

肢体の加速度測定による転倒予測

Falling prediction based on body acceleration

○ 真辺良祐 (高知工科大学) 王碩玉 (高知工科大学) 姜銀来 (高知工科大学)

Ryosuke MANABE, Kochi University of Technology
 Shuoyu WANG, Kochi University of Technology
 Yinlai JIANG, Kochi University of Technology

Abstract: Falling is one of the major threats to the health of the elderly. If the sign of falling can be detected before falling, falling can be predicted and action can be conducted to prevent falling or reduce the damage of falling. In this paper, we measured the acceleration and angular velocity of neck, lower abdomen and knees during falling. The acceleration of neck, lower abdomen and knees changed significantly before falling. The experiment results suggest that falling is predictable.

Key Words: Falling prediction, Acceleration, Angular velocity

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(1)。高齢者の転倒は、バランス感覚や認識能力と反応速度の低下が大きく関係しており、バランス能力改善のための運動が転倒予防に効果的である事が示されている。また、転倒事故が発生しても、骨折等の身体障害に繋がらないためには、機械による助けが有効であると考えられる。もし力学的立場から、歩行状態から転倒状態への推移時に表われる特異的な姿勢変化を検出する事ができたならば、不安定な状態から定常の歩行状態へと復帰させる事や、転倒時の衝撃を軽減する装置の開発が可能になると考えられる。前回の発表では加速度の変化より95%の転倒検知に成功した、しかし、転倒以外の動作でも誤って検知してしまう可能性が生じた(2)。そこで本研究では、歩行状態から転倒状態に推移する際の特異的な姿勢変化 (Fall Sign) を検出する。そのために、加速度センサーを用いて定常状態から転倒状態に移る際の肢体の各部位の加速度と角速度の変化を測定し、Fall Sign の抽出を行う。そして、抽出した Fall Sign より転倒の検出を行う。

2. 実験方法

2-1 測定方法

転倒実験では、加速度センサー(MVP-RF8, MicroStone)を3個使用し、Fig. 1に示す様に首・下腹部・右膝に加速度センサーを装着し歩行から足が躓き、転倒時の加速度の変化計測を行った。加速度センサーはサンプリング周期 5[ms]である。加速度と角速度を測定する方向は、Fig. 1に示す様に直立状態における左右方向(x方向)・上下方向(y方向)・前後方向(z方向)とし、被験者の姿勢に対して相対的な座標とした。

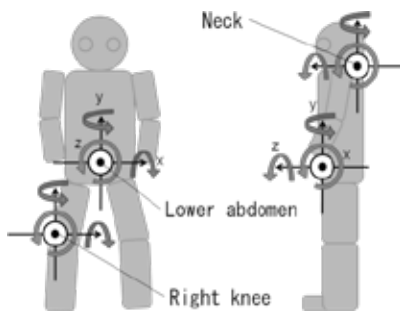


Fig. 1 Sensor position and coordinates

転倒実験では、被験者の両足先に紐を結び、安全マット上である5mの直線路を歩行するよう指示を行った。実験

者はランダムで後方から左右どちらかの紐を止める事で、被験者の足先は紐に当たりバランスを崩し、躓き転倒させる事とした。実験には5名の被験者とした。1名につき、右足躓き転倒4回、左足躓き転倒4回、計8回の測定を行った。

2-2 計算方法

各方向の加速度は三平方の定理[1]式より加速度の大きさを求め解析を行った。

$$\alpha = \sqrt{\alpha_x^2 + \alpha_y^2 + \alpha_z^2} \quad [1]$$

α : Acceleration

α_x : Acceleration of a x direction

α_y : Acceleration of a y direction

α_z : Acceleration of a z direction

3. 実験結果

定常の歩行から左足が躓き転倒状態に推移する際の各部位に装着したセンサーの角速度と加速度の大きさを Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 に一例として示す。この時、約2.7秒に転倒を始めている。

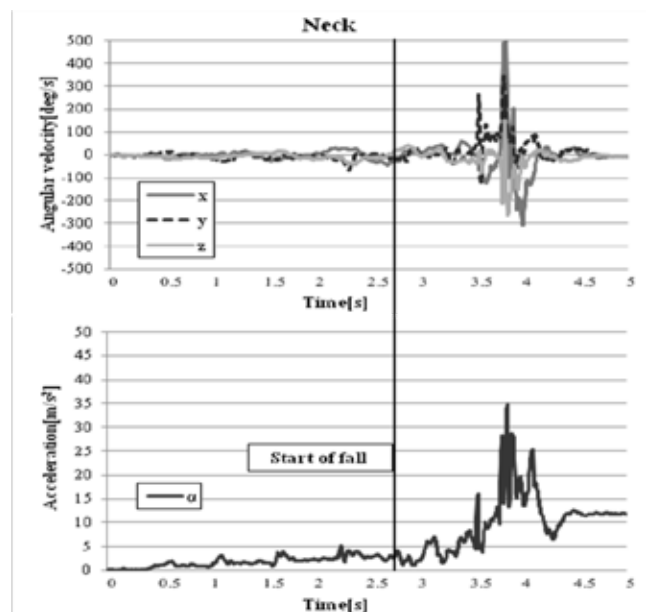


Fig. 2 Acceleration and angular velocity of neck

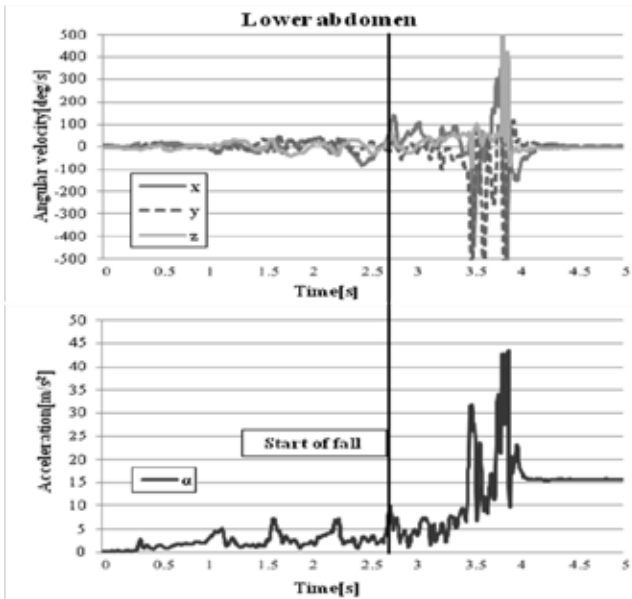


Fig. 3 Acceleration and angular velocity of lower abdomen

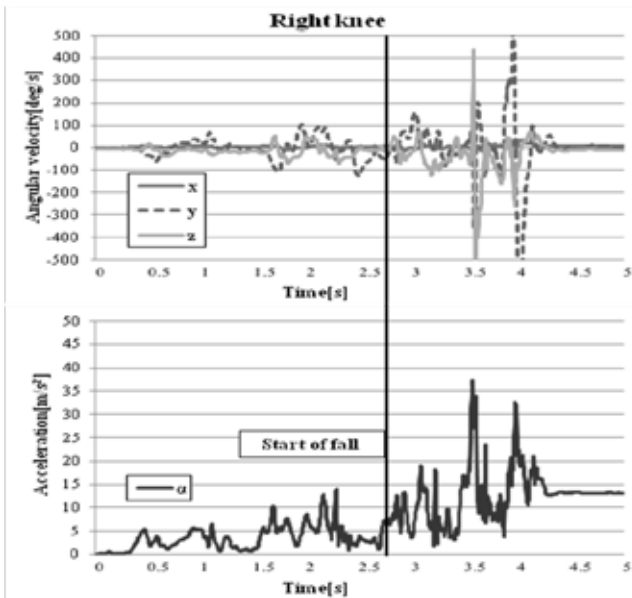


Fig. 4 Acceleration and angular velocity of right knee

転倒開始時の角速度と加速度の大きさを各部位で比べた。首からは転倒開始時より少し後に特徴的な加速度変化が見られたが角速度には変化は見られなかった。下腹部と右膝のデータからは両方に大きな変化が見られた。しかし、右膝は定常の歩行時から変化が大きく、データにもばらつきがあり、転倒開始時の判断が困難であった。そこで、下腹部に着目し、転倒の検知を行う。

4. 転倒検知

下腹部の角速度に着目すると、Fig. 3 の様に転倒開始時に x 軸に+100[deg/s]以上、他の測定結果では Fig. 5 の様に y 軸に-80[deg/s]以下の角速度を測定した。そして Fig. 3, Fig. 5 とともに加速度の大きさは+5[m/s²]以上の値を測定した。これより、Fall Sign を下腹部の角速度が x 軸に+100[deg/s]以上または y 軸に±80[deg/s]以上、さらに加速度の大きさが+5[m/s²]以上であった場合を Fall Sign と決し、転倒の検知を行った。その結果、計測数 40 回中 39 回は転倒開始近辺で検知行う事ができ、検知率は 97.5%となった。2.5%の検知に失敗した理由として転倒開始時に加速度変化が見られたが、Fall Sign の値に達していない事が要因であった。

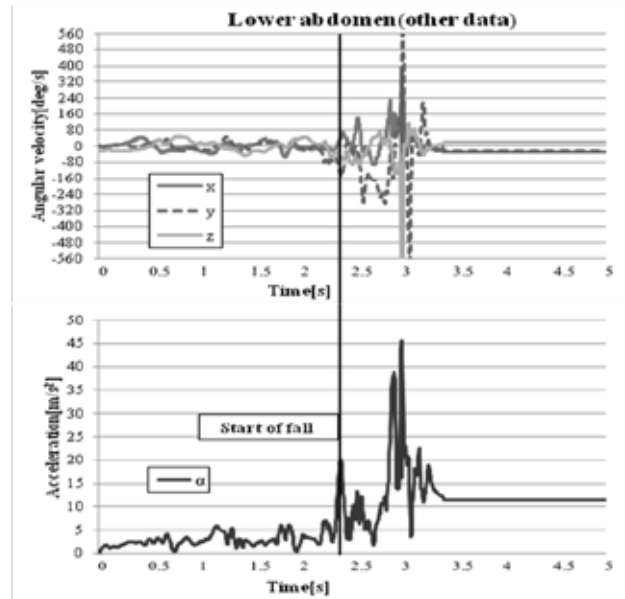


Fig. 5 Acceleration and angular velocity of lower abdomen

定めた Fall Sign が他の動作を誤検知してしまわないか実験を行った。方法として行った動作は、階段を上がる動作と下る動作、それから、しゃがむ動作、そしてお辞儀の4動作である。この中で最も転倒開始時に近い値を出力したのが階段を下る動作であった。しかし、Fig. 6 に示す様に加速度の大きさは+5[m/s²]以上であったが、角速度は x 軸に+100[deg/s]以上または y 軸に±80[deg/s]以上を満たしておらず、誤検知する事はなかった。

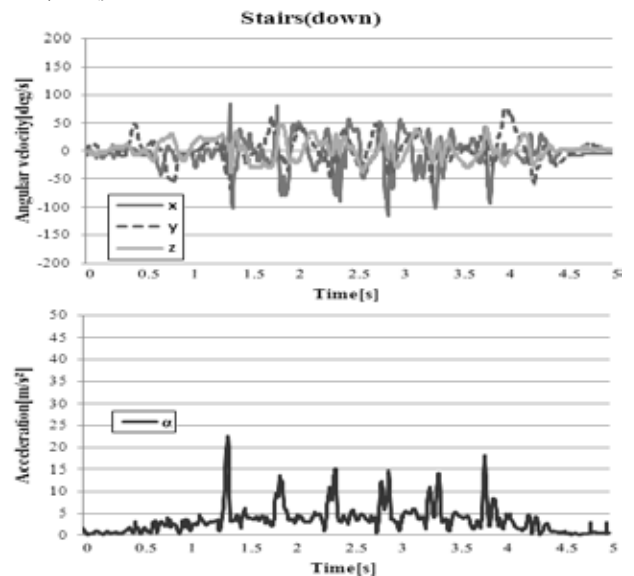


Fig. 6 Angular and angular velocity during downstairs

5. 結言

本研究では肢体の各部位から転倒開始時の加速度を測定し、測定データより Fall Sign を決定し、転倒開始の検知を行った。その結果、97.5%の精度で転倒開始の検知を行う事ができた。そして、階段を下る動作などでも転倒と誤検知しない事が確認できた。今後、他の動作に誤検知しないかさらに検証し、100%の転倒検知成功率を目指す。

参考文献

- (1) 武藤芳照：転倒予防医学百科，日本医事新報社，2-6，60-63,2008.
- (2) 真辺良祐：肢体の加速度計測による転倒予測，2011.