

▼ Home

自己紹介
実績
マラソン記録
リンク

▼ Welcome to my home page (English)

Career
Publication

▼ OpenSim Tutorial

▶ 入門編

▶ 中級編

▼ 上級編

1 . Point Kinematics...
メント点の軌道) 解析

▼ 2 . Pulling Out the Stops : 綱引き筋のデザイン

2 . 1 綱引き筋のデザイン

2 . 2 Question...
綱引き筋のデザイン

▶ 3 . Sky High : ジャンプ動作最適化のための筋調整

サイトマップ

2 . 1 綱引き筋のデザイン

このページは [Designinga Muscle for a Tug-of-War Competition](#) に対応しています。

A. OpenSimのモデル、ファイルの修正

このチュートリアルでは、XMLタグを認識して、コードを織り込むことができるプログラム ([Notepad++](#) など) の使用をお勧めします。

ここで用いるファイルはModels/Tug_of_Warフォルダに保存されています。Modelsフォルダは [こちらから](#) もダウンロードできます。Tug_of_Warファイルの中にモデルファイルTug_of_War_Millard.osim、コントロールファイルTug_of_War_Millard_controls.xml、初期状態ファイルTug_of_War_Millard_initial_states.stoがあります。これらをあなたのワーキングディレクトリー (別フォルダ) にコピーしてください (Modelsフォルダ内にTug_of_War_Competitionフォルダを作成し、3つのファイルをコピーしたとして説明します)。コピーしたTug_of_War_Millard.osimをTug_of_War_Millard_Iso.osimに名前を変更してください。

オープンシムのモデルはXML形式で作られています。XMLファイルは開始タグ、値 (value)、終了タグで構成されます。開始タグと終了タグの間の値 (value) はストリング (項目)、数値、他のXML要素からなります。

Tug_of_War_Millard_Iso.osimモデルをテキストエディターで開いてください。ファイルの一番上にXMLを表示する記載、次の段にOpenSimDocumentと書かれたXML要素が見つかります。OpenSimDocumentにモデルの詳細、モデル要素が書かれています。OpenSim GUIでNavigator Paneに表示されていた内容がモデル要素に該当します。下記内容が基本的モデルのXMLファイル構造です。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<OpenSimDocument Version="30000">
  <Model name="Tug_of_War_Millard">
    ...
    <BodySet> ... </BodySet>
    <ConstraintSet> ... </ConstraintSet>
    <ForceSet> ... </ForceSet>
    <MarkerSet> ... </MarkerSet>
    <ContactGeometrySet> ... </ContactGeometrySet>
    <ControllerSet> ... </ControllerSet>
    <ComponentSet> ... </ComponentSet>
    <ProbeSet> ... </ProbeSet>
  </Model>
</OpenSimDocument>
```

以下に示す筋シミュレーションファイルを作ってみましょう

- モデルファイル(Tug_of_War_Millard_Iso.osim)でモデルの名前をTug_of_War_Millard_Iso (<Model name="Tug_of_War_Millard_Iso">) に変更します。ForceSetタブを開きRightMuscleを取り除きます。<Millard2012EquilibriumMuscle name="RightMuscle">以下

- <Millard2012EquilibriumMuscle>までをすべて削除してください。次にLeftMuscleのタブ (<Millard2012EquilibriumMuscle name="LeftMuscle">) を開き、default_activationを0.01と入力してください (すでに0.01となっているかもしれません)。
- Tug_of_War_Competitionフォルダに戻り、コントロールファイル (Tug_of_War_Millard_controls.xml) をコピーして名前をIso_controls.xmlに変更してください。
- 新しく作ったコントロールファイルを開き、RightMuscleの活動量を削除します。<ControlLinear name="RightMuscle.excitation">から</ControlLinear>までをすべて削除してください。
- 初期状態を保存するストレージファイル(Tug_of_War_Millard_initial_states.sto)をコピーして名前をIso_initial_states.stoに変更して下さい。
- 新しいストレージファイルを開き、RightMuscle.activationとRightMuscle.fiber_lengthを削除してください。ファイル上部に書かれているColumns=7をColumns=5に変更してください。
- 変更したすべてのファイルを上書き保存してください。

OpenSimGUIで変更したモデルTug_of_War_Millard_Iso.osimを開きます。
Forward Dynamicsツールを開いてください。

- InputでControlsにはIso_controls.xml、initial statesにはIso_initial_states.stoを入れ、Solve for equilibrium for actuator statesにチェックを入れてください。
- Excitationエディターを開きます。Controls右の鉛筆アイコンをクリックしてください。LeftMuscleにチェックを入れてOKをクリックしてください。時間によって活動が変わる設定となっていますが、すべての時間帯で最大活動するように設定します。コントロールを押しながら白い点をクリックして、すべて1.0に変更してください。Saveで保存し、Excitation Editorを閉じてください。
- Time rangeは0から0.5とします。
- Tug_of_War_Competitionフォルダ内にFWD_Isometricを新たに作って出力フォルダとします。OutputのDirectoryから入力してください。
- Analysesタブを開き、Add>からForceReporterを選択してください。
- Setup_FWD_isometric.xmlとしてセットアップファイルを保存してください。

B. 等尺性収縮における筋腱の長さ比の影響

Zajac(1989)は腱のスラック長と静止筋長の比率が筋腱アクチュエータの機能に影響することを報告している。このセクションではこの比率を変えて、等尺性収縮における筋腱アクチュエータの機能変化を調べます。Coordinateからblock_tzを0の位置でロックしてください。保存したセットアップファイルを開いて、Forward Dynamicsから順動力学シミュレーションを実行します。筋腱の長さ比を0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 7.0と変更して結果を調べましょう。腱のスラック長と静止筋長の長さの合計は一定 (0.3m) とします。次に示す手順で長さを変えます。

- NavigatorウィンドーでForceSetを開いてください。さらにMuscleを開いてLeftMuscleを選択すると、Propertiesに情報が表示されます。
- optimal_fiber_lengthとtendon_slack_lengthに筋と腱の長さの入力値を変更してください。default_activationが0.01となっていることを確認してください。
- 筋の長さが至適筋長である状態から解析を始めるためには、初期状態を保存するストレージファイルの値を変更する必要があります。Iso_initial_states.stoを開いて、LeftMuscle.fiber_lengthに相当する長さを変更してください。初期状態で下に示すようにファイルの一番下の段、左から5つ目に0が入力されています。この値を変更してください。同様にLeftMuscle.activationを0.01に変更してください。

```
time block_tz block_tz_u LeftMuscle.activation LeftMuscle.fiber_length
0      0      0.5      0.1      0      0.1      0
```

- Part1で保存したセットアップファイルを用いて、順動力学シミュレーションを実行してください。

- 筋出力と時間のプロットを作成し、筋腱の長さ比率によって結果がどのように変わるか調べてください。出力フォルダに結果ファイルが保存されています。

C. 等速性収縮における筋腱の長さ比の影響

このセクションでは等速性収縮における腱スラック長と至適筋長の比による影響を調べます。計算に用いる動きは1秒間で速度は0.1m/sとします。Models/Tug_of_WarフォルダからTug_of_War_ConstantVelocity.stoをTug_of_War_Competitionフォルダ内にコピーしてください。block_tzのロックを解除してください。Load motionからファイルを読み込んで動きを確認してください。同じように筋腱の長さ比を変えて (0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 7.0) 、等速性収縮の順動力学シミュレーションを行います。腱のスラック長と静止筋長の長さの合計は一定 (0.3m) とします。セクションBと同様に初期状態を決めるstoファイルも変更してください。筋張力を計算するにはAnalyzeツールを用います。Millard2012EquilibriumMuscleモデルを用いた筋張力の計算に筋活動、腱の長さ、筋の短縮伸張速度の情報が必要です。筋の興奮度の時間変化情報が決まっている場合、筋活動は [一次のダイナミックモデル式](#) で計算されます。各時間における筋の長さ、速度を計算するにはブロックの移動を元に計算されます。Analyzeツールはブロックを動かす筋出力を計算するために用います。[Analyze](#) ツールの詳細はユーザーズガイドを参照してください。

次の手順で筋腱の長さ比の影響を調べます。

- Analyzeツールを開く前に、optimal_fiber_lengthとtendon_slack_lengthの値を設定してください。次に、**default_activationを1.0に設定してください。**
- Analyzeツールを開いてください。
- InputでControlsにIso_controls.xmlを設定してください。
- Motionのfrom fileからTug_of_War_ConstantVelocityを選択してください。
- Solve for equilibrium for actuator stateにチェックを入れてください。
- 解析時間は0~1秒とします。
- AnalysesタブでForceReporterを選択してからシミュレーションを実行してください。
- LeftMuscle筋長の時間変化をプロットしてシミュレーション結果を解析しましょう。

D. Tug-of-Warにおける最も適切な筋の作成

綱引き筋で変更できるパラメータ

- F_0^M : 最大等尺性筋力
- ℓ_0^M : 至適筋長
- ℓ_s^T : 腱のスラック長
- α_0 : 筋の羽状角
- $u(t)$: 筋の興奮度時間変化
- ℓ^{MT} : 筋腱複合体の長さ
- τ_{act} : 筋活動化時間定数 (筋の興奮-活動の時間差計算に用いる定数)
- τ_{deact} : 筋非活動化時間定数
- \tilde{v}_{max}^M : 最大収縮速度 (至適筋長で標準化)
- V^M : 筋量 (筋断面積に相当)
- Z_{origin} : 床面に対する筋の起始位置 (Z軸位置)

筋は以下の条件を満たします。

- $\sigma_o^M = \frac{F_o^M}{A^M} = 35 \text{ N/cm}^2$ 単位断面積当たりの筋の張力 (Zajac, 1989)
- $V^M = A^M \ell_o^M$
- $\ell_{\text{initial}}^{\text{MT}} = \ell_s^T + \ell_o^M$ 筋の起始とブロックに接する停止の間の距離と一致します。

筋のデザインは以下の条件で行います。

- $V^M \leq 100 \text{ cm}^3$
- $F_o^M \bar{v}_{\text{max}}^M \ell_o^M \leq 175 \text{ W}$
- $0.15 \text{ m} \leq \ell_{\text{initial}}^{\text{MT}} \leq 0.45 \text{ m}$
- $\ell_s^T \geq 0.1 \text{ m}$
- $0.05 \text{ m} \leq \ell_o^M \leq 0.2 \text{ m}$
- $0 \text{ deg} \leq \alpha_o \leq 30 \text{ deg}$
- $2 \frac{1}{\text{s}} \leq \bar{v}_{\text{max}}^M \leq 10 \frac{1}{\text{s}}$
- $\int_0^1 u(t) dt \leq 0.5$
- $10 \text{ ms} \leq \tau_{\text{act}} \leq 20 \text{ ms}$
- $40 \text{ ms} \leq \tau_{\text{deact}} \leq 60 \text{ ms}$
- $30 \text{ ms} \leq \tau_{\text{deact}} - \tau_{\text{act}} \leq 40 \text{ ms}$

筋を作る前に最も良い筋を作り上げる理論、戦略を考えましょう

Next: [Questions: Muscle Design for Tug-of-War](#)

Home: [Pulling Out the Stops](#) [綱引き筋のデザイン](#)

[Report Abuse](#) | Powered By [Google Sites](#)