

歩行時におけるヒューノイドロボットの転倒回避に関する研究

情報科学科 村島 拓磨

指導教員：小林 邦和

1 はじめに

近年のロボット技術は発展し続けている．とくにヒューノイドロボットは二足二腕を有しており構造的に人間と似ているため，人間が作業困難である場所での作業や人手不足の解消につながる事が期待できる．人間は生活していくために歩行動作を行う．歩行動作は人間の場合でも転倒の可能性があるため，ロボットの場合も転倒の可能性を考慮しなければならない．

現在，Matsubara らのヒューノイドロボットの強化学習を用いた転倒回避行動の研究 [1]，明神らの時間制約が厳しい場合の踏み出し動作による転倒回避 [2] のように二足歩行ロボットの歩行に関する研究は数多く存在する．

本研究では，ヒューノイドロボットによる歩行動作中の転倒回避を行う．ヒューノイドロボットの転倒では，破損や故障の原因や周囲への被害が想定されるため転倒を回避することが理想とされる．転倒を回避できない場合は転倒時の被害を軽減することを考えることが最適であるが，本研究では転倒の回避のみを対象とする．

2 提案手法

本研究では図 1 に示す転倒回避システムを提案する．

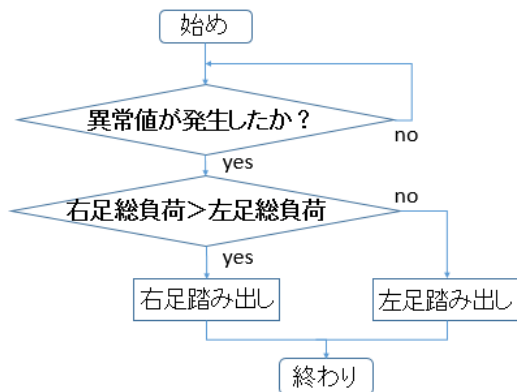


図 1 転倒回避システムのフローチャート

転倒回避システムは歩行動作中に常に姿勢を確認する必要があるため，安定状態から不安定状態へ遷移する際の基準値が必要となる．本研究では，表 1 のパラメータを転倒の前兆の基準値として使用する．

表 1 基準のパラメータ

種類	前方	後方
加速度 (前後)	$5.0m/s^2$	$5.0m/s^2$
角度 (ピッチ)	15°	15°

転倒の前兆を検知するため，加速度と角度の二つのセンサーの値を使用する．加速度のみを使用した場合には等速で転倒する際の前兆を検知できなくなり，角度のみを使用した場合には速すぎる転倒の前兆を検知した際に回避行動が間に合わずに転倒してしまう．そのため，加速度と角度を使用する．

踏み出し動作はあらかじめ決まった動作を作成しておく．転倒の前兆を検知した際にその動作へ遷移させることで踏み出し動作による転倒回避を行う．

3 実機実験

歩行動作中のロボットに外乱を与えて不安定状態にさせることで転倒回避の実験を行った (図 2,3)．

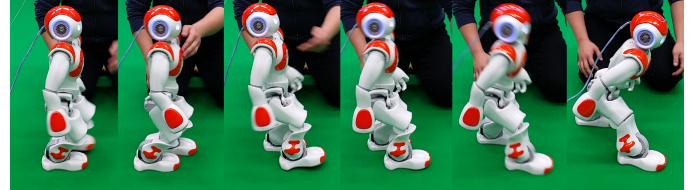


図 2 実験風景：NAO に前方から外乱を加えた場合

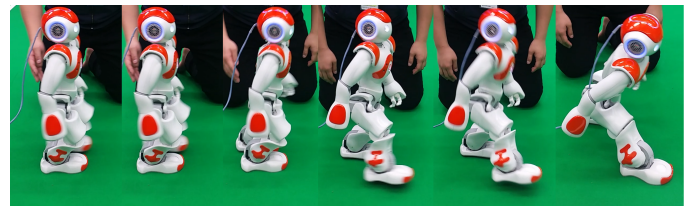


図 3 実験風景：NAO に後方から外乱を加えた場合

ロボットの胸部に前方，後方から安定した状態を崩すために手で前後に外乱を加え，転倒回避実験を前後 15 回ずつ計 30 回行った．結果は表 2 のようになった．

表 2 外乱を前後から各 15 回与えた転倒回避の結果

		前方からの外乱	後方からの外乱
結果	成功	3 回	6 回
	失敗	12 回	9 回
転倒方向	前方	7 回	7 回
	後方	8 回	8 回
踏み出し足	右	6 回	9 回
	左	9 回	6 回
判別方法	加速度	12 回	15 回
	角度	3 回	0 回

表 2 から，前方から外乱を受けたときよりも後方から外乱を受けたときの転倒回避率が高いことがわかる．結果として，転倒回避の成功率は決して高くはないが転倒回避が可能であることが確認できた．

4 まとめ

本研究ではヒューノイドロボットの転倒回避の手法について提案した．提案手法を用いることで転倒を回避することが可能であること確認できた．

参考文献

- [1] T.Matsubara, J.Morimoto, J.Nakanishi, S.Hyon, J.G.Hale and G.Cheng: "Learning to acquire whole-body humanoid com movements to achieve dynamic tasks," IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.2688-2693, 2007.
- [2] 明神智也, 近野敦, 内山勝 (2008) 「時間制約が厳しい状況におけるヒューノイドロボットの転倒回避」電子情報通信学会技術研究報告. MBE, ME とバイオサイバネティクス 98(94), 101-108.