

単体多機能型自立生活支援ロボット

A Multi-function Type Human Support Robot for Independent Living

○王碩玉（高知工科大学） 石田健司（高知大学） 藤江正克（早稲田大学）

Shuoyu WANG, School of System Engineering, Kochi University of Technology

Kenji ISHIDA, Medical School, Kochi University

Msakatsu FUJIE, Department of Modern Mechanical Engineering, Waseda University

Key Words: Support, Live Support Robot, Human Support, Multi-function, Mobile, Transferring, Training, Rehabilitation

1. 緒言

近年、介護の人手不足で、本来軽度の高齢者は「寝かされ老人」となり、結局急速に寝たきり状態に陥ってしまうという問題が起きている。そこで、軽度の高齢者の重度化予防に有効で且つ手軽に使える自立生活支援機器の開発は急務である [1]。現在、国内・国外では、商品化されている福祉介護機器例えば、移動用シルバーカーや歩行車や車いす、訓練用歩行器や平行棒、立ち上がり支援椅子、移乗用リフトなどが多数ある。しかし、これらの生活支援機器では、個別機能対応型が多く [2]、その使い方が統一されていないので、各々の個人にとっては操作法をマスターするのが難しい。また、狭い自宅や施設の個室では多数の機器を収納するのが現実的には困難である。実際の現場では、移乗用リフトのような利用率が非常に低い物も多い。結局介護士の力任せに抱え込んで移乗させている。その結果、介護者の8割は腰痛があり大問題となっている。したがって、操作しやすく役に立つロボット技術が期待されている [3]。

本研究では、単体多機能型自立生活ロボットを提案し、多機能中の共通課題を抽出し、そして解決することを最終目的としている。ここで第一報として、まず移動・移乗・訓練・作業支援を一体化させる自立生活ロボットを試作して、福祉施設にてヒヤリングした結果について報告する。

2. 目指している自立生活支援ロボット

日常生活において最も基本とされている、移乗、移動、訓練、作業支援を一体化させる単体多機能型生活支援ロボットの基本構造を図1に示す。狭い住宅や施設中の個室でも使用できるように、全方向移動技術を使用する。具体的には臨床試験により有用性が認められている全方向移動型歩行訓練機 [4] に使用している、小型高出力なオムニホイールを用いる。シートはソフト的素材を使用するが、その形状として後部より前方が狭く取っている。これは、通常的車いすと違って、跨っている姿勢で使用できるため、使用事例で述べるように、多様な生活動作を実現できるようになる。セフティー・バーは、左右の肘掛は90度範囲で回転でき、折りたたみ式の背もたれは後方に180度収納できる。これは移乗の際にベッドやソファやと便器との零距离で接近するためである。高さを上下に可変にすることにより、異なる身長の利用者対応や移乗対象の高度に合わせることができる。姿勢センサーを本体に取り付けて、部屋の中で自律移動の際に、物と人の相対関

係を測り回避しながら目的地まで誘導する。力覚センサーを四か所に設置して、使用者の重心位置測定や中心から重心に向かう方向測定をリアルタイムで行うことで、重心位置ずれによる経路追従誤差の低減および身体の片向きによる操作が可能となる。電動車いすの走行操作と同じ目的で、ジョイスティックも設けてはいるが、下方に収納できることにする。よって、使用者の方向からかつ楽な姿勢で乗車・下車ができる。現場でヒヤリングを実施するために、電気コードやマイコンなどは見せないようにコントロール・ボックスやパイプ中に入れる。

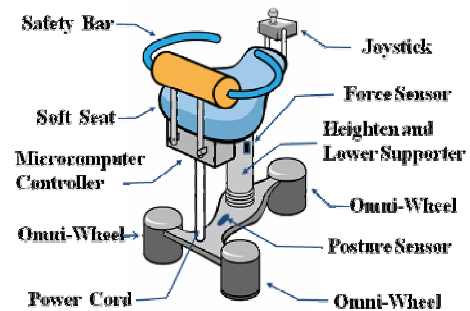


図1 単体多機能型自立生活支援ロボット

操作法として、①ハンドによる操作モード、②足による操作モード、③身体の傾きによる操作モードがある。移動や作業支援は操作モード①、訓練やリハビリテーションは操作モード③、移乗は操作モード②を使用する。ジョイスティックを用いる操作モード①は、通常の電動車椅子の操作と同じであるが、足使用モード②と身体の傾き利用操作モード③は、モダンで簡単にモードを切り替えられ、使用者は特に意識せずに操作できるようにする。

各機能の例としてイメージ図により述べる。たとえば、高さの調整とセフティー・バーの収納を図2、ベッドや便座やソファとの間の移乗を図3に示す。移動を図4、歩行訓練を図5、作業支援を図6、立ち上り支援を図7に示す。



図2 生活支援ロボット



図3 移乗

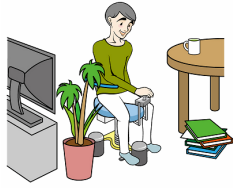


図4 移動



図5 座位歩行訓練



図6 作業支援



図7 立ち上がり支援

軽度の高齢者は本支援機器を用いれば、自立生活ができるようになり、結果として重度要介護者人口が減り、介護人材不足の問題は緩和される。

物を相手にする産業用ロボットは高精度・高速度を追求しており、その各種制御法が開発された。人間を対象とする福祉介護機器に適用する適切な制御法を開発することが必要である。たとえば、図3～図7に示すように、多様な支援動作を一つの機器で実現する生活支援ロボットには、ロボット自身は使用者の意図を正確に推定、運動を能動的に生成、そして人～機械系を乗り心地良く且つ適切に制御することが必須である。したがって、福祉機器の自動制御における共通課題として、意図推定法、運動生成法、乗り心地の計測法、人間～機械系の制御法の構築が挙げられる。

3. 単体多機能型自立生活支援ロボットの試作

単体多機能型自立生活支援ロボットの試作機を写真1、本体の高度調整様子を写真2に示す。



写真1 生活支援ロボット



写真2 高さの調整

外径寸法はW630×D670×H760～1070 [mm]、座面高度の可調整範囲は400～710 [mm]、台車重量は約40kg、駆動輪は3輪ともモータと減速機を一体したオムニホイールユニット使用、電源は鉛蓄電池で連続駆動満充電にて3～4時間、搭乗者重量は最大80kg、移動速度は1.07km/h～2.73km/hである。

4. 病院福祉施設でのヒヤリング

試作した単体多機能型自立生活支援ロボットを用いて、特

別養老ホームにてヒヤリングを行った。ディスクの前では横方向への作業を写真3、ベッドからの移乗を写真4に示す。



写真3 ディスク作業



写真4 ベッドから移乗

さらに写真5に示すように、座位姿勢での歩行リハビリテーションの可能性について調査を行った。擬似的歩行訓練の際に、写真6に示すように、歩行に最も重要とされている大腿四頭筋と大腿二頭筋の筋収縮を計った。

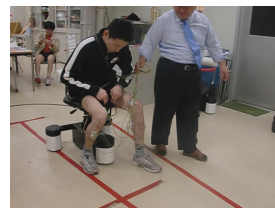


写真5 座位歩行試験

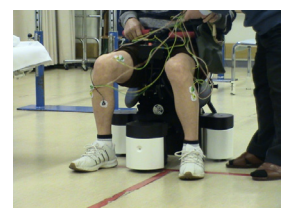


写真6 筋収縮の測定

福祉施設では、各機能を備えるロボットの必要性があることは認められた。一方、より便利な操作法も求められている。また、横幅をより狭くしてほしい要望があった。しかし、横幅を狭くしてしますと、安定領域の面積が小さくなるので、転倒の恐れが出てくる。両方とも満たせるのが課題である。

座位歩行の試験では、後方歩きでは、大腿四頭筋（内側広筋：膝を伸ばす筋）が良く使われている。大腿の筋（膝より上の筋）の方が、下腿の筋（膝より下の筋）より、筋放電量が多いことが判った。

5. 結言

本研究では、単体多機能型自立生活ロボットの概念を提案し、基礎研究用の試験機を試作した。実験・試験のために予備的調査を行い、ニーズのあることと改善点が分かった。また、座位での歩行による歩行訓練の可能性を確認した。当日、写真や動画を用いて詳細について説明する。

参考文献

- [1] “NEDO 福祉用具実用化開発推進事業”，中間評価報告書(2005年3月)
- [2] “国際福祉機器展 H.C.R. 2009”，<http://www.hcr.or.jp/> (2009年9月29日～10月1日)
- [3] 藤江正克：“役に立つ生活支援ロボットをめざして”，日本ロボット学会誌，pp.12～13，Vol.26，No.8(2008年8月)
- [4] 石田健司，王碩玉，永野敬典，岸孝司：“全方向移動型歩行訓練機を用いた運動訓練の有用性”，運動・物理療法 (J.Physical Medicine)，pp.246～250，Vol.19，No.4(2008年8月)