

## 歩容認識による転倒検知方法の検討

安井大希<sup>†</sup> 古市卓巳<sup>†</sup> 撫中達司<sup>†</sup> 青木三重子<sup>‡</sup> 豊川絢也<sup>‡</sup> 溝呂木信之<sup>‡</sup>東海大学大学院情報通信学研究科<sup>†</sup>三菱電機 ITソリューションズ株式会社<sup>‡</sup>

## 論文要旨

介護施設においては、日々様々な事故あるいはインシデントが発生している。その中でも、高齢者の転倒事故は、高齢者のその後の生活へ大きな影響を及ぼす。高齢者の転倒原因として、引きずり歩行、小刻み歩行などがあり、歩幅、足上げの高さ、前傾姿勢などにより状態を把握できる。本研究では、介護施設での活用を考え、カメラによって得られる歩容状態の変化をもとに転倒の危険性を判断する方法を検討しており、その内容について報告する。

## 1. 研究背景

介護施設においては、日々様々な事故あるいはインシデントが発生している。その中でも、高齢者の転倒事故が多く発生しており、2017年の介護サービスの利用に係る事故防止に関する調査研究事業<sup>1)</sup>によると約66%が転倒による事故であった。また2021年の高齢社会白書<sup>2)</sup>によれば転倒は介護が必要になった主な原因として13%を占めており、全体で4番目となっている。このことから高齢者の転倒を未然に防止する策が求められている。

## 2. 先行研究

高齢者を対象とした転倒予測の先行研究としては、センサを活用した転倒検知とカメラを活用した転倒検知の2種類の方法がある。機械学習とオントロジー推論を組み合わせた高齢者のFIM採点システムの提案<sup>3)</sup>では、物体センサ、ウェアラブルセンサ、環境センサを体や普段使うものに着けることで、物体の場所、物体の使用状況、物体間の空間的關係を捉え、得られた情報から機械学習とオントロジー推論を組み合わせ、高齢者のFIM採点を行うで、運動量や認知機能を測定するといった方法である。

Video-based Fall Risk Detection System for the Elderly<sup>4)</sup>では、OpenPose<sup>5)</sup>を活用し、目線(角度)、着地時の踵の高さ、地面と接触しているときのつま先の高さ、歩幅、歩行速度の5つの骨格座標を取得し、この情報から機械学習を行うことで転倒危険度を4段階評価する方法である。

## 3. 先行研究での課題

先行研究での課題として、センサの情報から転倒を検知する場合、センサを高齢者が実際に身に着なければならぬため、負担になってしまう問題や物体センサ、ウェアラブルセンサ、環境センサを体や普段使うものすべてにつけなければならず、数多くのセンサが必要になるため、介護施設での活用を想定した場合は現実的ではない。

一方、Video-based Fall Risk Detection System for the Elderly<sup>4)</sup>では、歩く方向、撮影角度が制限項目として決まっていること、通常歩行者を対象としているため、杖を突いている人や、手すりを使って歩く人などが対象になっていないことが挙げられ、実際の介護施設への適用には充分でない。OpenPose<sup>5)</sup>から取得できる5つの骨格座標で転倒原因を判別できるか検証する必要がある。

## 4. 転倒原因

本研究では高齢者の転倒原因として、表1のように、内的要因と外的要因に分けて整理を行った。

内的要因は高齢者の加齢による体の変化や身体的疾患、薬物などが要因になっている。一方、外的要因は段差など実際の施設における環境が要因となっている。

【表1】内的要因と外的要因

内的要因		外的要因	
加齢変化	身体的疾患	薬物	環境
筋力低下 歩行速度 の低下等	歩行障害 目の疾患等	睡眠薬 血管拡張 薬等	段差 障害物 明るさ等

A study of Fall Detection Method by Gait Recognition

<sup>†</sup>Daiki Yasui, Takumi Huruichi, Tatuji Munaka<sup>‡</sup>Aoki Mieko, Toyokawa Junya, Mizorogi Nobuyuki<sup>†</sup>Graduate School of Information and Communication Engineering, Tokai University<sup>‡</sup>Mitsubishi Electric IT Solutions Corp

【表 2】対象者

先行研究	本研究
通常歩行者	通常歩行者
	杖を突いている人
	手すりを使って歩く人
	シルバーカーを利用して歩く人

先行研究では、加齢変化と身体的疾患を対象としているが、加えて、環境を対象にする必要があると考える。

具体的にカメラから取得できる項目として、加齢変化としては、筋力低下、歩行速度の低下、身体的疾患としては、歩行障害、また環境としては、段差の有無や障害物の情報を得られる。

先行研究では通常歩行者の人を対象としているが、実際の施設においては通常歩行者以外の転倒リスクの高い人も対象にすべきである(表 2)。

## 5. 検出方法の提案

(1)歩行の特徴として、転倒原因の内、表 1 の身体的疾患に含まれる歩行障害には、特徴的な 3 つの歩行 ” ひきずり歩行、小刻み歩行、認知症歩行 ” がある。引きずり歩行は足底を床に引きずるように歩くという特徴があり、小刻み歩行は歩幅が小さく、軽度の前傾姿勢をとり、歩行速度が遅いといった特徴がある。さらに認知症は歩幅が小さく、すり足で歩き、前傾姿勢で歩行が不安定という特徴がある。

(2)対象者の区別として、表 2 で示した人を検出する方法を考えた。手すりを使って歩く人は、手の高さ座標が一定であるため、検出可能である。杖を突いている人やシルバーカーを利用して歩く人は、Tensorflow Object Detection API<sup>6)</sup>を活用し、杖やシルバーカーを検知することで検出できる。

環境の検出方法としては、段差では躓かないように足を上げる行動をとるため、普段の足を上げる高さと比較することで検出でき、障害物の場合は、Tensorflow Object Detection API<sup>6)</sup>で障害物を検知することで対策できる。

(3)検出方法として、表 1 の加齢変化に含まれる筋力低下には、姿勢変化と歩幅の低下という特徴がある。この特徴から加齢変化を検知するために、取得すべき骨格座標を表 3 にまとめ、(1)の特徴から 3 つの歩行を判別するためにどのような骨格座標を取得すればよいかを表 4 にまとめた。この際、足を引きずる行為は、片足のみ足を地面に擦っている状態だと考え、すり足は両方の足が上がりず地面に擦っている状態であると考えられるため、区別を行った。

【表 3】加齢変化の検知方法

特徴	検知方法
姿勢変化	目線 (角度)
歩行速度の低下	歩行速度 (m/s)
歩幅の低下	歩幅 (cm)

【表 4】身体的疾患の検知方法

特徴	検知方法
足を引きずる	片足の上り幅 (cm) 膝関節 (角度)
すり足	両足の上り幅 (cm)
歩幅が小さい	歩幅 (cm)
前屈姿勢	目線 (角度)
歩行速度が遅い	歩行速度 (m/s)
歩行が不安定になる	歩行時の体の揺れ (角度)

検知の手順としては、(2)、(3)の順で行う。

## 6. まとめ

まとめとして、介護施設での活用を考えた場合は、加齢変化、身体的疾患、環境それぞれの項目に対応する必要があると考える。また、通常歩行者だけでなく、杖を突いている人や、手すりを使って歩く人などを対象として、転倒リスクの検出をする必要があるため、これらに対応した検出方法の提案を行った。

## 参考文献

- 1) 介護サービスの利用に係る事故防止に関する調査研究事業  
[http://www.kaigo-center.or.jp/report/h29\\_roujinken\\_01\\_20171024.html](http://www.kaigo-center.or.jp/report/h29_roujinken_01_20171024.html)  
(2022年12月閲覧)
- 2) 令和3年版高齢社会白書  
[https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/03pdf\\_index.html](https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/03pdf_index.html)  
(2022年12月閲覧)
- 3) 大石 伸之, 沼尾 雅之, 機械学習とオントロジー推論を組み合わせた高齢者の FIM 採点システムの提案 (2019)
- 4) Hiroaki Kingetsu, Takeshi Konno, Shuji Awai, Daisuke Fukuda, Toshihiro Sonoda, Video-based Fall Risk Detection System for the Elderly (2019)
- 5) Zhe Cao, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh, Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields (2017)
- 6) Tensorflow Object Detection API  
[https://github.com/tensorflow/models/tree/master/research/object\\_detection](https://github.com/tensorflow/models/tree/master/research/object_detection)  
(2022年12月閲覧)