

転倒検知による見守りシステムの実現

鈴木達也 菅谷みどり
芝浦工業大学工学部

1. 研究の背景と目的

現在、高齢者人口が23%を越える超高齢化社会を迎えている。超高齢化社会の問題の中で、自宅における転倒事故がある。転倒事故は、年齢が高くなるにつれて、割合が増加した。「85歳以上」では年間で25.3%が転倒を経験した。また、転倒した際に62.5%の人が何らかの傷を負っている[1]。さらに、高齢者人口が増加する一方で、一人暮らしの高齢者も増加した[2]。一人暮らしの高齢者が家で転倒したとき、身近に誰もいないと、転倒したまま放置してしまう。これは、生命や後遺症の観点から非常に危険である。このことから、高齢者にとって、正確に転倒を検知し、通知することは重要な課題である。既に、ペンダント型の加速度センサーがPHILIPS[3]から提供されている。しかし、この検知方法は、ものを拾う場合や、ペンダント型を落とす場合に誤検知を起こしてしまう可能性がある。

本研究では、高齢者の転倒をできるだけ正確に検知し、通知するシステムを提供することを目的とする。

まず、かがむ動作と、転倒を区別するための手法を提案する。提案手法を実現するために、センサーを用いたシステム的设计と実装を行った。次に、転倒したまま放置されることを防ぐため、メールでの通知システムの実装を行った。最後に手法の有効性を評価した。

2. 研究内容

2.1 システム構成

システム全体図を図1に示した。

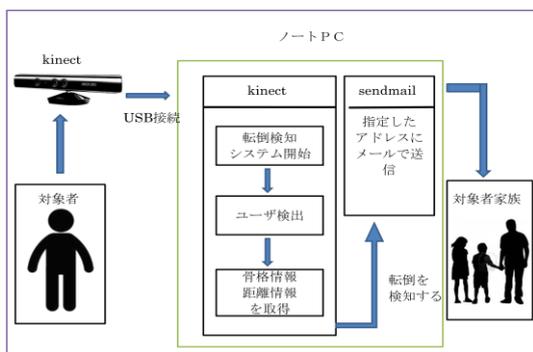


図1. 見守りシステムのシステム構成図

本システムではまず、見守りシステムを実現するために、対象者となる高齢者の転倒を検知するためのセンサーが必要となる。本研究では骨格情報を収集できる

Kinect を用いた。次に、転倒検知を行った後、転倒したことを家族にメールで通知するために sendmail を用いた。これらのシステムは、ロボットの制御を統合するような拡張を考慮し、開発環境をLinux上に構築した。

2.1 システム概要

2.2.1 転倒検知手法

本研究では、対象者の体が床に伏せた状態を転倒とする。対象者の状態をモニタするため、Kinectの距離カメラを使い、対象者の骨格情報をスクリーン座標系(X, Y, Z)(mm)で取得する。取得した骨格情報の中にある頭と両膝のY座標の変化により、転倒を検知する。図2に転倒検知手法のフローチャートを示した。具体的には、対象者の頭の中心をH、右膝の中心をRL、左膝の中心をLLとした時、 $H-RL < TH \wedge H-LL < TH$ を満たす状態”転倒疑い”を”j”、満たしていない状態”転倒していない”を”k”とする。このときjが150回(5秒)カウントされると転倒と判定される。かがむ動作との区別は、jが150回カウントされる前に、kが10回(約0.33秒)カウントされ、jのカウントが0となるため、かがむ動作と転倒の区別ができるものとした。

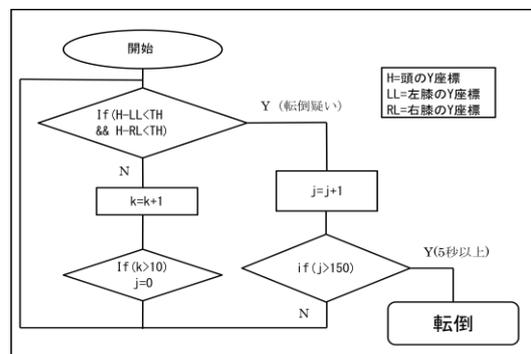


図2. 転倒検知システムのフローチャート

2.2.2 メール通知手法

高齢者が転倒したとき、指定したアドレスに自動でメールを送信する。これにより家族などにメールで知らせる機能を付加した。

2.3 システムの実装

2.3.1 転倒検知システムの実装

本研究では、3Dセンサーのための標準フレームワークであるOpenNIを利用した。OpenNIとはKinectのデバイスをコントロールするDevice部とデータから画像処理を行うMiddleware部を統合して扱うインターフェイスであり、Context, Generator, Metadata, Capacityなどの分類に従い、階層的に利用できるクラスを提供しており、これらのAPIを利用して設計した検知アルゴリズム

をプログラムに実装した。

2.3.2 メール通知システムの実装

メールを送信できるようにするため、sendmail を用いた。転倒検知プログラムの中に、system 関数を用いて sendmail コマンドを呼び出すプログラムを書き込み、メール通知システムの実装を行った。

3. 転倒検知の実験と評価

3.1 目的

2.2.1 に示したアルゴリズムに従って転倒検知が正確に行われるか、そして転倒を検知するのにかかる時間を調べた。また、より正確な転倒検知が行える高さを検討した。

3.2 環境

- ・転倒実験は2mで固定。
- ・被験者の身長は170 cm。
- ・20 cmから80 cmまでの高さを10 cmずつ変更。

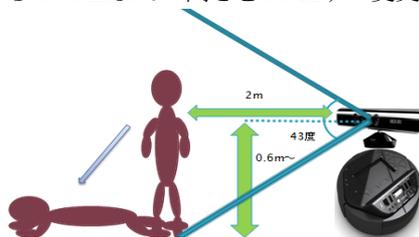


図3. 実験環境

3.3 手法

- ・複数の転倒パターン（前後、左右）を検知対象とした。
- ・対象者が床に伏せた状態になった時から時間を計測した。
- ・転倒検知の評価は以下のとおり。
 - ：検知率（検知/（非検知+検知））
 - ：転倒検知までにかかった時間（10秒を超える場合は非検知とした）

表1. 高さ20cm

*1	*2	*3
前	30%	6.5秒
後ろ	20%	6.9秒
左	50%	5.9秒
右	60%	6.0秒

表2. 高さ40cm

*1	*2	*3
前	50%	6.1秒
後ろ	40%	6.0秒
左	80%	5.4秒
右	70%	5.5秒

表3. 高さ60cm

*1	*2	*3
前	80%	5.4秒
後ろ	70%	5.5秒
左	90%	5.2秒
右	100%	5.1秒

表4. 高さ80cm

*1	*2	*3
前	80%	5.3秒
後ろ	80%	5.5秒
左	100%	5.1秒
右	100%	5.2秒

*1 転倒パターン

*2 転倒回数10回の検知率

*3 転倒検知までにかかった時間10回の平均

3.4 実験の考察

Kinect のカメラに全身が写っていることを条件A、骨

格が重ならず写っていることを条件Bとする。高さが20cmから40cmの場合では、転倒検知率平均52.5%と低かった。これは、条件Aは当てはまっていたが、条件Bが当てはまらなかったため、正確な骨格情報が取得できなかったからであると考えられる。次に、高さ60cmから80cmの場合では、転倒検知率は平均87.5%と高かった。これは、条件A、条件Bの両方が当てはまっていたため、正確に骨格情報が取得されたからと考えられる。

次に、いずれの高さの結果でも、転倒検知率の高い転倒パターンは左右の転倒時きだった。図4より、条件A、条件Bの両方が当てはまりやすいためであると考えられる。また、前後の転倒では、図5より、条件Aが当てはまるが、条件Bが当てはまらにくいため、左右の転倒より転倒検知率が平均して低いと考えられる。

また、かがむ動作をした場合、”転倒疑い”が5秒の間続かないと転倒と判定することがないので、ものを拾うようなかがむ動作と転倒の区別は行うことができた。しかし、かがむ動作を5秒間行う可能性もある。このケースでは転倒と誤検知してしまう。

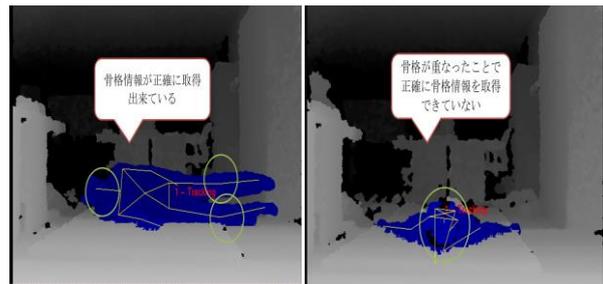


図4. 左右の転倒

図5. 前後の転倒

4. まとめ

高齢者の転倒を検知及び、メール通知するシステムを実装した。複数の転倒パターンで転倒検知実験を行った結果、条件A、条件Bともに満たしたときに転倒検知率が高く、片方でも満たしていない場合には、転倒検知率が低くなることがわかった。

参考文献

- [1]内閣府、高齢化の状況及び高齢社会対策の実施の状況に関する年次報告、2013年
- [2]厚生労働省、国民生活基礎調査、2012年
- [3]PHILIPS: <http://www.hmservice.philips.co.jp/>
- [4]斎藤俊太、宮城英人、中村薫、KINECTforWindows C++編、2012年6月
- [6]中村薫、KINECT センサープログラミング、2011年6月
- [7] simple-openni: <http://code.google.com/p/simple-openni>
- [8]kazmax.zpp.jp <http://kazmax.zpp.jp/cmd/s/sendmail.8.html>