Copyright©2020 一般社団法人 日本機械学会

420

手つなぎロボットによる歩行リハビリ支援

Gait Training Support Based on Arm-Holding Mobile Robot

○正 三枝 亮[*1]
Ryo SAEGUSA[*1]
[*1] 神奈川工科大学 Kanagawa Institute of Technology

Recently, needs of robot technology specialized for locomotive rehabilitation and gait assistance are expected increasingly. In gait and locomotive assistance, appropriate recognition of walking patterns and navigation are required; however, most of supporting devices are directly intervening in movements of lower limbs and therefore they let walking patterns be unnatural. In order to solve this problem, we propose a method to estimate walking patterns from movement of lower limb movements and force/contact interaction with upper libs. Step length and velocity can be measured from the movement of lower limbs by a laser-based sensor, and the dependency on the assistance can be measured from the upper limb by a force and tactile sensors, aiming in the optimal control of intervention in walking support for gait navigation. In this paper, we focus on a detection algorithm of walking patterns from the lower limbs.

Key Words : Gait training, Intervention, Mobile robot, Walking pattern, Human-robot interaction

1. 緒　　言

近年，歩行リハビリや移動支援に対するロボット技術の活用について期待が高まっている(1)(2)．歩行の付き添いや歩行の動作支援には歩行状態の認識や歩行動作の誘導が必要であるが，多くの支援機器では下肢の運動に直接的に介入するため，自然な歩行パターンが壊れてしまう問題があった．本研究では下肢の運動情報と上肢の力触覚情報に基づいて歩行状態を推定し，歩行動作を誘導する．下肢からはレーザ計測を用いて歩行時の歩幅や歩速を推定し，上肢からはインタフェースを介して握りの状態を検知し,歩行状態に応じて介入の度合いを制御して歩行を誘導する支援システムの構築を目指す．本稿では特に下肢運動の計測方法について提案し，レーザ計測による歩行計測の結果と計測された歩行パターンの特徴を示す．

2. 歩行計測の方法

本研究ではリハビリ支援対象者の下肢運動を移動ロボットに搭載されたレーザセンサにより計測する．レーザ計測により得られた水平面内の深度情報より各脚の表面形状に対応する円弧パターンを抽出し，これらの円弧パターンを近似する楕円の中心位置を各脚の位置として検出する．図 1 にレーザ計測による両脚位置の検出方法を示す．歩行状態は立脚，遊脚，待機の 3 状態として認識し，歩行が開始すると各脚は待機状態から移行して立脚状態と遊脚状態の状態を繰り返し，歩行が停止すると待機状態となるものとして認識する．歩行状態の判定のために各脚の着地のタイミングを推定する．着地の推定は，脚の水平面内の速度の絶対値 $v(t)$ に関する時系列パターンを式(1)のようにガウス関数 G で近似し，現時刻の速度の絶対値がガウス関数の分散で定まる一定の時間帯に収まるときに着地したものとして検出する．図 2 に歩行状態の判定と着地タイミングの検出を示す．

$$f(v(t)) \quad = G(v(t); \bar{t}, \sigma, a, b) \tag{1}$$

Copyright©2020 一般社団法人 日本機械学会

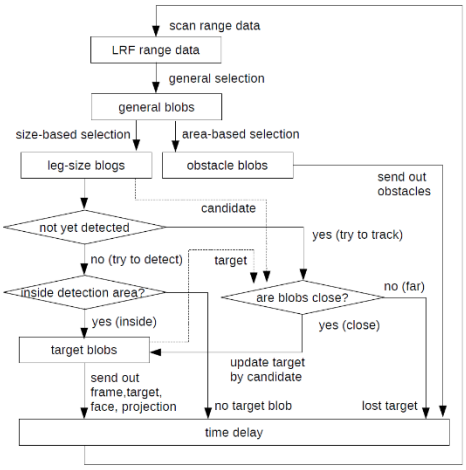


図 1. レーザ計測による両脚位置の検出

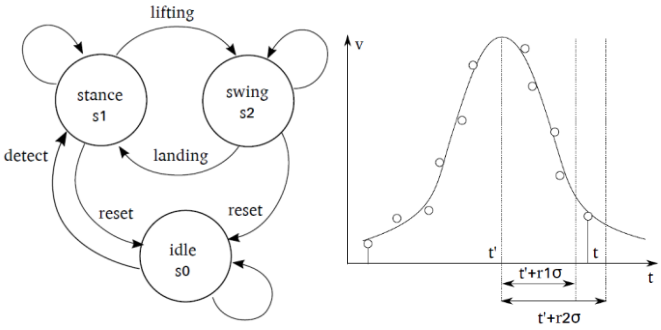


図 2. 歩行状態の判定と着地タイミングの検出

3. 実験結果

移動ロボットを用いた被験者に対する歩行計測の実験を行った．歩行練習の指導に熟練した作業療法士を被験者として通常歩行，ぶん回し歩行，小刻み歩行の 3 種類の歩行状態を再現し，移動ロボットは被験者の歩行状態を自動的に計測し記録した．図 3 に示されるように両脚の速度の時系列パターンから着地のタイミングが検出され，図 4 に示されるように 3 種類の歩行パターンの特徴が計測された．

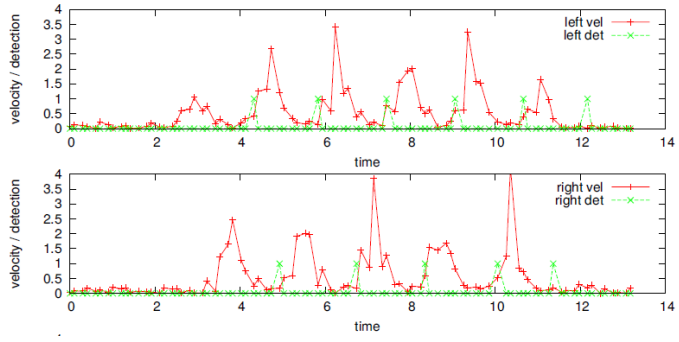


図 3. 健常歩行時の両脚の速度の時系列パターン

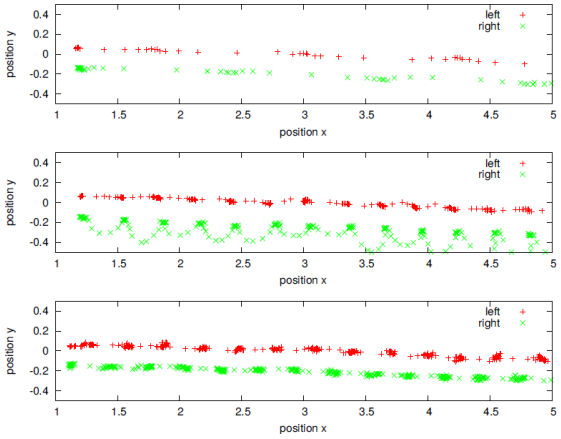


図 4. 通常歩行，ぶん回し歩行，小刻み歩行

4. 結　　語

本稿では，手つなぎロボットによる歩行リハビリ支援について，特に下肢運動の計測方法について示し，レーザ計測による歩行計測の結果と歩行パターンの特徴を示した．実験で計測したぶん回し歩行と小刻み歩行はそれぞれ片麻痺患者とパーキンソン病患者に見られる歩行パターンであり，これらの歩行特徴を機械学習して自動認識することにより診断前のスクリーニングへの今後の応用が期待される．

文　　献

(1) H. Kawamoto and Y. Sankai, “Power assist method based on phase sequence and muscle force condition for hal,” Advanced Robotics, vol. 19, no. 7, pp. 717–734, 2005.

(2) A. M. Moseley, A. Stark, I. D. Cameron, and A. Pollock, “Treadmill training and body weight support for walking after stroke,” Stroke, vol. 34, no. 12, pp. 3006–3006, 2003.