

慣性を用いた切り替え機構を有する無動力蹴り出し支援装具の開発

Development of an Unpowered Push-Off Support Orthosis with an Inertia-Based Switching Mechanism



○学 中川 まどか (大分大) 正 阿部 功 (大分大) 谷田 惣亮 (佛教大) 正 菊池 武士 (大分大)

研究背景

フレイルによる筋力の低下
 ↓
 蹴り出し力の低下
 ↓
 推進力の低下 (歩幅の縮小・歩行速度の低下)
 ↓
 転倒リスクの上昇
 ↓
 健康寿命の縮小

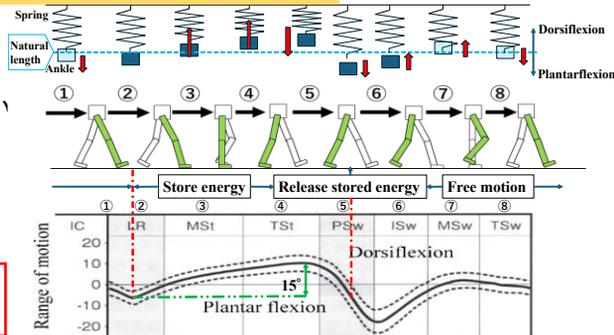
目的:
 高齢者を対象とした、蹴り出し支援を行う
 無動力足関節補助具の開発

補助力
 +
 支持力
 切り替え
 ||
 無動力
 歩行支援

ぜんまいばね
 慣性

・安価
 ・安全
 ・軽量
 ・静粛

サポートタイミング



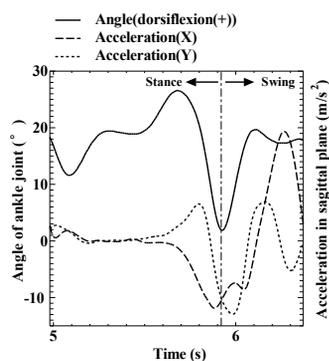
開発装具の概要

立脚期 ばねが背屈運動により圧縮される

足部の加速度解析

3km/hで歩行した時の足部に生じる加速度を逆動力学解析ソフト AnyBodyで解析

遊脚期、背屈と共に進行方向に加速する



装具の試作

Spring cover, Pin, Pendulum, Lock, Claw, Pin, Base, Weight

Locked (stance phase) Unlocked (swing phase)

ピン: M4ねじ (3.2g)
 重り: 銅板 (7.6g)
 その他は3Dプリンタで印刷 (素材: onyx)

- うずまきばねのカバーに備えた爪とピンが噛み合う
- 回転中心がばね端部からフレームに接続するばね中心部に移行
- 背屈に伴うフレームの回転によりばねが圧縮される

簡易シミュレーション

(x_f, y_f) : 靴と共に運動する加速度座標系
 (x_p, y_p) : 振子の重心位置
 θ : 振子の振り角
 m : 振子の質量
 g : 重力加速度
 l : 回転中心から重心までの距離

確認実験

遊脚期、慣性によるサポート切り替えに成功

被験者: 40代男性一名
 方法: 左足に開発装具を着用して4km/hで歩行、ハイスピードカメラ (撮影速度: 240 fps) で撮影

課題 → 動画

立脚期
 着地の衝撃でピンが外れる
 → サポートタイミングの遅延

遊脚期
 ピンが外れてすぐ (0.1秒後) に元の位置に戻る
 → サポート切り替えの不足



振子の運動方程式

$$\ddot{\theta} = \frac{ml(\ddot{x}_f \cos \theta - \ddot{y}_f \sin \theta) - mgl \sin \theta}{ml^2 + I}$$

Pythonで振子の傾き θ を算出

立脚期
 下部に留まる (1.0s)

遊脚期
 大きく後方に振れる (0.1s)
 下部に留まる (0.3s)

短い

