

人間操作者のモーションを模倣する ロボットモーションの視覚制御システムの開発

町田 志穂[†][†] 中央大学大学院理工学研究科情報工学専攻鈴木 寿^{††}^{††} 中央大学理工学部情報工学科

1. はじめに

人型二足歩行ロボットは多くの自由度を有するため、すべての関節を個別に直接操作することは極めて困難である。ロボットの直感的な操作方法として操作者とロボットの動作を協調させるマスタースレーブシステム[1][2]が研究されているが、操作者とロボットの構造の運動学的、動力学的な違いからロボットの構造に合わせた動作が要求されるため操作に慣れが必要である。より簡便な代替法として本研究はロボットに操作者のモーションを模倣させ、習熟度の低い操作者でも直感的に操作できる制御方式を提案する。本稿では操作者のモーシオン認識とロボットのモーシオン生成の手法を提案し、ロボットのモーシオン生成の実験結果について述べる。

2. 操作者のモーシオン認識

モーシオンを早期認識し、ロボットのモーシオンが操作者のモーシオンよりも早く終了するように制御することによって、タイムラグのないロボットの操作を実現する。操作者のモーシオンの部分パターン認識には頭、肘、手、膝、足、体の重心の3次元座標を利用する。各関節の体の重心からの相対位置を特徴ベクトルとし、 k -means法により量子化された姿勢ラベルの系列を隠れマルコフモデルを用いて学習、認識する。

3. ロボットのモーシオン制御

ロボットのモーシオンは角速度変化が最小となるモーシオンを作成し、滑らかなだけでなく、なるべく力をかけない動作を実現する。エンドエフェクタの任意の軌道に対し、逆運動を用いて各関節の角度軌道を算出し、角速度の符号が反転する点や角速度変化の大きな点を求め、モーシオンの中間点とする。この中間点を通り、モーシオン全体の角速度変化が最小となるような角度軌道を角速度変化最小モデル[3]を用いて算出する。関節の角度を θ 、運動時間を T としたとき以下の評価関数が最小となるような角度軌道を算出する。

$$E = \int_0^T \left(\frac{d^2\theta}{dt^2} \right) dt. \quad (1)$$

4. ロボットモーシオンの生成実験

ロボットに片手で円を描かせるモーシオン(Draw circle)と前に出した片足を地面と平行に後ろに下げるモーシオン(Slide foot)を生成し、各モータの角度軌道を確認した。Draw circleの結果を図2に、Slide footの結果

を図3に示す。それぞれ角度変化の特徴的な点をピークとしたベル型の曲線を組み合わせたとような軌道が得られ、角速度変化の小さな角度軌道を実現できた。

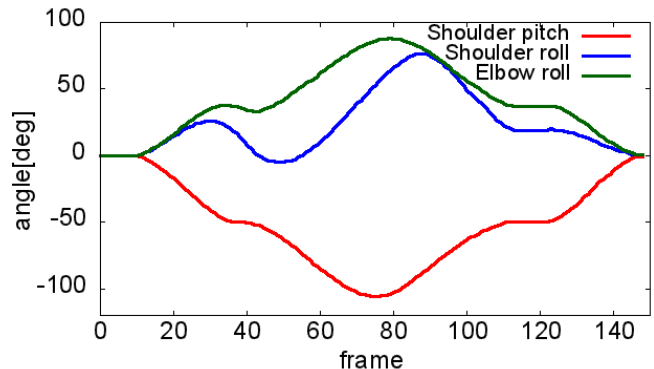


図2. Draw circleにおける上肢のモータの角度軌道

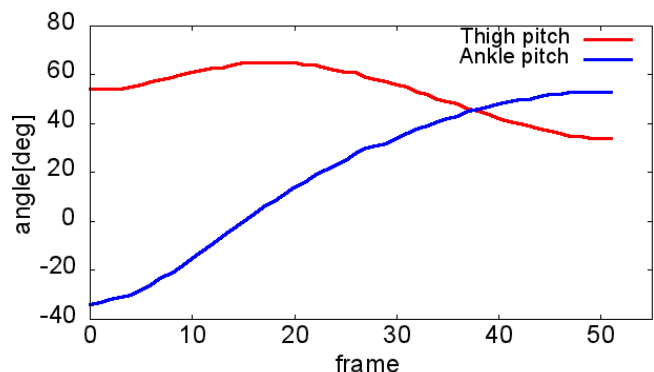


図3. Slide footにおける下肢のモータの角度軌道

5. むすび

本稿では人型二足歩行ロボットを直感的に操作する視覚制御システムを提案し、ロボットのモーシオン生成の実験をおこなった。今後は操作者のモーシオンの早期検出システムの開発に取り組む。

参考文献

- [1] J. Koenemann, *et al*, "Real-time Imitation of Human Whole-Body Motions by Humanoids," in Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics & Automation (ICRA), 2014.
- [2] L. P. Poubel, *et al*, "Support Changes during Online Human Motion Imitation by a Humanoid Robot using Task Specification," in Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics & Automation (ICRA), 2014.
- [3] 松田 洋和, 鈴木 寿, "多関節モデルにおけるモーシオンデータの生成・利用・制御に関する研究," 情報処理学会第67回全国大会講演論文集, 第4分冊, pp.87-88, 2005.