非接触センサーを活用した転倒リスク予測の検討 Fall Risk Detection for the Elderly using Contactless Sensors

紺野 剛史^{*1} Takeshi Konno 金月 寛彰^{*1} Hiroaki Kingetsu 福田 大輔^{*1} Daisuke Fukuda

園田俊浩^{*1} Sonoda Toshihiro

*1 株式会社富士通研究所 Fujitsu Laboratories LTD.

In recent years, Japan's elderly population has been growing. As a method of reducing the nursing care period, we studied a fall risk detection for elderly people. Our aim is to detect the fall risk with contactless sensors. First, we took a video of the 5-meter walking test by 40 subjects. Then, we processed them using OpenPose. Finally, rehabilitation exercise instructors evaluated the fall risk at 3 levels. In this paper, we reported on 3 machine learning models and evaluated the accuracy of the fall prediction. As a result, we found that all algorithms obtained accuracy of around 80% even with contactless sensors.

1. はじめに

近年,日本では高齢者が増加している.日本は 2010年に高齢化率が 20%を超えた.2025年には約 30%,2060年には約 40%に達すると予測されている.将来,高齢者の面倒をみる若い人の数が足りなくなる.そのため,健康寿命を延ばして,介護期間を減らす仕組みが必要である.

転倒リスクに用いられるセンサーは、接触型と非接触型に分けられる.接触型センサーを使った先行研究がある[Gervásio 16].しかし、高齢者は接触型センサーを好まない.また、長期的に使用する場合、非接触型センサーの方が高齢者への負担が少ないため好ましいという報告がある[高橋 18].

我々の目的は、高齢者の負担が少なく長期的なモニタリング を実現するため、非接触センサーを使った転倒予測システムの 構築を行うことである. 画像情報から身体部位の 2 次元座標を 抽出できる OpenPose という技術が開発された [Cao 17]. これら の技術を使うことで高齢者の歩行シーンから非接触に特徴量を 抽出することが可能となった. OpenPose を活用した先行研究と して、転倒している状態を判定する研究 [Solbach 17]や歩行障 害を判定する研究 [Esmaeilzadeh 18]が行われてきた. しかし、 転倒リスク予測に活用した研究は未だない.

本論文では、OpenPose を使った高齢者の転倒リスク予測に ついて評価を行ったので報告する.

2. 転倒リスク検知予測

2.1 ビデオカメラの設置方法

本実験では、障害物のない体育館(図 1)で被験者 36 人に普 通歩行の 5 m 歩行テストを行い、ビデオカメラ(SONY: HDR-CX470W)にて撮影を行った.5 m 歩行テストは 5 m 歩行テスト は前後の予備路 3 m と測定区間 5 m からなる.ビデオカメラは 全体が映る様にセッティングし、歩行中にズームはせずに撮影 を行った(図 2).



Detection Area





図 2: 撮影方法

2.2 特徴量の抽出

転倒リスク予測で使用する特徴量は、介護施設で働く複数の 機能訓練士にヒヤリングし5つの指標を用いることにした.

対象者の動画データを OpenPose にて 2 次元の座標にした 後,以下の計算方法により集計した.

- 目線の高さ(角度): 鼻(図2における Nose, 0), 首(Neck, 1) and 腰(CHip, 8)の座標から角度
- 着地時の踵の高さ (cm): 踵 (LAnkle, 14) とつま先 (LLToe, 20)の座標から計算した最大値

連絡先:紺野 剛史,株式会社富士通研究所,神奈川県川崎 市中原区上小田中 4-1-1, konno.takeshi@jp.fujitsu.com

- 蹴り出し時のつま先の高さ(cm): 踵(LAnkle, 14) とつま先の(LLToe, 20)の座標から計算した最大値
- 歩幅 (cm): 平均の歩幅. 計算を簡単にするために歩数を 5m で割った値とした
- 歩行速度 (m/s): 平均の歩行速度

keypoints



図 2: OpenPose による骨格検出位置

最後に,機能訓練士に被験者 40 人(認知症患者を含む)に 対して転倒リスクのラベルとどのような観点でラベルを付けたか を記載して貰った.

- 高(4人):認知症や大幅な下半身の筋力低下により歩 行時にふらつきがみられる
- 中(4人):認知症はないが、下半身の筋力低下が始まり、 すり足や歩行速度低下がみられる
- 低(32人):下半身の筋力があり歩行が安定している



Subject A

	SubjectA	Subject B	Subject
Subject	Α	В	С
Eye line (degree)	139	127	133
Heel height (cm)	10.6	7.0	8.8
Toe height (cm)	6.2	6.1	2.6
Stride length (cm)	71.4	45.5	33.3
Gait velocity (m/s)	1.5	0.7	0.6
Possibility of fall risk	低	中	高

図 3:被験者と転倒リスク例

3. 評価方法

36 人のデータを 4-fold のクロスバリデーションにより予測精 度の評価を行った.評価に使用したアルゴリズムは以下である.

- SVM (Linear kernel)
- Logistic regression
- Linear discriminant analysis

4. 結果

表1に各アルゴリズムおけるAccuracyを示す.5名(No.1-5) については全部のアルゴリズムで予測を外した.2名(No.6-7)に ついては,SVM (Linear kernel)とLogistic regressionで外した. 理由として,どちらも歩行速度の重みが影響して誤判別をして いた(表 2).

表 1:手法に対する各結果

Learning algorithm	Accuracy(%)	
SVM (Linear kernel)	83	
Logistic regression	83	
Linear discriminant analysis	88	

表 2: 誤判別リスト

No.	正解	SVM (Linear kernel)	Logistic regression	Linear discriminant analysis
1	高	中	中	中
2	低	高	高	高
3	高	低	低	低
4	低	高	高	高
5	低	中	中	中
6	中	高	高	中
7	中	低	低	中

5. 結論

本論文では、被験者 40 人に対して非接触センサーを用いた 転倒リスクの評価を行った.その結果、非接触センサーを用い てもおよそ 80%の予測精度が出ることが判った.

今後は、データ数を増やして更なる精度向上を目指す.また、 機能訓練士に精度向上についてインタビューをした結果、歩行 バランスと柔軟性を加味すると良いことがわかった.歩行バラン スは、被験者を正面から撮影することで特徴量として入れること が可能だと考える.また、柔軟性については、5 m 歩行テストか ら取得することが難しく、前屈テストの値を特徴量として入れるこ とを考えている.

参考文献

- [Gervásio 16] Gervásio, F. M., Santos, G. A., Ribeiro, D. M., & Menezes, R. L. D. 2016. Falls risk detection based on spatiotemporal parameters of three-dimensional gait analysis in healthy adult women from 50 to 70 years old. Fisioterapia e Pesquisa, 23(4), 358-364.
- [Cao 17] Cao, Z., Simon, T., Wei, S. E., & Sheikh, Y. 2017. Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields. In CVPR: pp. 1302-1310.
- [Solbach 17] Solbach, M. D., & Tsotsos, J. K. 2017. Vision-based fallen person detection for the elderly. CoRR, abs/1707.07608.
- [Esmaeilzadeh 18] Esmaeilzadeh, S., Khebzegga, O., & Moradshahi, M. 2018. Clini-cal Parameters Prediction for Gait Disorder Recognition. arXiv preprint arXiv:1806.04627.
- [高橋 18] 高橋雄太,音田恭宏,藤本まなと,荒川豊: "センサ装着杖を 介した歩行動作検出手法の提案," 情報処理学会論文誌コンシュー マ・デバイス&システム, Vol.8, No.2, pp.43-55, 2018 年 5 月.