

Kinect を用いた独居高齢者に対する支援の判定

小林守^{†1} 江口正治^{†1} 井上翔太^{†1} 田中美優^{†1} 中村和希^{†1} 榮智徳^{†1}

近年高齢者社会に伴い独居高齢者が増えている。独居高齢者の増加に伴い孤独死の数が増えると予想される。特に独居高齢者は自宅内において転倒などで体が動けないことにより孤独死に至る可能性が高くなる。そのために高齢者に対する支援の質を高めるためにカメラが用いられてきた。カメラを用いた支援では高齢者のプライバシー侵害や暗闇での計測ができないなど課題があった。本報告では、高齢者の骨格を検出できる奥行きカメラ Kinect を用いて高齢者の状態を計測して支援を判断する手法を提案する。本提案により暗闇での独居高齢者に対する状態の判定により支援の質を高めることが可能となる。

Supporting the Elderly People Living Alone with a Kinect Camera in Living Space

MAMORU KOBAYASHI^{†1} SEIGI EGUTI^{†1} SHOTA INOUE^{†1}
MIYU TANAKA^{†1} KZUKI NAKAMURA^{†1} TOMONORI SAKAE^{†1}

Currently, elderly living alone is increasing along with the elderly society. The number of lonely death will increase with the increase of the elderly living alone. In particular, could lead to lonely death in order to not move due to fall at home within the higher the elderly living alone. The camera has been used to enhance the quality of the elderly support. However the camera has a problem of invasion of privacy for the elderly. In this paper, we propose a method to determine the support by measuring the state of the elderly used a depth camera Kinect that can detect the skeleton of the elderly. The proposal is possible to enhance the quality of assistance by determining the state of elderly in darkness.

1. はじめに

近年、高齢者社会に伴い高齢者が増えて、2020年に高齢者(65歳以上)の人口は27.8%になり、女性は緩やかに増えるが、男性は急増すると予測される[1]。特に高齢者のなかでも独居高齢者は、高齢者世帯の1/3世帯になると予測される[2]。また日本の人口は2009年に約1億2,780万人で最大となったが、その後は減少して2060年に高齢者の人口は約38.8%になると予測される[3]。高齢者に対するアンケートによると、高齢者は「一人での活動」、「友人との交流」、「前向きな日常生活」に集約することができると報告されている[4]。「友人との交流」、「前向きな日常生活」の高齢者は、積極的に活動することで高齢者の間で安否の確認を行うことができる。だが「一人での活動」の高齢者は、一人で活動するために行動を把握することが難しくなる[5],[6],[7],[8]。特に高齢者が住居内に引きこもった場合には、安否の確認を行うことができなくなる。そのために転倒などで動けないときには誰にも気づかれないまま死に至る可能性がある。

一般的に高齢者が住居内に居る場所は、居間、寝室、台所、トイレ、風呂になる。高齢者は季節によって居る場所が異なり、夏の季節には居間に居ることが多く、冬の季節には寝室に居ることが多くなる。特に居間は各部屋の交差する場所にあるために、高齢者は長い時間、居間に居ることが多くなる[9]。また高齢者は機敏な動作が出来なくな

るだけではなく、常に「・・・ながら」状態で動くことで居間にあるコード、カーベットのヘリ、リモコンや新聞紙などのわずかな高さでもバランスを崩して転倒する可能性がある[10]。また転倒すると動けないままの状態になり死に至る可能性がある。

高齢者が住居内で転倒して動けなくとも、事前に介護サービスを行う企業と契約を結んでいる場合には、介護していただける[11],[12],[13]。介護サービス企業は高齢者に呼び出し機器を提供して転倒などの障害があったときに、介護支援者に連絡することで緊急時の対応ができる。だが独居高齢者は、特に男性の高齢者は介護サービス企業との契約が無いために転倒などが発生しても第3者の支援を受けることができないために死に至る可能性が高くなる。

近年センサー技術が進展してきている。センサーにはカメラ、Webカメラ、赤外センサー、人感センサー、RFID、接点センサーなどがある[14],[15],[16],[17],[18],[19]。Webカメラを含むカメラでは、高齢者の表情まで監視することができるために高齢者の監視には非常に有効な手段である[14]。だがカメラでは、高齢者のプライバシーを侵害するなどにより高齢者から嫌われている。またカメラは、暗闇のところでは高齢者の行動を正確に検知することが難しくなる課題もある。そのために赤外センサーや人感センサーを用いて高齢者の居場所を特定、あるいは行動を推定する方法がある[15]。また赤外センサーや人感センサーでは、複数の赤外センサーや人感センサーを用いて監視することで高齢者における行動の精度を高めるために方法があ

^{†1} 茨城県立産業技術短期大学校
Ibaraki Prefectural Junior College of Industrial Technology

る。だが赤外センサーや人感センサーでは、高齢者以外の動く物も高齢者として検知してしまう課題がある。そこで赤外センサーや人感センサー以外の方法として高齢者が利用する電気ポットや冷蔵庫などに接点センサーを取り付けることで高齢者の行動や居場所を検知する方法がある[16], [17], [18]。だが電気ポットや冷蔵庫に接点センサーを取り付けるには、接点センサー付き機器を新たに購入する必要がある。だが接点センサー付き機器を購入するためには実現コストが高くなる課題がある。

さらに高齢者の詳細な動きを分析する方法に、高齢者自身に3軸の加速度センサーを取り付けて、高齢者の立つ、座るなどの動きを分析する研究がある[19]。加速度センサーは、xyz軸の3軸データを用いて高齢者における立ったり、座ったりする動きを計測することができる。加速度センサーは、計測した加速度値から距離と時間を求め高齢者の転倒を予測することができる。加速度センサーは、身体に取り付けたときに高齢者の動きを計測することができる。そのために高齢者の行動を束縛することになる。加速度センサーは、常時高齢者の状態を計測する場合には適していないために、身体にセンサーを取り付けない手法で高齢者の動きをより詳しく知る手法が求められる。

高齢者の身体にセンサーを取り付けないで高齢者の行動を計測する方法に対象となる位置の深度を計測できるセンサーにKinectカメラがある[7], [8], [21], [22], [23]。kinectは、赤外線カメラが搭載されて高齢者の骨格位置から動いた距離を求めることができる。そのために複数の赤外センサーや人感センサーを用いて計測する場合より安価に実現することができる。またkinectにはwindows-OS用の開発ソフトウェアが用意されているために高齢者の骨格位置情報を得することができる。また高齢者の行動を正確に計測するために複数のKinectを用いて複数の角度から計測することができる[23]。だが複数のKinectを用いた場合には、計測範囲が重なることでどちらの計測情報を用いるのが良いかが判定しにくくなる。そのために計測場所を制限することで、1台のkinectでも高齢者の位置を計測することが可能となる。

一方高齢者を介護する支援者に関する検討や研究についてあまり見受けられない。高齢者の介護は家族、看護師や介護士の支援によって行われる。だが通常看護師や介護士は、介護認定者を受けた高齢者を対象に支援している。そのために看護師や介護士は、介護を常時必要としない高齢者に対して対象外としている。特に看護師や介護士の人口は、高齢者の数が増加するようには急速に増加することが期待できないために、さらに看護師や介護士の数が不足してくる。また看護師や介護士は、家族、介護医師、要介護者の介護要請に応じた支援計画を立案し計画的に支援している[24]。だが通常は介護支援を必要としない独居高齢者が転倒からなどで動けない場合に介護支援が望必要とな

る。看護師や介護士が不足しているときに独居高齢者が動けないときに看護師や介護士を派遣すべきかどうかを判定する手法が求められる。

本報告では、上記から高齢者のプライバシーを保持して、高齢者の状態を検知して介護支援者を派遣するか否かを判定する手法を提案する。具体的には奥行きカメラ付きKinectを用いて転倒、および動きなしを検知する、また転倒や動きなしではない場合に誤検知する手法を示す。

第2章では対象とする高齢者、および高齢者の行動範囲を示し、第3章では高齢者の検知状態の種類と状態の検知手法を示し、第4章では介護支援者の派遣判定を示し、第5章では提案による実験方法、実験結果とその考察を示し、第6章では本報告のまとめと今後の課題について述べる。

2. 対象の高齢者

2.1 対象高齢者

対称高齢者は、独居高齢者に限定し、かつ定期的な介護支援を受けていない高齢者とする。以下に具体的な高齢者について示す。

- ① 一人暮らし高齢者 (65 歳以上)
- ② 転倒など時に介護支援が必要な者
- ③ 介護支援者が近隣に居ない者
- ④ 要介護支援の対象者になっていない者
- ⑤ 企業等による緊急支援サービスを受けていない者

介護支援対象者ではないが、転倒などが発生したときに、必ず支援が必要な一人暮らしの高齢者を対象とする。

2.2 行動範囲

高齢者は季節によって居る場所が変わることが知られているが、居間は各部屋との交差する場所でもあり、また居間にあるコード、カーペットのヘリ、リモコンや新聞紙などのわずかな高さでバランスを失い転倒することが多くなることから、居間における行動において高齢者の転倒、動きなしの状態と検知する。

3. 高齢者の状態検知

高齢者における転倒などの場所、検知の種類、Kinectから得られる骨格位置情報、検出方法、および誤検知の判定について、以下に示す。

3.1 Kinect の設置場所

高齢者の状態を検知するkinectは、居間の障害物を避けるために、高齢者の頭上より高い位置に設置して、KinectのUSBにてPCに接続する。状態検知の条件はKinectにより骨格位置の追跡ができることである。なお骨格位置を追

跡できないときには状態の検知が不可となる。

以下に Kinect の設置場所について示す。

- ① Kinect は、高齢者の頭頂より上部になる高い場所。
 例えば、160cm~180cm.
- ② 高齢者が転倒しても頭部が検知できる場所。
 例えば、テーブルや椅子等があっても転倒したときに頭部が検知できる場所に設置する。

3.2 Kinect の骨格情報

Kinect は、1 フレームに 20 カ所の骨格位置における xyz 軸の情報を得ることができる。図 1 に Kinect の骨格位置を示す。本研究では、Kinect から骨格の 20 カ所から転倒などで動きの違いが大きく現れる頭(HEAD), また意識的に動かすことができる右手(HAND_RIGHT), および右手首(WRIST_RIGHT)の 3 カ所の情報を用いて転倒、動きなし、誤りの検知を行う。

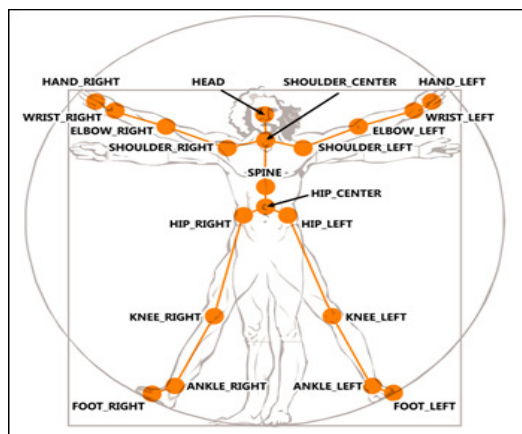


図 1 Kinect の骨格位置

3.2 状態検出の種類

Kinect による高齢者の状態として、転倒と動きなしの 2 種類を考える。以下に高齢者の転倒と動きなしの検知について示す。

3.2.1 転倒の検知

転倒の検知は、Kinect の頭部の x 軸, y 軸, z 軸における位置情報が次の条件を満たしたときに転倒とする。

- y 軸を含む 2 つ以上の軸における変化量が定めた閾値を超えたとき
- 上記以外は、正常動作とみなし、計測を継続する。

3.2.2 動きなしの検知

動きなしの検知は、x 軸, y 軸, z 軸における位置情報が次の条件を満たしたときに動きなしと判定する。

- 頭の骨格情報が 20 分間、動きが 5cm 以下であるとき
- 上記以外は、正常動作とみなし、計測を継続する。

3.3 骨格の状態検出方法

高齢者における状態の検知は、Kinect の骨格情報を用いて実施する。骨格情報は、高齢者の複数骨格における水平方向(x 軸), 垂直方向(y 軸), 奥行き(z 軸)の距離で構成される。この距離の情報は、Kinect からメートル単位の値として送られてくる。以下に高齢者の状態検知フローを図 2 に示す。

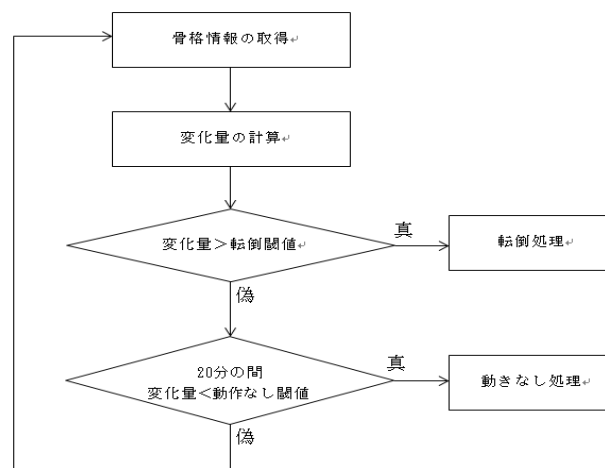


図 2 状態の検知フロー

3.4 Kinect における誤検知

Kinect の情報が正常に検知したとしても、高齢者の転倒、あるいは動きなしであるかどうかの判定の質を上げるために、高齢者自ら右手(右手首)をあげてもらい、Kinect が右手の手首を検知した場合に Kinect による状態の検知の誤りとする。

4. 介護支援者の派遣判定

Kinect による計測から検知した転倒、あるいは動きなしの状態に基づき、高齢者宅に介護支援者を派遣する。ただし Kinect が誤りを検知した場合には介護支援者の派遣を中止して、引き続き高齢者の状態を検知する。

5. 実験

5.1 実験の環境

本実験では、高齢者が居間に居ることを仮定して動作を計測した。なお通常居間にはテーブルや椅子などの障害物がある。そのためにテーブルや椅子など障害物を考慮するために Kinect の取り付けを高さ 180cm に設置して実験を行う。

次に実験に使用した Kinect カメラの仕様は、下記の通りである。

- カメラ性能：

水平視野角:57°, 垂直視野角:43°
 フレームレート:30fps

- 深度センサー取得可能範囲 :
 - Default モード:80cm~400cm
 - Near モード:40cm~300cm
- 開発ツールキット
 - Windows-7, Kinect for Windows

5.2 実験方法

実験は、被験者の頭(HEAD), 右手(HAND_RIGHT), および右手首(WRIST_RIGHT)の骨格情報を時系列に計測して、各骨格情報の転倒、動きなし、および誤りを検知する。

被験者は複数回の転倒を実施し、kinect から得た骨格情報のxyz軸の平均値を求め、この平均値を用いて転倒を検知した。また動きなしと誤りの検知は1回の動きから条件を満たしたときに動きなし、および誤りを検知したとする

5.3 実験結果

実験から転倒、動きなし、誤りについて検知することができた。転倒実験における骨格位置のxyz軸に対する平均値を図3、図4、図5に示す。

5.3.1 左右の転倒

図3に左右に転倒したときの平均値の座標データを示す。図3からz軸の変化量が小さく、x軸とy軸が大きく変化し、x軸の変化量が約140cm、y軸が約120cmであるために左右に転倒したと検知した。

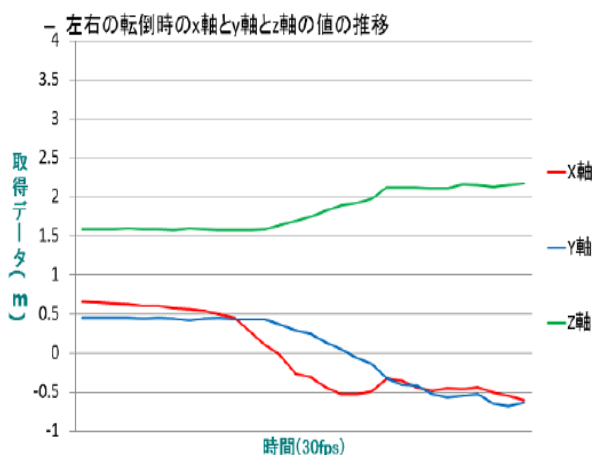


図3 左右の転倒値の平均値のグラフ

5.3.2 前向きの転倒

図4にカメラに向かって倒れ、前向きの転倒したときの平均値の座標データを示す。図4からx軸の変化量が小さく、z軸とy軸が大きく変化し、z軸の変化量が約100cm、y軸が約140cmであるために前向きに転倒したと検知した。

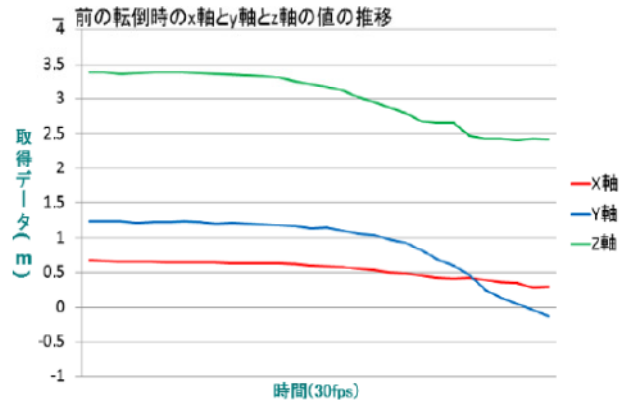


図4 前の転倒値の平均値のグラフ

5.3.3 後ろ向きの転倒

図5に後ろ向きの転倒したときの平均値の座標データを示す。図5からx軸の変化量が小さく、z軸とy軸が大きく変化し、z軸の変化量が約180cm、y軸が約80cmであるために後ろ向きに転倒したと検知した。

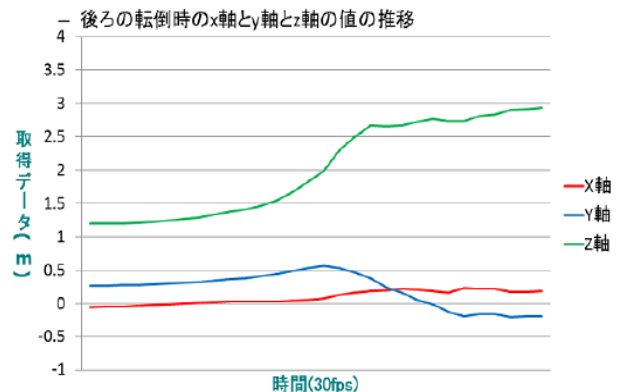


図5 後ろの転倒値の平均値のグラフ

5.3.4 誤り検知の判定

実験の結果、下記の条件が満たされたときに誤って検知したと判定した。

- 右手の位置が頭の骨格情報の位置よりも上にあった。
- 右手の位置が指定時間内にy軸方向に50cm以上の変化があった。

5.4 考察

本実験結果から、複数軸における変化量が閾値を超えたときに転倒したと判定した。特に転倒における実験では、左右に転倒する状態だけでなく前後に転倒する状態も検知することができ転倒の検知範囲を広げることができた。また右手を検知したときに転倒や動きなしを誤って検知したと判定した場合には介護支援者を派遣しないように対応することができた。

今回、被験者として実際の高齢者ではなく20代の若者で、転倒、動きなし、および誤検知の実験を実施した。20代の若者での転倒や動きなしを検知できたが、実際の高齢者による転倒や動きなしの検知は出来ていない。従って実際の高齢者における転倒、動きなしおよび誤検知について実験とその妥当性を検証する必要がある。

6. おわりに

本報告では、独居高齢者が住居内において転倒などで動けなくなったときにKinectを用いて高齢者の状態を検知する手法を提案した。Kinectセンサーでは人の骨格位置を捉えて、頭部位置の移動が閾値より大きく変化したときに転倒したと判定した。また頭部の位置がほとんど変化しないときには動きなし、そして右手をあげることで誤り検知と判定することで介護支援者を派遣するかどうかを判定することを可能とした。

今後は、独協高齢者に対する介護支援の判定の質を高めるために、転倒した時の閾値について、さらに詳細な検討を行う。また手をあげて誤り検知を行う以外に、Kinectが有する音声センサーを用いて誤り検知を行う方法についても検討して介護支援における判定の質を向上させる予定である。

参考文献

1. 国立社会保障・人口問題研究所：日本の高齢者の将来人口，2002年
http://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusyo/h18/H18_hakusyo/h18/html/i3130000.html.
2. 総務省共生社会政策統括官 平成24年度版高齢社会白書
http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2012/zenbun/24pdf_index.html.
3. 国立社会保障・人口問題研究所：日本の高齢者の将来人口，2012年
4. 濱口奈々，朝井大介，阿部伸治，浅野陽子：独居高齢者が抱える主観的問題とその要因，信学技法，vol.111，no.464，HCS2011-86，pp.105-111，2012年3月。
5. 青木茂樹，大西正輝，小島篤博，福永邦雄：独居高齢者の行動パターンに注目した非日常状態の件検出，電学編，E，125巻6号，pp.259-265，2005。
6. 福永龍之介，関弘和：オプティカルフロー情報を用いた独居高齢者の異常行動判別システム，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会講演論文集(CD-ROM) 巻2012，ROMBUN NO. 1A2-P09，2012。
7. 岩澤雄太，川澄正史，小山裕徳：行動モデルを用いた独居高齢者見守りシステムの提案，生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会講演論文集(CD-ROM)，ROMBUN NO. GS2-2-3，2012。
8. 矢島岐将，岩澤雄太，内田貴大，川澄正史，小山裕徳：行動モデルを用いた独居高齢者見守りシステムに関する研究，日本人間工学会関東支部第42回大会，埼玉県立大学，pp.54-55，2012。
9. 品川佳満，岸本俊夫，太田茂：季節変動に着目した独居高齢者の在宅行動データの解析，川崎医療福祉学会誌，Vol. 16，No. 1，pp.121-128，2006。
10. NHK ためしてガッテン，40代からすでに危険！転倒死をホントに防ぐ，Nov，2012。
<http://www9.nhk.or.jp/gatten/archives/P20121205.html>.
11. 大阪ガスセキュリティサービス おまもりコール
<http://www.oss-og.co.jp/service/omamori/index.html>
12. セコム ココセコム
<http://www.855756.com/aged/index.html>.
13. フィリップス 緊急通報サース
<http://www.hmservice.philips.co.jp/check/>
14. 小安雄一，廣瀬明：人物の各部位の動き情報に基づく異常動作検出システム，電子情報通信学会，NC2004-131，pp. 37-42，2005。
15. 品川佳満，岸本俊夫，太田茂：，赤外線センサーの向応答時間を利用した自動緊急通報アルゴリズムの開発，川崎医療福祉学会誌，Vol. 15，No. 2，pp. 205-218，2012。
16. 石田和生，廣澤一輝，田村美保子，甲斐正義：家電の利用状況モニタリングによる独居者安否見守りシステム(1)：全体概要と基本コンセプト，情報科学技術フォーラム講演論文集，Vo. 9，No. 4，PP. 539-540，2010。
17. 廣澤一輝，田村美保子，石田和生，甲斐正義：家電の利用状況モニタリングによる独居者安否見守りシステム(2)：安否判断のためのガイドライン，情報科学技術フォーラム講演論文集，Vo. 9，No. 4，PP. 541-542，2010。
18. 田村美保子，廣澤一輝，石田和生，甲斐正義：家電の利用状況モニタリングによる独居者安否見守りシステム(3)：実証実験と今後の課題，情報科学技術フォーラム講演論文集，Vo. 9，No. 4，PP. 543-544，2010。
19. 象印 みまもりほっとライン i-POT
<http://www.mimamori.net/index.html>
20. 津田麻衣，玉井森彦，安本慶一：居室行動のセンシングに基づく独居高齢者を対象とした見守りシステムの提案，情報処理学会誌，May.23，2013。
21. 佐藤裕一，洪沢進：6軸無線ハイブリッドセンサを用いた高齢者の日常生活動作の計測と分析，信学技報，HCGシンポジウム2010，2010。
22. 黒澤瞬，洪沢進：深度センサーによる高齢者の見守りシステム，信学技報，vol. 112，no. 474，MVE2012-98，pp. 17-22，2013。
23. 武田勇馬，黄宏軒，川越恭二：複数 Kinect を用いた室内の独居高齢者における位置推定手法，The 27th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence，4D1-7，2013。
24. 伊達浩，松尾徳朗：在宅介護における効率的な能力別介護者割当メカニズム，情報処理学会全国大会講演論文集，巻70th，号4，pp.4.587-4.588，2008。