

開発者と人々をつなぐ無動力歩行支援機

Non-powered Walking Assist Suit Which Connects Developer and People

○ 佐野明人(名古屋工業大学) 鈴木光久((株)今仙技術研究所)

Akihito SANO, Nagoya Institute of Technology
Mitsuhisa SUZUKI, IMASEN ENGINEERING CORPORATION

Abstract: The level walking of the passive walker that is realized only by a waist assist is high transfer efficiency very much. However, it is necessary to be beyond a potential barrier easily for the autonomy level walking. And, how to walk walking robot is very similar to a person's. Before, we studied the walking assist device based on human-assisted passive walking. In this paper, we introduce walking assist device harmonized with human and demonstrate an effect that the walking assist device gives to human walking.

Key Words: Passive Walking, Walking Assist, Non-Powered, Bond

1. はじめに

近年、「寝たきり」は減少したものの「座らせきり」が多くなってきており、歩行支援の重要性が高まってきている。また、病気に着目すると、脳卒中(脳梗塞、脳出血)の患者は約140万人おり、多くの方が片まひ(歩行障がい)などの後遺症を持つ。これ以外にも、脊髄損傷や変形性股関節・膝関節症などで歩行障がいが生じる。このような背景から、ロボットの分野においても、歩行のアシスト・リハビリテーションへの応用に注目が集まっている。

本研究では、受動歩行に基づく無動力の歩行支援機を提案している[1][2]。本稿では、試作開発した両脚・片脚式の歩行支援機について述べる。

2. アシスト受動歩行

受動歩行機は、動力モータやセンサを持たず、制御を一切行わず緩やかな下りスロープを歩くことができる。受動歩行は、重力効果のみによって、遊脚膝が自然に曲がり、脚の振り抜きが行われる。また、脚軌道があらかじめ決められているわけではなく、ロボットがスロープに触れるとその相互作用によって歩行動作が生まれる。さらに、自然でエネルギー効率が高いことで知られている。

大人サイズの受動歩行機は、ヒトがアシスト力を加えることで、簡単にスロープから我々の生活空間に活動範囲を広げた。図1に示すように、ヒト形の足機構や外装が備わった受動歩行機は、極めてヒトに近い歩容を見せる。



Fig.1 Biped anthropomorphic passive walker

3. 両脚式歩行支援機

図2に両脚式の歩行支援機を示す。受動歩行機の脚の左右間隔をヒトの腰幅程度に広げ、その間にヒトが入る。



Fig.2 Walking-assist device (biped type)

本研究では、アシストを加えて歩行機が歩くことで、ヒトの脚運動と力学的に相互作用し、歩行支援となり得る影響をヒトに及ぼすものと考えている。支援者は、被支援者の脚の動きを直接制御せず、あくまでも歩行の様子を見ながらアシストの量や仕方を調整する。なお、腰に手を宛がい直接アシストした場合、同様なアシスト感は得られなかった。

高齢者疑似体験キット(膝サポータと足首重り)を被験者に装着し歩行実験を行った。アシストなしの場合は、歩幅47[cm]、歩行速度2.2[km/h]であったのに対して、アシストありの場合は、歩幅63[cm]、歩行速度3.1[km/h]となり、いずれも増大している。

4. 片脚式歩行支援機

図3に片脚式の歩行支援機を示す。図からわかるように、足部は付いておらず、大腿部と下腿部から成る2リンクシステムである。質量は約1.5[kg]で比較的軽量である。なお、両脚式、片脚式ともに、受動歩行機をベースとしているため、関節軸はすべて単軸(ピッチ軸)となっており、単純な構造でありながら歩行支援ができる形になっている。また、腰と脛の位置に樹脂製のカフが配置されている。腰のカフは、骨盤をイメージした造形になっており、ヒトの腰を安定して覆えるようになっている。一方、脛のカフは、テーパ状になっている。



Fig.3 Walking-assist device (mono type)

使用方法は、次の通りである。まず、患脚に片脚式歩行支援機を装着する。この場合、健脚と支援機が自身の骨盤を介して一対となり、相互作用することで、支援機の脚が受動的な脚運動を行い、この動きが患脚に作用する。ここで、支援機は減速機がなく高いバックドライブ能力を有しており、自然な脚運動が生じやすくなっている。ない、両脚式の場合、支援者によるアシストが脚に作用していたが、片脚式の場合は、自身の健脚がアシストの原動力になっている。

装着方法は、腰カフに付いているベルトを肩に掛け、支援機の膝軸とヒトの膝を位置合わせし、腰カフを腰に宛がいベルトの長さを調整する。次に、やや屈んで脛カフを脚の細い箇所からはめ、そのまま体を起せばテーパ状のカフがふくらはぎとフィットし、装着完了である（およそ数秒）。ただし、片まひ患者の場合は、立位では理学療法士（PT）の補助下での装着が望ましく、座位での装着がより安全である。なお、さらに安定的に拘束したい場合は、腰ベルトを装着することで腰での安定性が増し、さらに大腿部側面に小型カフを追加すると同じく安定性が増す。また、まひ側は感覚も低下していることから、ベルトの斜め掛けの効果を今後検証していく。

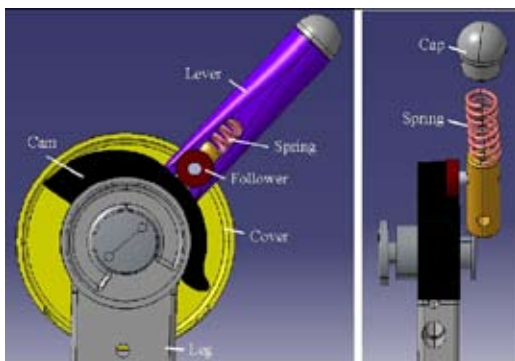


Fig.4 Hip spring mechanism generating waist torque

さらに、本支援機は、図4に示すバネ・カムを用いた股関節バネ機構（腰トルク発生機構）を有している[3]。カムは腰軸（大転子位置）上、大腿部に固定され、バネはレバ

ーに内蔵されており、カムフォロワを介してカムに圧接している。なお、カム形状によって任意のトルク特性が生成でき、現行モデルでは、レバーを手前に引くに従って、発生トルクが大きくなる。

なお、股関節バネ機構に関しては、筆者らの受動歩行の研究[4]でその力学的な効果（脚や膝関節への効果など）が明らかになっている。

5. 活用法

無動力であることから、次のような長所を有する。(1) 安全性が高い、(2) 軽量である、(3) 静粛性が高い、(4) 低コストである。さらに、歩行中、アシスト感を自らフィードバックして、股関節バネ機構のレバー操作が行えるのがポイントである。なお、レバーを後方で固定することで、適当なアシストが得られる。脚は支持脚期と遊脚期を交互に繰り返す。主に遊脚期での脚の振り運動へのアシスト効果がある（即時的効果）。

6. 開発者と人々をつなぐ

片脚式歩行支援機が新聞で報道されてから、一般の方々から、電話、メール、手紙を数多く頂いており、その反響の大きさに驚いている[5]。リハビリテーションの場合、急性期、回復期、維持期があるが、能動型が術後の早い段階（急性期）で有効であるのに対して、受動型は回復期から維持期での活用が期待できる。特に、維持期での訪問リハや日常生活（散歩など）において、PTの支援のもとで使用し、できれば一人での利用（一人で装着できることも含む）を促したい。したがって、患者さんや理学療法士とのつながりがとて強くなると考えられる。そのためには、簡単に使って頂ける手軽さを重視し、また利用者が創意工夫できるようにしたい。

名古屋工業大学では、名工大ライフイノベーションプロジェクトを推進しており、その活動の一環として訪問ワークショップを開催している[6]。一方的な講演、展示とは異なり、十分に時間を掛けて、開発した機器を実際に触ってもらい、また分かりづらい工学的用語を避けて、納得いくレベルで理解してもらおう。その中で、問題点・改良点などの意見を聴取し、研究開発にフィードバックすることを狙っている。

参考文献

- [1] 佐野明人, 田部井聡, 岩月和輝, 太田直幸, 池俣吉人, 藤本英雄: アシスト受動歩行によるマルチロール歩行機の開発 (1), 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'10 講演論文集, 1A2-A12, 2010.
- [2] 佐野明人, 岩月和輝: 無動力歩行支援機の開発, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'12 講演論文集, 2P1-V08, 2012.
- [3] 依慎太郎, 渡辺啓仁, 池俣吉人, 佐野明人: 股関節バネ機構による望ましい脚運動に基づく2足受動歩行, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'12 講演論文集, 1A2-Q01, 2012.
- [4] 加藤良樹, 池俣吉人, 佐野明人: 脚運動に対する上体バネ機構の効果, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'12 講演論文集, 1A2-Q02, 2012.
- [5] 中日メディカルサイト: <http://iryu.chunichi.co.jp/article/detail/20120113141449198>
- [6] 名工大ライフイノベーションプロジェクト: <http://nlip.web.nitech.ac.jp/>