

共創インタフェースとしての運動生成過程の計測と評価（人と関わる）

研究担当者：三宅美博・武藤剛（東京工業大学）

研究代表者：三宅美博（東京工業大学大学院・総合理工学研究科）[計画研究]

研究期間：平成15年度～平成17年度

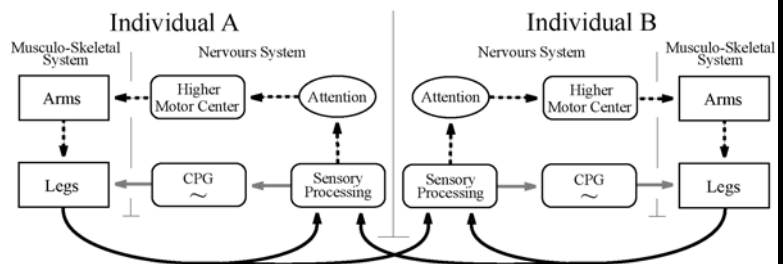
研究成果概要

研究目的

他者との身体的インタラクションにおいて観察される、身体運動の同化プロセスは、幼児の発達や障害者のリハビリ訓練といった、人間の機能創出に関わる局面において重要な役割を担っていることが示唆されている。本研究は、このような仕組みを共創インタフェースとして技術的に応用するため、療法士と障害者の歩行リハビリ訓練で観察される両者の歩行運動の相互作用（協調歩行）に注目し、その協調歩行運動の生成過程の計測と、それを実際に共創インタフェースとして歩行リハビリ訓練に活用した技術の評価を行った。

協調歩行運動の生成過程の計測

人間2人が歩調（脚の接地タイミング）を合わせて歩く協調歩行を取り上げ、その協調運動の制御機構を実験的に解析した。特に、協調歩行中の脚のステップ動作と腕振り動作の時間発展を同時に計測し、その過程が先行研究において扱われてきた脚運動の相互引き込みに基づく脚ステップのタイミング同調過程だけではなく、腕運動の制御も必要とする階層化された過程として実現されていることを示した。そして、その脚運動と腕運動の作用関係の詳細な解析を行い、協調歩行運動のタイミング制御が、個体間での脚運動リズムの相互引き込みと、個体内での腕運動と脚運動の相互作用に基づく、二重の制御プロセスとして実現されていることが明らかになった。さらに、この二重の制御プロセスを、運動制御の観点から解析するため、協調歩行と同時に単語記憶課題を二次課題として課すことによって人間の注意資源を操作し、随意運動の発現に係る能動的注意と個体間協調運動の関係の解析を進めた。その結果、腕運動の動力学的特性の制御に能動的注意が関与していること、そして、その特性が変化することによって、脚運動が拘束を受けることも明らかになった。これらのことから、協調歩行運動におけるタイミング制御プロセスが、図に示す脚運動の引き込みを実現する自動的な制御機構（黒と灰色の矢印）と、能動的注意を介して腕運動によって脚運動を制御する随意的な運動制御機構（黒と点線矢印）の連関に基づく、二重化された制御機構によって実現されていることを示した。



共創インタフェースとしての活用

この二重の制御プロセスの再構成を目的として、これを二重化されたタイミング制御機構を非線形振動子のモデルとして協調歩行シミュレータに実装し、それを脳血管障害に起因する片麻痺歩行における脚の左右接地タイミングの非対称性の改善訓練に適用した。その結果、この改善過程と、この二重の制御プロセスとの間に時間的相関が存在することが明らかになった。このことから、提案された二重化されたタイミング制御機構に基づく協調歩行運動の制御プロセスが、歩行運動の改善に必要な運動機能の創出に関わっていることを示唆した。

まとめ

人間の協調歩行運動のタイミング制御が、自動的な制御機構と随意的な運動制御機構の連関に基づく、二重化された制御機構によって生成されていることを示した。また、その制御機構が、新たな歩行運動機能を創り出す共創インタフェースの役割を担っている可能性を示した。

論文発表等

1. Takeshi MUTO and Yoshihiro MIYAKE, "Co-emergence Process on the Humans' Cooperative Walk", Proc. of SICE Annual Conference 2003 (SICE2003), TP2-V2, Fukui, Japan (2003)
2. Takeshi MUTO and Yoshihiro MIYAKE, "Co-emergence Process on the Humans' Cooperation for Walk-Support", Proc. of Computational Intelligence in Robotics and Automation (CIRA2003), Kobe, Japan (2003)
3. Takeshi MUTO and Yoshihiro MIYAKE, "Co-emergence Processes in Cooperation between Humans", Proc. of IEEE Int. Conf. on Roman2003, 325, San Francisco, USA (2003)
4. 武藤 剛, 三宅美博, "人間-人間協調系における共創プロセスの解析", 計測自動制御学会論文集, Vol. 40, No. 5, pp. 554-562 (2004)
5. 武藤 剛, 三宅美博, "歩行介助における共創プロセスの解析", 計測自動制御学会論文集, Vol. 40, No. 8, pp. 873-875 (2004)