

O1-4

床反力センシングによる立ち上がり補助機構の開発

Development of Standup Assistive Device Control using Grand Refraction Force Data

平川和広(大分大学大学院) 池内秀隆(大分大学工学部)
藤田元気(大分大学大学院) 永利益嗣(大分大学工学部)

Kazuhiro HIRAKAWA, Graduate School of Engineering, Oita University
Hidetaka IKEUTI, Faculty of Engineering, Oita University
Genki FUZITA, Graduate School of Engineering, Oita University
Masuzi NAGATOSI, Faculty of Engineering, Oita University

Abstract: Our developing standup assistive device is controlled by information of the subject's grand reaction force (GRF). The subject's no need to operate the switch or button and is given suitable and dynamic assist according to his/her lower limb power. The force plate in this device measures GRF of subject's contact feet at standing up. This device calculates "up" or "down" command by characteristics of GRF. When subject stand up contact feet's GRF increase. "Up" command is sent to device actuator by measuring this increase signal. In this report, we describe about installing Wii Balance Board as force sensor, device control rule and experiment results.

Key Words: Standup assist, grand reaction force, assistive device, control

1. はじめに

昨今は洋式の便座が普及し、座位での排泄が一般的となり、それに伴い便座からの立ち上がりの機会も増えた。立ち上がりは高齢者や腰や膝などの下肢に疾患や異常がある人にとって困難な日常動作である。また排泄はプライベートな空間であり、介助者のみならず被介助者にとっても人的介助は肉体的、精神的に負担が大きいものとなり、人的介助以外の支援機器による介助が活躍できる場であるといえる。

立ち上がりの解析研究⁽¹⁾や立ち上がり時の補助を行う機器は多数発表されている⁽²⁾⁽³⁾。しかし我々が知る限り他の立ち上がり補助装置はパネなどの一定力による補助やスイッチ操作などを行う必要がある。本研究では床反力(床から足への反力, 床に加わる力と同義)を測定し、その特徴から利用者が立ち上がるかとしているのか、座ろうとしているのかを判断し、利用者が出す能力に応じた支援を行う。本研究では床反力測定に安価な「バランス Wii ボード」(任天堂社製)を利用し、実験により通常のフォースプレートを使用した場合⁽⁴⁾と同様の結果が得られることを確認した。

2. 装置概要

Fig1 に使用した装置の外観, Fig2 に全体の動作の概要を示す。本装置では介護施設の方の意見を参考にしたため、被介助者がバーを握る, または抱えた状態で、立ち上がりの補助を行う設計となった。この装置は、高齢者や、足の機能が低下している障害者が椅子から立ち上がる際の動作の負担軽減を行う際に、ただ動作の支援を行うだけでなく、リハビリテーション効果を重視して、「使用者の残存能力を最大限利用し、最低限の補助を装置によって行う」ということと「使用者の動作からその意思を読み取り、装置に適切な動作を行わせる」ということを踏まえて開発を行っている。そのため被介助者の足元にフォースプレートを置き、測定した床反力に応じてアクチュエータを作動させることによりバーを持ち上げる方式をとった。本報告では、フォースプレートとして安価で可搬性も優れている Wii バランスボードを使用した。



Fig1 the Aspect of Device

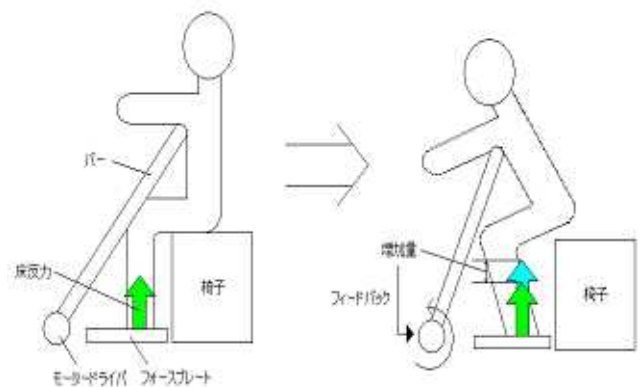


Fig2 Outline of Device

全体構成は Fig3 のようになる。本装置に使用した機器として、エアシリンダは SMC 製複動片ロッド形シリンダ、ガスシリンダは TOYOTA 製高圧ガスシリンダ、中継端子台は CONTEC 製 EDP-50A、AD/DA カードは CONTEC 製

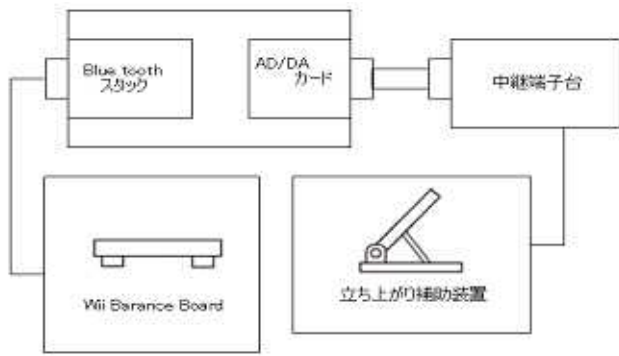


Fig3 Overall view

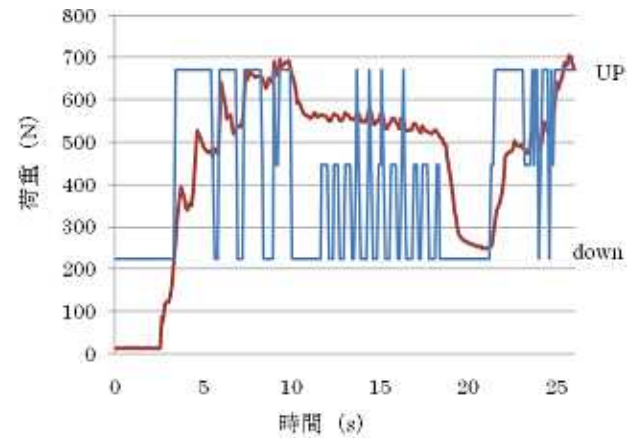


Fig5 Experimental Result

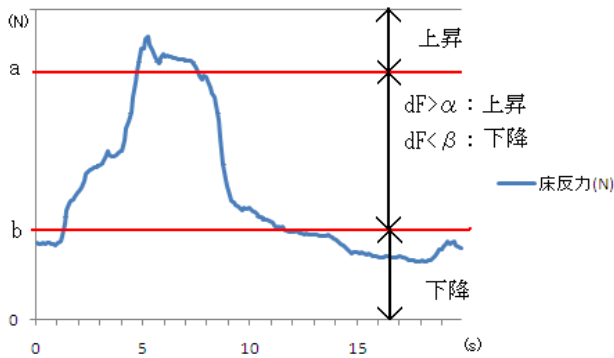


Fig4 Operating Conditions

ADA16-8/2(CB)L, Bluetooth スタックは PCI BT-Micro3E2X を使用した。

3. 制御アルゴリズム

プログラムの作成には Microsoft Visual Studio2008 を用い、プログラム言語は C# にしてプログラムを作成した。また、バランス Wii ボードとのインターフェースには WiimoteLab を使用した⁽⁵⁾。

バーの制御には立ち上がり時の床反力の増減率に着目した。具体的には床反力を時間微分し、求めた値によって装置のバーが上昇、下降を行うようにプログラムを組んでいる。この際、立ち上がり直後や座っている時の床反力の一時的な変化に反応してしまうために Fig3 に示すように a, b という閾値を与え、その閾値を越えた場合は、床反力の増減にかかわらず常に上昇または下降指令とした。a, b はそれぞれ使用者の体重の 90%, 30% とする。

以上をまとめると以下のような式になる。

$$F > a \text{ または } b < F < a \text{ かつ } dF > \alpha \quad \text{上昇}$$

$$F < b \text{ または } b < F < a \text{ かつ } dF < \beta \quad \text{下降}$$

(F: 床反力, dF: 床反力の時間微分値, a: 上限閾値, b: 下限閾値, α: 上昇の閾値, β: 下降の閾値)

なお、制御出力は、バーの上昇(Up)、保持、下降(Down) の 3 種類である。

4. 実験

動作の確認のため実験を行った。被験者は 76kgw の 20 代男性であり、上限閾値 = 670(N), 下限閾値 = 223(N), α = 1, β = -0.5 とした。結果を Fig5 に示す。赤い線が床反力であり、青い線が制御出力である。Fig3 より読み取った床反力により条件に従って制御を行えていることが読み取れる。

しかしながら、制御出力を見ると、立ち上がり時(床反力が右上がり、時間 4s ~ 8s 付近)、立位保持状態(時間 10s ~ 18s) で頻繁に切り替わっているのが分かる。これらに対応する床反力区間では、床反力が小刻みに振動しているのが分かる。これは、被験者がややバーに寄りかかり気味であるためと考えられる。立ち上がり時では、バーの上昇に伴い、被験者も一緒に持ち上がったため、一時的に床反力が減少し、床反力の微分値がマイナスになり、下降指令が発生したと考えられる。また、立位保持状態では、小刻みに床反力の変動があるが、バーに寄りかかる体重分が大きかったため、フォースプレートの荷重が体重の 90% 以下となり、床反力の微分値による判断区間に入ってしまう、このような結果となったと考えられる。

本装置のように、バーを抱え込むようにして体幹を保持する場合、被験者の保持の程度により、フォースプレートに加わる荷重が変化する事が予想される。床反力荷重のフィードバックを行う本方式では、他の体幹支持方法を検討すべきである。

5. まとめ

床反力フィードバック型の立ち上がり支援装置において、従来のフォースプレートに代わり、バランス Wii ボードを使用した。設計通りの動作をすることは確認できたが、被験者の体幹保持方法により、安定した動作ができない恐れが予想された。今後は、腰の部分を押し上げるような体幹支持方法を検討すると共に、新たな機構を提案し、改良を進めていく予定である。

参考文献

- (1) 新小田幸一, 田中光晴, 池内秀隆, 加藤了三, 山下忠, 椅子からの立ち上がり動作の位相解析, 日本機械学会論文集 C 編, 第 65 巻, 第 634 号 pp.2436-2437, 1999.
- (2) 立ち上がり補助いす (TS-101G/S), タカノ (株), <http://www.takano-hw.com/products/standupchair/>
- (3) 薬師亮祐, 平見鉄郎, 十河宏行, 片山周二, ガススプリングを用いた立ち座りサポートシステムの評価, 福祉工学シンポジウム 2009 講演論文集 pp16 - 19, 2009.
- (4) 藤田元気, 池内秀隆, 永利益嗣, 床反力フィードバック型立ち上がり支援機構の制御に関する検討, 第 20 回ライフサポート学会フロンティア講演会, pp.78, 2011.
- (5) 白井暁彦, 小坂崇之, 木村秀敬, くるくる研究室 (株) オーム社, WiiRemote プログラミング, 2009.