

Deep Learning と Kinect によるベッドからの転落防止見守りシステムの検討

Monitoring System for Fall Preventive from a Bed with Deep Learning and Kinect

○ 佐藤公信（高知工業高等専門学校） ○ 芝田京子（高知工科大学）

Hironobu SATOH, National Institute of Technology, Kochi College

Kyoko SHIBATA, Kochi University of Technology

Abstract: In the previous research, we have developed an awaking behavior detection system using Neural Network. However, the detection ability of unknown people is not sufficient with compared to that of learned people in the dark room. In this paper, we propose a new monitoring system for fall preventive from a bed using Kinect and Deep Learning. Kinect has a depth sensor consisted of infrared leaser. And, Kinect is able to measure distance between Kinect and an object in the dark room. Moreover, the behavior of an elderly person is extracted from measured data by Kinect. By using Kinect, it is considered that the awaking behavior detection system is able to be used in the dark room at night.

In this paper, the proposed monitoring system using Kinect and Deep Learning is shown. In experiment, the capability of the proposed system has been verified.

From the result of the experiment, the detection rate of the safety behavior has been 91.6%. And, the detection rate of the dangerous behavior has been 92.8%.

Key Words: Deep Learning, Fall preventive, Kinect, Behavior recognition

1. はじめに

医療機関において、認知症高齢者がベッドから転落し、ケガを負う事故が発生している。この事故は寝たきりに繋がるケースが少なくない。この事故を防ぐため、介護従事者による 24 時間の見守りが必要となるが、24 時間の見守りは、難しい。

事故を防ぐため、ベッドへの拘束が考えられるが、厚生労働省が示した「身体拘束ゼロへの手引き」により、身体拘束を実施は難しい。赤外線や感圧マットを使った製品の開発がなされているが、前者の製品は、誤った警報を発することがあり、後者の製品は落下後の警報となる。

これらの問題を解決するため、著者らは、Web カメラと 3 層で構成した Neural Network を用いた見守りシステムを提案したが、暗所の安定した認識に課題があった^(1, 2, 3, 4)。著者らは、これまでの研究⁽⁵⁾により、介護従事者の 24 時間の見守りに代わり、ベッドからの転落を防ぐため、画像処理の分野で高い能力を示している Deep Learning⁽⁶⁾により、認識対象者の行動を認識するシステムの基本コンセプトを示した。提案システムは、24 時間の見守りを可能とする必要があるために、夜間の暗い環境でも利用可能な Kinect を高齢者の進退をセンシングするセンサーとして利用する。

本論文では、提案システムの前処理に改良を加えるとともに、提案システムの基本的な能力を検証するため、提案システムが転落に至る行動を認識できるか確認する。

2. 認知症高齢者のベッドからの転落につながる行動

医療従事者からの報告によると、認知症高齢者は、ベッドからの転落に先立ち、「足をばたつかせる」、「手をばたつかせる」といった個人毎に異なる特異な行動を行う。この行動は個人差が大きいことが医療従事者へのインタビューから報告されている。この特異な行動を提案システムにより、認識し早期に介護従事者に警告することにより、ベッドからの転落を回避できるのではないかと考えた。提案システムでは、検知対象者となる認知症患者の行動を 2 つに分類する。まず、ベッド上で就寝している状態といったベッドからの転落に繋がらない行動を「安全行動」と定義する。医療従事者が指摘したベッドからの転落に繋がる特徴的行動を「危険行動」と定義する。ベッドに座った状態を図 1(a)に、

ベッドから身体がはみ出した状態を図 1(b) に示す。図 1(a) と図 1(b) とともに次章で説明する提案システムを用いてセンシングしたものであり、それぞれ状態は共に「危険行動」と定義されている。図 2 にベッド上で安静に横たわっている状態、安全行動を示す。

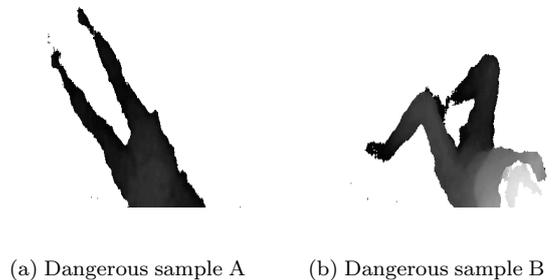


Fig.1 The sample of dangerous behavior



Fig.2 The sample of safety behavior

3. 転落防止見守りシステム

提案システムは、認識対象者をセンシングする Kinect と、センシングされたデータの前処理および認識を行うパーソナルコンピュータにより、構成される。

Kinect は、Kinect から物体の位置までの距離をセンシング可能で、提案システムでは Kinect により、ベッド上の認識対象者の身体をセンシングする。Kinect は、赤外線を用いた深度センサーであり、昼夜を問わず検知対象者をセンシングできる。Kinect は、ベッドの上に取付、ベッド周辺まで含めた範囲をセンシング

する。提案システムにおいては，Kinect から得られる可視光のデータは，利用しない。

前処理として，Kinect によりセンシングされたデータ上で，ベッドの4つのコーナーの情報を指定する。この座標を用いてベッドをセンシングされたデータから抽出する。次に，ベッドのKinect からベッドまでの距離をシステムに与え，ベッド上の認識対象者をセンシングされたデータ上で特定する。提案システムの学習が適切に進めるため，1で正規化を行う。Kinect から遠いベッド面として指定した距離が0になり，Kinect に近い位置に1となる距離を設定する。正規化された値は，DBNに入力され，認知症高齢者の転落に繋がる行動を認識する。

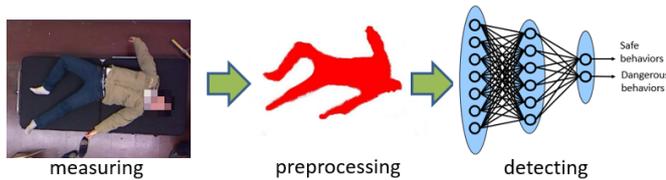


Fig.3 The proposed system flow

4. 評価実験

4.1 目的

提案システムは，転落防止見守りにあたり「安全行動」「危険行動」を学習する必要がある。実験の目的は，事前に学習がなされたネットワークを用い，学習時と提案システム利用時に人物が異なった場合でも，提案システムが正しく，判定できるか確認することである。

4.2 実験手順

実験は，まず，14名の被験者から学習データを取得する。被験者の年齢，体格について表1に示す。学習データは，医療従事者により示された行動を行う。学習および評価に用いたデータ数を表2に記載する。

DBNのパラメータを次に示す。入力細胞数は，87120とする。RBMは二層とする。一層目の隠れ総素子数は1000，二層目の隠れ素子数は800とする。RBMの総学習回数を20000と設定する。

Table 1 The physical status of subject

Subject	Height(cm)	Weight(Kg)	Age
A	165	53.0	21
B	171	52.0	21
C	150	62.1	21
D	148	41.7	21
E	162	56.0	21
F	172	60.0	21
G	183	75.0	21
H	160	48.0	21
I	156	55.0	21
J	152	55.0	20
K	170	73.0	20
L	155	47.8	20
M	155	50.0	20
N	160	54.0	20

Table 2 The numbers of data

	Dangerous behavior per person	Safety behavior per person	Total
Data for Learning	50	50	1400
Data for evaluating	100	100	2800
Total	150	150	4200

4.3 結果

実験の結果，表3に示す結果が得られた。危険行動および安全行動すべて合わせた正しい認識率は，92.2%であった。各被験者別では，被験者M以外の13名の被験者で86%以上の正しい認識率が得られた。

学習データを増やし，さらなる認識率の向上を目指す必要はあるが，KinectとDeep Learningにより転落につながる行動を認識可能であると確認できた。

Table 3 The experimental result

Subject	Dangerous behavior(%)	Safety behavior(%)	Total (%)
A	92	94	93.0
B	88	96	92.0
C	94	100	97.0
D	77	100	88.5
E	93	100	96.5
F	98	88	93.0
G	100	100	100.0
H	98	86	92.0
I	99	95	97.0
J	73	100	96.5
K	73	100	96.5
L	100	100	100.0
M	99	40	69.5
N	91.6	100	99.5
Total	91.6	92.8	92.2

5. まとめ

Kinectは赤外線により，対象物までの距離を測定することができ，夜間でも利用できる。さらに，センシングされたデータを用い，Deep Learningが対象者の行動を認識するベッドからの転落防止見守りシステムを提案した。

本論文では，提案システムの構成を示した。提案システムの基本的な能力を示すために，14名の被験者により，実験を行った。結果，「危険行動」および「安全行動」あわせて92.2%の正しい認識率を得た。提案システムの基本的な能力を確認したといえる。

今後は，プライバシー保護およびセキュリティを確保しつつ，学習に利用するデータをクラウド上に集約し，DBNを継続的に学習させる仕組みを構築し，有用性を評価する予定である。

6. 謝辞

本研究は，JSPS 科研費 16K20847 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) Ikeda, R., Satoh, H., and Takeda, F.: Development of Awakening Behavior Detection System Nursing Inside the House. In: International Conference on Intelligent Technology 2006, pp.65-70 ,2006
- (2) Matubara, T., Satoh H., and Takeda, F.: Proposal of an Awakening Detection System Adopting Neural Network in Hospital Use. In: World Automation Congress 2008, 2008
- (3) Satoh, H., Takeda, F., Shiraishi, Y., Ikeda, R.: Development of a Awakening Behavior Detection System Using a Neural Network. IEEJ Trans. EIS, Vol.128, No.11, pp. 1649-1656 ,2008
- (4) Yamanaka, N., Satoh, H., Shiraishi, Y., Matsubara, T., Takeda, F.: Proposal of The Awakening Detection System Using Neural Network and It's Verification. The 52nd The institute of Systems, Control and information Engineers, 2008
- (5) Development of an Awakening Behavior Detection System with Kinect, Hironobu Satoh, Kyoto Shibata, Tomohito Masaki, International Conference, HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014. Proceedings, Part II, pp 496-500,2014
- (6) Yoshua B., Pascal L., Dan P., Hugo L.:Greedy Layer-Wise Training of Deep Networks, Advances in Neural Information Processing Systems 19, pp. 153-160 ,2006