

腰回りの加速度及び角速度測定による転倒検知

1. 緒言

高齢者が要介護となる原因の1つとして転倒による骨折が挙げられる。加齢に伴う運動機能の低下、また骨密度の低下により転倒により大きな事故につながりやすい。そこで転倒時の運動を観察し、転倒を予測できるのならば機械的な補助が可能になり、事故を防げると考える。

先行研究で求められた加速度、角速度変化を用いた転倒検知の閾値を使用し(1)、実験を行った。画像による転倒判断基準を加えそれにより検知率が変わるか確認を行った。さらに性差と歩行速度による転倒時の加速度、角速度の影響に着目するべく歩行速度を決めた実験も行い検知率を確かめた。

2. 実験方法

2.1 測定方法

転倒実験では、加速度・角速度センサ（MicroStone MVP-RF8-AC）を1個使用し、転倒時の動きを測定した。センサは被験者の腰に装着し、測定を行った。

被験者には右足の先に紐を結びつけてある靴を履いてもらい、安全マット上で5mの直線路を歩行するよう教示を行った。実験者は後方から右足を上げる瞬間に紐を止める事で、被験者の足先は紐に動きを止められることでバランスを崩し、躓き転倒させる事とした。

2.2 実験内容

実験1は何も着けない健常時と高齢者体験教材を着けた高齢者再現時に分け、歩行速度を決めずに実験を行った。被験者は20代男性3名とし1名につき各3回測定し合計9回行った。実験1の結果で歩行速度により、加速度の大きさに違いが出たため、各年代の歩行速度に従い実験を行い検知率の違いを見た。実験1と同じ条件で20代と高齢者（60-80代）の歩行速度(2)に分けそれぞれ被験者は20代男性3名とした。1名につき3回の転倒を測定し、合計9回行った。

実験3では性別による違いを見るために被験者は20代女性5名とし1名につき3回の転倒を測定し、合計15回行った。

2.3 転倒判断

先行研究より転倒判断として加速度、角速度の閾値(Fall Sign)を決定した。Fall Signは加速度が $+6[m/s^2]$ 、x軸方向の角速度が $+100[deg/s]$ 、y軸方向の角速度が $\pm 80[deg/s]$ これら全ての値を越えている時をFall Signとした。加速度・角速度センサによって求められる各方向の加速度から三平方の定理式より加速度の大きさを算出した。画像判断ではFall sign検出時に動画にて、被験者の両足の midpoint を始点とし線を引き、腰がその線を越えていない事を条件とした。これは機械的補助にエアバックを想定した場合展開時間に0.25[s]必要である。この時間を確保できているかの基準として設けた。

3. 実験結果

実験1の通常時の加速度、角速度のグラフを図1に一例として示す。

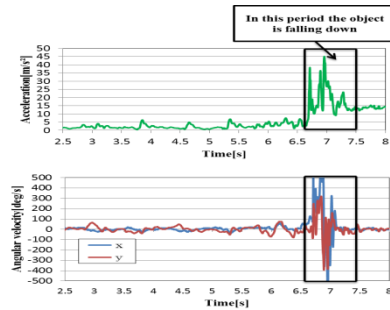


図1 Acceleration and angular velocity of lower back1

図1では6.25[s]で転倒を検知している。高齢者体験教材を着用した場合、加速度、角速度が小さくなった。

歩行速度を決めてない場合と比べ全体的に転倒動作時の加速度、角速度の変化が大きく見られた。

性差を見た実験では、男性被験者と比べ転倒動作時の加速度、角速度が小さく、Fall Sign 検知してから地面に設置するまでの時間が短い傾向が見られた。

4. 転倒検知

表1 各実験の転倒検知率

被験者	転倒検知率	被験者	転倒検知率
20代男性 健常者 (歩行速度指定なし)	88.9%	20代男性 健常者 (歩行速度指定)	100.0%
20代男性 高齢者再現 (歩行速度指定なし)	55.6%	20代男性 高齢者再現 (歩行速度指定)	88.9%
20代女性 (歩行速度指定)	93.3%		

各実験の転倒検知率を上記の表1に示した。高齢者体験教材を使用し実験を行うと加速度、角速度が小さくなり検知率が下がる傾向が見られた。歩行速度に着目し、実験を行ったところ検知率が向上した。

5. 結言

本実験では先行研究のFall Signに加え画像による判定方法を取り入れた為検知率は下がったが、転倒した際の事故防止の精度が上がったと考える。実験1と実験2の結果より加速度、角速度による転倒検知は歩行速度が大きく関係していると考え、歩行速度別によるFall Signを決定することにより検知率が向上すると考える。そのため歩行速度に合わせたFall Signを決定することで、転倒事故防止精度が向上すると考える。

参考文献

- (1) 真辺良祐：肢体の加速度計測による転倒予測,(2011).
- (2) 山崎昌廣・佐藤陽彦:J.Anthrop. Sos. Nippon 人類史 98(4): 385-401(1990)
- (3) 漆畑俊哉：バランス能力の因子構造に及ぼす加齢の影響 (2010)