

転倒に伴う危険認識のためのセンサーフュージョン方式に関する研究

A study about the sensor fusion method to recognize dangerous situation with the fall

二井田 豊†
Yutaka Niida

平山 正治†
Masaharu Hirayama

1. まえがき

本研究は、高齢者が転倒した際の危険状況を正しく認識するために、振動センサによって計測された床に伝わる振動、動きセンサによって計測された領域内の物体の動き、光センサによって計測された明るさ、および赤外線センサによって計測された前方物体の有無などの各種センサ情報を統合するセンサーフュージョン方式に関する研究である。以下では上記のセンサーフュージョン方式に関する試作実験と評価について述べる。

2. 背景

現在、65歳以上の高齢者の人口の割合は、2005年の段階で全体の20%、2025年には30%にも達し、高齢者の事故は今後増加すると予測される[1]。高齢者の事故の発生場所は、住居内が全体の43%と最も多く、発生した事故の73%は高齢者が一人の時に発生している。しかし、高齢者の半数以上は金銭面、意欲低下などの理由から、住居のリホームを望んでいない[2]。

一人暮らし高齢者の安全を高めるために、現在以下に示すいくつかのサービスが行われている。

- i-POT (ZOJIRUSHI) : ポットの利用状況を携帯電話のメールで家族に送信するサービス[3]
- みまもりネット (松下電工) : 自宅内に人感センサを設置して高齢者の行動状況をメールで家族に送信するサービス[4]

これらのシステムでは何らかの状況報告を受け取っている間は、高齢者は安全だと推測するものである。しかし、高齢者が転倒して、身動きできない危険状況に置かれていることを正確に認識するのは困難であり、そのまま死に至るという不幸な事故も予想される。一方、高齢者の自宅内にTVカメラを設置し常時監視することも考えられるが、画像認識の複雑さとプライバシーの問題から実用化されていないのが現状である。そこで著者は、一人暮らしの高齢者が自宅内で転倒し、身動きできない危険状況を認識するために、「振動」、「動き」、「光」、「赤外線」等の各種センサの特徴を活かしたセンサーフュージョン方式が有効ではないかと考えた。

3. 危険認識のためのセンサーフュージョン方式の提案

3.1 センサーフュージョン方式の概要

センサーフュージョン方式の概要を図1に示す。本方式では、1) 各種センサを最大限活かせる状況にセンサを設置し、これらのセンサ情報をパソコンに入力する、2) 入力される各種センサ情報により、住居内の高齢者の動き、

転倒、身動きできない状況などを検知する、3) これらの検知結果を統合し、高齢者の危険状況を認識する。

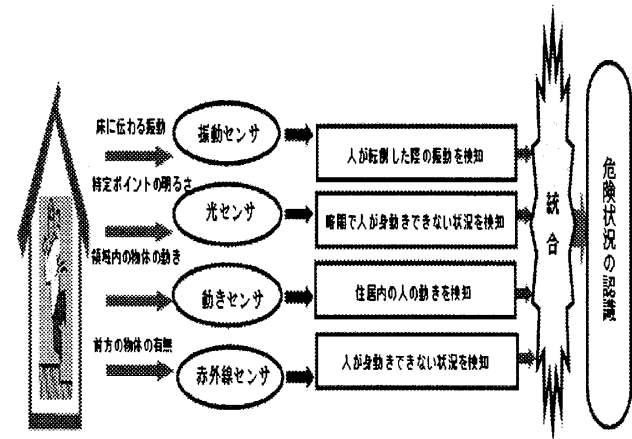


図1: センサーフュージョン方式の概要図

本センサーフュージョン方式で使用するセンサとその仕様を表1に示す。

表1: 使用するセンサ

センサの種類	仕様
振動センサ	圧電型、0~1000Pcまでの電荷量の計測が可能
赤外線センサ	前方200cmまでの物体の有無の計測が可能
光センサ	0~1000LUXまでの輝度の計測が可能
動きセンサ	微動検出タイプ、検出エリア: 縦1.5m 横2m

4. 試作実験、考察

4.1 センサの設置、判定条件

今回のセンサーフュージョン方式に関する試作実験では、自宅内で最も転倒事故が発生しやすい数居周辺に上記のセンサを設置して実験を行った。[2] 図2に各センサの設置位置を示す。また、各種センサからの検知情報を統合する危険状況の認識方法を図3に示す。図3における判断基準を以下に示す。①振動検知: 振動センサにより上下40Pc以上の振動が検知されなければ「C, 安全状況」と判断する。②動き検知: 動きセンサのセンシング領域内に留まる人の動きが検知されなければ「C, 安全状況」と判断する。③明るさ判断: 光センサにより明るさを判断する。④数居内物体検出: 光センサにより60Lux以下の明るさが5秒間継続した時、「A, 数居内に体の一部がある危険状態」と判断する。5秒間継続しなければ「B, 数居内に体の一部がない危

†大阪工業大学大学院 情報科学研究科

険状態」と判断する。⑤敷居内物体検出：赤外線センサにより前方物体の検出が5秒間継続した時、「A、敷居内に体の一部がある危険状態」と判断する。5秒間継続

しなければ「B、敷居内に体の一部がない危険状態」と判断する。

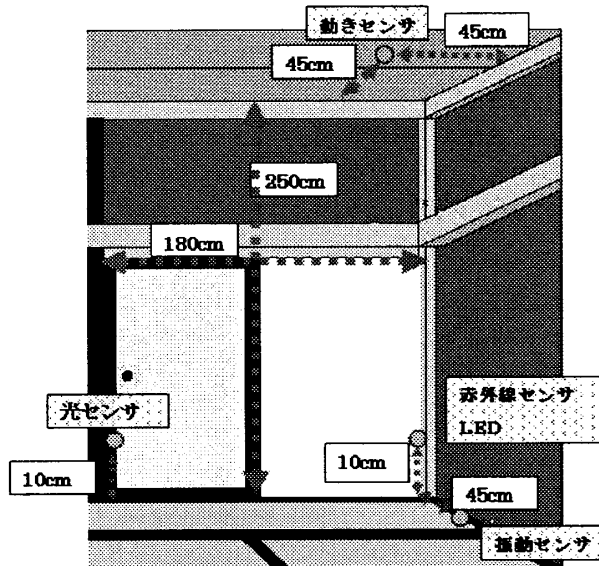


図2：センサの設置位置

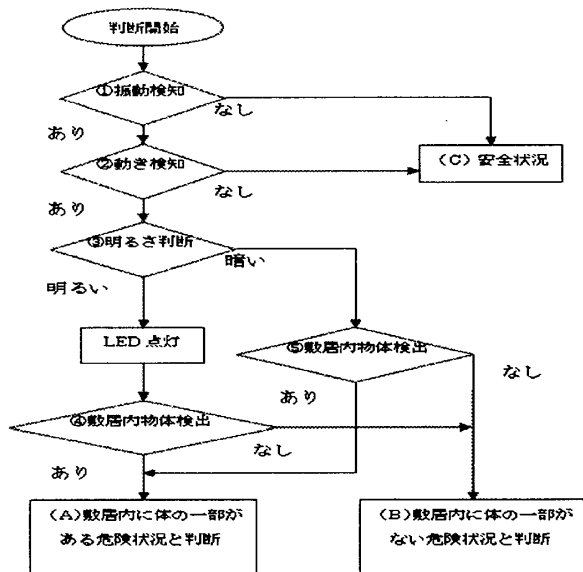


図3：危険状況の認識方法

4.2 実験

以下の表2に、今回の実験で評価した自宅内での人の行動（危険行動3種、安全行動3種）を示す。膝または手から転倒（危険行動1、2）する時は敷居に体の一部が敷居内に残り、飛んで転倒（危険行動3）する時は敷居に体が敷居内に残らない実験を行った。また、歩く、走る、杖を持って歩く（安全行動4～6）は、それぞれの動作で敷居を横切る実験を行った。表2に示したこれらの行動に対して各20回実験を行った。さらに、自宅の中が明るい状況（200LUX以下）と暗い状況（200LUX以上）とに分けて実験

を繰り返した。

行動の種類	危険/安全	認識結果
1 膝から転倒	危険行動	A
2 手から転倒	危険行動	A
3 飛んで転倒	危険行動	B
4 歩く	安全行動	C
5 走る	安全行動	C
6 杖を持って歩く	安全行動	C

表2：自宅内での人の行動

4.3 結果と考察

各20回の実験に対して正しく認識した割合を以下の表3に示す。この結果から明るい状況、暗い状況どちらの状況下でも高い認識率で自宅内での人の行動を認識できることが示された。危険行動1～3の場合に明るい状況下と暗い状況下で認識率に10%程度の差が現れている。これは、光センサに比べ赤外線センサは、センシングエリアが狭いため認識率が低下したためと考えられる。また、飛んで転倒においては、同じ転倒でも転倒した場所によって振動センサが上下40Pc以上の振動を検知することができなかったため認識率が低下したと考えられる。

表3：実験結果

行動の種類	明るい状況での認識率	暗い状況での認識率
1 膝から転倒	90%	100%
2 手から転倒	95%	100%
3 飛んで転倒	80%	80%
4 歩く	100%	100%
5 走る	100%	100%
6 杖を持って歩く	100%	100%

5. まとめ

本稿では各センサからの計測情報を統合させて危険状況を認識するセンサーフュージョン方式について実験と評価について述べた。今後3章で示したセンサーフュージョン方式について、実際におこりうる様々な環境を想定した実験を行い、いかなる状況下でも転倒して身動きできない危険状況と正確に認識できるセンサーフュージョン方式を確立させる予定である。

参考文献

- [1]厚生労働省：平成19年度版 厚生労働白書、
<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2007/gaiyou/html/jgl10000.html>
- [2]東京くらしWEB
http://www.anzen.metro.tokyo.jp/pdf/senior_home.pdf#search=高齢者%20事故%20ランキング
- [3]象印マホービン株式会社：みまもりねっと、
<http://www.mimamori.net/service/03.html>
- [4]松下電工：みまもりネット、
<http://www.mewloc.jp/mimamori/>