

ヒトの起立姿勢制御の筋骨格シミュレーション

ヒトは、二足による狭い支持面上に重心を保つ、高度な起立姿勢制御を行っている。その仕組みを知ることは、効率の良いリハビリテーションの提供に不可欠である。起立姿勢制御をモデル化しようとする試みでは、トルク駆動の逆振り子モデルが用いられてきた。しかしトルク駆動のモデルでは、姿勢の維持に貢献している内力を表現することができない。筋が発揮する力に加え、骨格の三次元的な配置が考慮されることが望ましい。

我々は、筋骨格モデル (Fig. 1) の起立姿勢を維持可能な、神経コントローラ (Fig. 2) を提案している。神経コントローラは、起立に必要な筋活動を司るフィードフォワード要素と、複数の感覚入力に基づいたフィードバック要素からなる。提案した神経コントローラにより、ヒトが起立する際の、異なる感覚入力に対する筋活動の変化が再現された。また、起立時に外力が加えられた際の身体の反応についてのシミュレーションも行っている。前後・左右・斜めへの外乱下でも筋骨格モデルの起立が維持され、その際の筋の反応の傾向は先行研究で計測されたものと同様であった。

Keywords: postural control, musculoskeletal model, biological simulation

Reference

- [1] P. Jiang, R. Chiba, K. Takakusaki, and J. Ota, "A postural control model incorporating multisensory inputs for maintaining a musculoskeletal model in a stance posture," *Adv. Robot.*, vol. 31, no. 1-2, pp. 55-67, 2017.
- [2] P. Jiang, R. Chiba, K. Takakusaki, and J. Ota, "Generation of the Human Biped Stance by a Neural Controller Able to Compensate Neurological Time Delay," *PLoS One*, vol. 11, no. 9, p. e0163212, 2016.
- [3] K. Kaminishi, P. Jiang, R. Chiba, K. Takakusaki, and J. Ota, "Proprioceptive postural control of a musculoskeletal model against horizontal disturbances," in *2017 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO 2017)*, 2017, pp. 1270-1275.

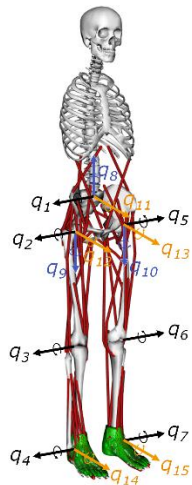


Fig. 1 筋骨格モデル。

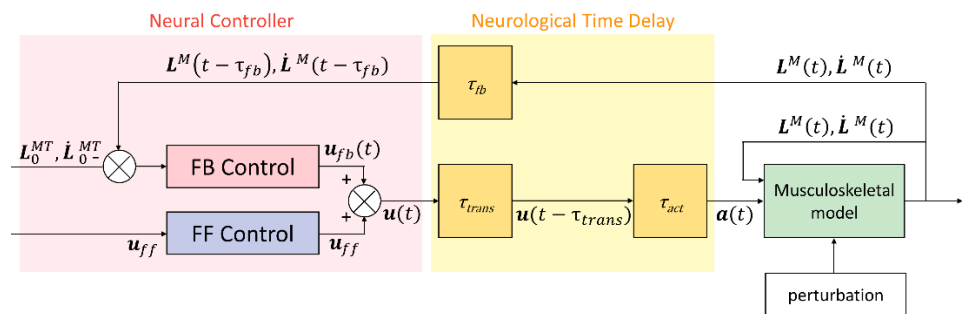


Fig. 2 神経コントローラ。筋の長さや速度を制御情報としたフィードバック制御と、定常的な値のフィードフォワード制御から構成される。 \mathbf{u} : 統合された制御信号, \mathbf{a} : 筋活性, L^{MT}, L_0^{MT} : 筋の長さの現在地と目標値, $\dot{L}^{MT}, \dot{L}_0^{MT}$: 筋の速度の現在地と目標値, $\tau_{trans}, \tau_{fb}, \tau_{act}$: 神経回路における, 信号伝達, フィードバック, 筋活性に由来する時間遅れ。