

リハビリテーション促進ロボットの実現に向け

岡崎 純己[†] 松日楽 信人[†] 菅谷 みどり[†]

芝浦工業大学

1. 研究背景と目的

2025年には高齢者人口が全体人口の約30%に達すると推計されている。それに伴う介護負担の増加[1]では、リハビリテーション(以降リハビリと称する)の負担が、介護者、患者双方にとって大きい。リハビリを行う上で欠かせないのが理学療法士による身体機能回復の訓練である。しかし理学療法士不在から歩行などの日常訓練などは看護師が行うことが多い[2]。この場合、歩行方法等に関しての引継ぎが必要である。一方、患者はリハビリを面倒、習慣がない、終わりが見えないなど、意欲の維持が困難である[3]。こうした考えは継続が必要であるリハビリの進行に影響を与える。

そこで本研究では、リハビリ介護者、患者の負担軽減を目的とし、リハビリテーション促進ロボットを提案する。本ロボットはロボット使用によって、杖による歩行の補助を擬似的に行うことで介護者の負担軽減を図りつつ、患者に対してはリハビリへの意欲向上を促す仕組みを提供する。歩行補助ではセンサと杖、ロボット動作で動作補助を行い、意欲向上では行動データの視覚的提示を提案する。

2. 研究状況

2.1 システム概要

目的実現のため下記概要でシステムを構築する。

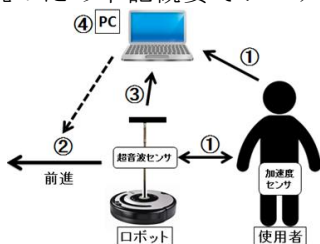


図1 システム概要

使用者が歩行動作をした際にロボットが補助的に動作する。①: 人に装着した加速度センサから角度(°)と歩数(歩)のセンサ情報をPCに送信する。②: ①の値をもとに、PC上のプログラムが、使用者の歩数や歩幅を決め、ロボットに移動や速度指示をだす。③: ロボットが②に従って動作した際の使用者の距離情報(cm)をPCに送信④: ①, ③の情報をもとにPC画面に使用者のリハビリに関わる情報(移動距離, 歩数, 時間)を、視覚的に提示する。

2.2 予備実験

使用者の歩幅毎の角度を調査するために6名の被験者で、高齢者疑似体験教材、脚部(脛)に加速度センサを装着し、歩幅毎の角度を計測した。歩数毎の角度の最大値と最小値を最短距離法によりクラスター分析し、グラフにまとめた(図2上)。さらに、上位2グループの角度を、歩幅毎の角度の最大と最小を図2下の表にまとめた。

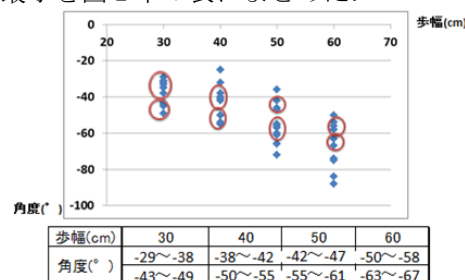


図2 歩幅ごとの角度(上图)および、上位2グループの最大値と最小値(下图)

本結果から、歩幅の推定方法を検討した。まず図2下より、上段と下段で分けた際に歩幅上昇毎に角度が減少しているのが分かる。上段と下段に分けられる要因として使用者の膝下の長さが関係していると考えられる。

そこで膝下の長さ歩幅との関係性を調査した結果、概ね上段は膝下が長く、下段は膝下が短いという結果になった。以上より上段と下段でグループを分けることで個人差である膝下の長さに対応できると考えられる。

3. 設計・実装

3.1 設計

センサでの角度取得による歩幅推定、ロボットの移動距離判定するフローチャートを図3に示す。

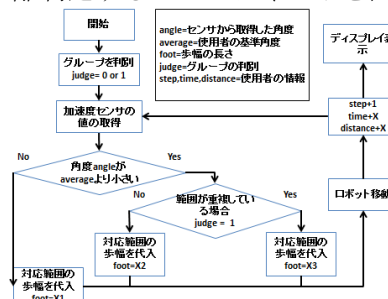


図3 ロボット移動距離判定フローチャート

使用者の脛に装着した加速度センサから取得できる角度の値と予備実験で得られた歩幅毎の角度の範囲を参照して歩幅推定、ロボットの移動距離を推定するものである。

「Toward the realization of rehabilitation promoting robot」
[†]Shibaura Institute of Technology

3. 2 ロボットの動作方法と実装

本システムでは、予備実験より得られた結果を基にしたグループデータ参照の方法と、個人の歩幅をより正確に参照した方法を加速度センサで実装する。グループ参照の方法として、予備実験より得られた歩幅ごとの角度の範囲を上段・下段と個人差を考え2つのグループに分割する。それを事前に使用者の歩幅毎の角度の計測を行う事で、類似した箇所が多い段のグループを使用者の歩幅に合うものとしてアルゴリズムに適應させる。個人参照の方法として、事前に使用者の歩幅毎の角度の計測を行い、その情報を元に使用者に対応した歩幅毎の角度の範囲を設定する。この際に歩幅毎の角度の範囲において値の重複が起こる事が想定されるので、取得した角度の平均値により近いものを使用者の歩幅として適應させる処理をすることで対処する。以上2つのパターンを実装し、実験で比較する事で最適な方法を導く。

4. 実験 評価

4. 1 実験内容

実験内容として、歩幅推定方法であるグループ参照、個人参照の2種類の方法を、杖の動作方法である2動作歩行に対応させる。杖による歩行において負担なく使用する上で重要なのが被験者の歩幅であり、使用者の適切な歩幅を歩幅推定により導き出すことが重要であると考えられる。そこでどの歩幅推定方法がリハビリをする上で負担なく使用できるかをグループ参照、個人参照の2つの方法に関して歩幅推定精度の調査を行う。その際のセンサとしては加速度センサを用いる。実験内容として、加速度センサでの方法であるグループ参照と個人参照においての歩幅推定の精度を計測するために以下の実験内容を歩幅30cmにおいて行った。

1. 歩幅30cmで50歩計測
(個人参照とグループ参照)
2. 取得したデータを
正判定…歩幅30cmを検出
誤判定…歩幅30cm以外を検出
不適合…どの歩幅にも対応しない
- 3 種類に分類する。

以上のデータより適合率や再現率で精度を求める。

また、実際にロボットを10人の被験者に使用した際の動作距離の精度も個人とグループにおいて調査する。実験手順は以下の通りである。

1. 被験者に設定された歩幅を進んでもらう
(30, 40, 50, 60 cm毎)
 2. 対応してロボットが移動
(グループ参照, 個人参照)
 3. ロボットの移動距離を計測(メジャーでの計測)
- 以上2つを歩幅推定の精度の実験内容とする。

4. 2 実験結果

図4に歩幅30cmにおける精度をまとめた。

	試行回数	正判定	誤判定	不適合
グループ	50	38	5	7
個人	50	24	2	24
	適合率	再現率	F値	
グループ	88%	76%	0.816	
個人	92%	48%	0.63	

図4 歩幅30cmの精度結果

歩幅30cmの精度結果比較よりグループ参照においては網羅性における指標である再現率が高い結果となった。これは個人参照における不適合率が高いことが関係している。原因として歩幅30cmと40cmの間に対応しない不適合範囲が存在するためである。理由としてグループ参照と個人参照では参照データの被験者数が異なるため個人参照では歩幅毎の角度の範囲が狭くなり、結果として範囲が重なることがない不適合範囲が生まれるためである。また個人参照においては正確性に関する指標である適合率が高い結果となった。これはグループ参照よりも誤判定が少ないことが関係している。以上精度という点においてグループ方法では広く網羅的に推測できる事、個人方法では適切な情報のみを推測できる事を、それぞれ重視している点が明らかとなった。

距離精度においては図5にまとめた。

誤差(cm)	30	40	50	60	誤差
グループ	35.6	43.9	50.2	53.1	10%
個人	34.5	41.7	47.4	54.3	8%

図5 方法毎の距離制度の誤差

距離精度においては個人参照の精度が一番優れているという結果になり次点でグループ参照の結果となった。全体として見た結果誤差は10%以内に収まっており、どちらの方法においても使用者がロボットを使用する上で大きな影響を及ぼすものではないという結果となった。

5. 今後の課題

精度調査より2つの方法において各々の精度に関する特徴を抽出することができた。しかし、これは歩幅30cmのみの特徴であるので、他の歩幅での調査が必要である。また距離精度においてロボット毎の個体差により距離精度が異なる、距離の精度が現状では10cm刻みでしか検証できていないという点があり、今後の検討が必要である。

参考文献

- [1]西井正樹. “リハビリテーションにおける介護負担感研究の動向”. 総合福祉科学研究. 2011, 第2号, p. 125-136
- [2]荻原平八郎ほか. “理学療法士の看護師との連携における情報交換”. JournaefltheTsl1ruHmEaALTHSCI M. ED. KANAZAWA UNIV. 2004, p. 127-134
- [3]馬場 晶子ほか. “意欲低下のために作業療法の介入に難渋した一例”. 医療法人溪仁会 札幌西円山病院. 2011, p. 11