

令和元年5月30日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K06187

研究課題名(和文) ジャイロモーメントを用いた力覚呈示デバイスによる筋活動・SSC運動能力の制御

研究課題名(英文) Haptic device using the gyro-moment effect that improves human's athletic performance

研究代表者

熊澤 典良 (Kumazawa, Noriyoshi)

鹿児島大学・理工学域工学系・准教授

研究者番号：60284907

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：コマのような回転体に働く力であるジャイロモーメントを利用した運動アシスト装置を開発した。この運動アシスト装置はリハビリテーションやトレーニングへの応用を目指しているため、より過酷な運動である走動作において装置の検証実験を実施した。走動作において装置を用いて運動をアシストすると、ピッチとストライドの両者もしくはそのいずれかが変化して疾走速度は上昇した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般的に運動アシスト装置を装着する場合、関節軸位置にあわせて装着する必要があるが、本研究で開発したジャイロアクチュエータの装着部は関節部もしくはその周辺に限定されない点に特徴がある。本装置は、スポーツにおけるトレーニングに利用するだけでなく、リハビリテーションへの応用も期待できる。

研究成果の概要(英文)：We developed a motion assist device using the gyro moment, which is force that acts on a rotating body like a top. Since the aim of this motion assist device is application for rehabilitation and training, we carried out a verification experiment by applying when running, a particularly aggressive form of exercise. When the device assists with the running motion, the speed increases by changing either the pitch, the stride, or both of them.

研究分野：制御工学

キーワード：ジャイロモーメント 運動アシスト

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

多くのスポーツの場面では、筋肉が力を出しながら引き伸ばされるエキセントリックな筋活動(伸張性収縮運動)の直後に、それとは逆に筋肉が力を出しながら短くなるコンセントリックな筋活動(短縮性収縮運動)を加える伸張-短縮サイクル(SSC: Stretch-Shortening Cycle)運動が行われる。走り高跳びの跳躍動作に例えると、伸筋群が強制的に伸ばされる伸張性収縮により大きな弾性エネルギーが筋と腱に蓄えられた後、爆発的な短縮性収縮によって短時間で大きな力を発揮して踏み切る運動である。SSC 運動能力は重要な体力因子であり、疾走能力と SSC 運動能力の間には強い関係が認められることが報告されてきた。台上から跳び下り、着地して即座に跳び上がるドロップジャンプ運動は SSC 能力の評価に用いられることが多く、SSC 運動のパフォーマンスを改善するためのプライオメトリック・トレーニング(プライオメトリックス)の一つの手段として用いられる。ドロップジャンプにおいて、接地前の下肢の筋は予備緊張し接地直後には筋やアキレス腱は伸張して、その後は筋の短縮運動により離地するという短距離走と同じプロセスをもつので、SSC 動作を頻繁に行う陸上競技短距離選手と伸張性筋活動の少ない他の競技選手とでは、ドロップジャンプの接地直後における主動筋の活動量に違いがあり、接地後の力発揮や反動利用効率における差は顕著であるが、後者によるドロップジャンプにおける運動能力の新たな獲得や改善は難しく、その能力を効率よく享受する機器は存在しない。

2. 研究の目的

疾走能力とドロップジャンプにおける能力の間には優位な相関があることが多数報告されているが、ドロップジャンプの能力を直接高めることは難しく、直接ドロップジャンプ能力の向上に寄与するプログラムを開発することが研究の目的であり、筋骨格モデルから最も効率の良い SSC の筋活動開始タイミングを求め、求めた筋活動開始時を被験者が効率良く学習するために、ジャイロモーメントによるアシスト装置(IARG: Intelligent Assistive and Resistive Devices using Gyro-moment)を開発する。この IARG はアクチュエータとして運動を補助することも抵抗を与えることも可能であり、陸上競技のトレーニングにおいては、二人一組で行うアシステッド走やレジステッド走のトレーニングに使用できる。アシステッド走は補助者がゴムチューブで引っ張ることにより負荷を減らして、自身の最高速度を超える速さで走るトレーニングで、レジステッド走は逆に負荷を与えて走るトレーニングである。

3. 研究の方法

本研究では、アクチュエータとしての IARG の利用可能性と 身体に装着した IARG による走動作における運動アシスト効果について検討するために、まず、揺動スライダクランク機構を有する振り子の先端に IARG を取り付けた評価装置を製作する。評価装置はモータによって回転するクランクの取り付けられたスライダによって、ロッドが支点を中心とする往復運動をする構造であり、IARG はロッドの先端に取り付けられている。IARG を制御することによって変化する振り子の運動に着目することで、IARG の効果を検討する。つぎに、IARG を身体に装着して疾走実験を実施することにより、実際の運動動作への応用可能性を検討する。

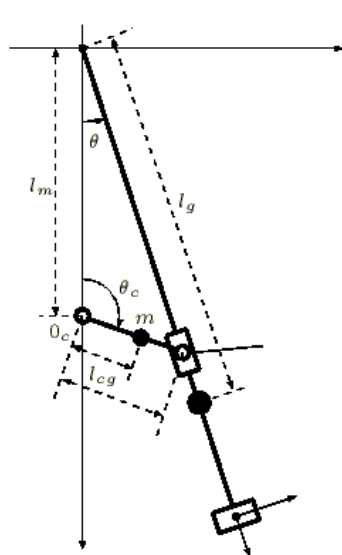


図 1 : 評価装置の概略図

4. 研究成果

下肢を模して作製した揺動スライダクランク機構を有する振り子モデルに対して実施したIARGの評価実験では、図2に示す様に運動をアシストすると振子の周期は短縮されて、逆にレジストするとその周期は長くなって、疾走時のピッチを制御できることがわかった。この結果を受けて、IARGを実際に身体に装着して走動作に対する運動アシスト実験を実施した。実験は図3に示すようにIARGをサポートによって身体に装着して実施され、上腕および下腿はもちろん、上腕もしくは下腿のいずれかにIARGを装着するだけでも、疾走速度は上昇することがわかった。IARGによる運動アシストが瞬間的な補助であっても、走状態におけるピッチの短縮やストライドの拡張が促されることもわかった。

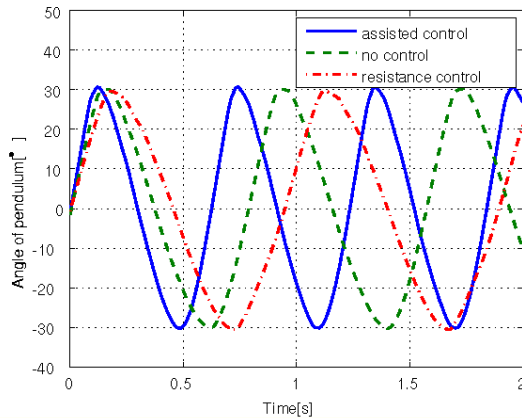


図2：評価実験の結果



図3：上腕および下腿に装着されたIARG

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

金田祐太郎,熊澤典良,奈良大作,上谷俊平, 短距離走の腕振り動作に対するジャイロモーメントを用いた運動アシスト装置の適用, 日本機械学会シンポジウム: スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2018, B-31, 2018.11.23

井上豪,熊澤典良, ジャイロモーメントによる運動アシスト装置の短距離走への適用, 日本機械学会シンポジウム: スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2017, C-33, 2017.11.11

瀬野秀英,熊澤典良,福井泰好, ジャイロモーメントによる大腿部の運動アシスト制御(揺動スライダクランク機構を有する振り子モデルに対する検討), 第35回計測自動制御学会九州支部学術講演会, 104A4 pp.61-62, 2016.11.26

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称: 身体装着具及び制御プログラム

発明者: 熊澤 典良

権利者：国立大学法人 鹿児島大学
種類：特許
番号：特開 2018-079094
出願年：2016 年
国内外の別： 国内

取得状況（計 0 件）

〔その他〕
ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究分担者
研究分担者なし

(2)研究協力者
研究協力者なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。