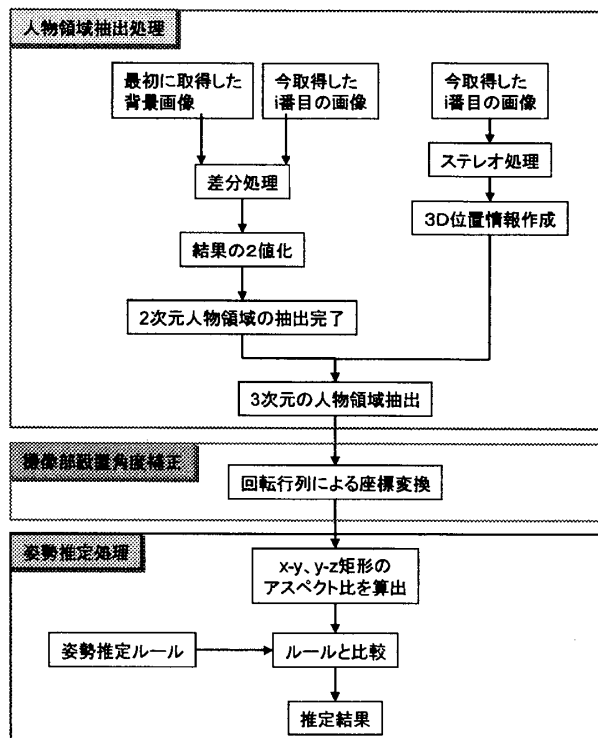


図2 姿勢推定処理フロー

向、奥行き方向に3次元位置データのヒストグラムを生成し、中央値に対して所定距離以上離れたデータを影などのノイズデータとして除去している。

2.3 動作認識部

転倒動作の認識は、時系列の人物領域情報を予め学習した転倒動作モデルに認識させることで実現する。認識手法としてはHMM(隠れマルコフモデル)を用いた。動作の開始、終了は人物領域を囲む直方体のアスペクト比をもとにおおよそ座位と臥位が継続している期間とし、この期間中の人物領域情報を抽出し認識を行った。学習、認識に用いた人物領域情報の特徴量としては、認識開始からの時刻、高さ、幅、奥行き、高さ方向中心の変化量、幅方向中心の変化量、奥行き方向中心の変化量の7次元とした。また、動作クラスは、前向きの転倒(以下、転倒・前)、後向きの転倒(以下、転倒・後)、紛らわしい動作として座る、寝転びの4動作クラスを設定した。さらに、各動作クラスに関して、動作の向きなどにより分類した4から5の子動作クラスを設定した。

特に高齢者の転倒動作と座る、寝転び動作の違いは、動作の開始直後に顕著である。転倒動作については開始から1-2secの間に臥位に遷移するが、座る、寝転び動作については、膝、手、体の回転、臥位という過程を経るため転倒動作に比べて臥位に遷移するまでおよそ3倍の時間を要す

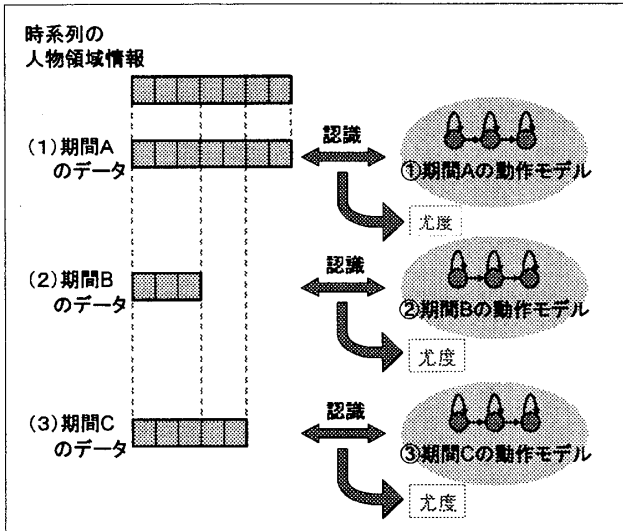


図3 動作認識方式

る。この特徴を正しく認識するため、図3に示したように、①動作の開始、終了の間全ての人物領域情報（以下、期間Aのデータ）、②動作の開始から2sec間の人物領域情報（以下、期間Bのデータ）、③動作の開始から6sec間の人物領域情報（以下、期間Cのデータ）の3情報を複合的に学習、認識する方式とした。各期間に対応する動作モデルに認識させて出力される尤度を、期間ごとに適切に重み付けして合算し、その結果が最大となる動作クラスを認識結果の動作として出力した。

3. 評価結果

有料老人ホームの1居室（約32m²）に本システムを設置し、開発担当者2名が被験者となり評価を行った。照明条件は、いずれも室内照明を点灯した状態で、カーテン全開（平均照度820lux）、遮光カーテン全閉（同285lux）の2条件とし、転倒・前、転倒・後、座る、寝転びの4動作を

<遮光カーテン全開>

		認識結果				認識率
		転倒・前	転倒・後	座る	寝転び	
実行動作	転倒・前	8	8			50.0%
	転倒・後	2	11	2	1	68.8%
	座る			14	2	87.5%
	寝転び			2	14	87.5%
見落とし率					9.4%	
誤認識率					0.0%	

<カーテン全開>

		認識結果				認識率
		転倒・前	転倒・後	座る	寝転び	
実行動作	転倒・前	5	11			31.3%
	転倒・後		13	1	2	81.3%
	座る			15	1	93.8%
	寝転び				16	100.0%
見落とし率					9.4%	
誤認識率					0.0%	

図4 評価結果

計128回実行した。動作実行の際には、予め介護者からヒアリングした高齢者の動作特徴情報をもとに高齢者の動作を模して行った。評価指標としては、転倒を座る、寝転びと認識した見落とし率（%）、座る、寝転びを転倒と認識した誤認識率（%）を設定した。

図4に評価結果を示す。いずれの照明条件についても見落としが転倒・後において3回発生し、見落とし率は9.4%であった。誤認識は発生せず、誤認識率は0%であった。また、転倒動作クラス内での認識の誤りが多く発生し、転倒・前、転倒・後の各動作クラスの認識率は、40.7%、75.1%であった。なお、数値はいずれも各照明条件の平均値である。

4. 考察

見落としした6動作について解析した結果、人物領域抽出の際に一部のフレームで下半身の一部分が抽出されていないことが分かった。そのため、転倒動作開始直後の人物領域情報から座位が長く継続した情報が出力された結果、期間Aのデータは正しく認識したが、期間Bや期間Cのデータを誤って認識し、見落としが発生したと考えられる。この課題に対しては、3次元の人物領域抽出の際のノイズデータ除去処理のパラメータを調整するとともに、影除去の際にHSV情報を用いることを検討している。また、動作認識の結果が期間Bや期間Cの認識結果に大きく左右されるため、期間ごとの重み付けの手法の改良を検討している。一方、転倒動作クラス内での認識の誤りについては、人物領域情報の特徴量に大きな差異が見出せていない。この課題に対しては、新たな特徴量の導入や、動作クラスの統合などの対策を検討している。

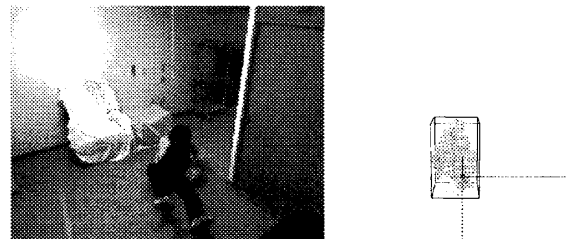


図5 見落としデータの一例

動作クラス	尤度		
	期間A	期間B	期間C
転倒・前	-5.049	-12.102	N/A
転倒・後	-5.699	-6.799	N/A
座る	-5.983	N/A	-3.869
寝転び	-5.822	N/A	-4.687

5. まとめ

今後は検討中の改良を実施し、見落とし率0%の実現を当面の目標とする。さらに、本システムを実際に高齢者が生活する居室に設置して、高齢者を対象としたデータ収集と実地評価を実施し、試作機の機能の完成を目指す予定である。

参考文献

[1] 小田ら：“人の行動の理解に基づく、高齢者ライフケアシステムの提案”，第7回計測自動制御学会SI部門講演会，11L4-5，2006