

## ロボットの移動機構の動力を利用する住環境操作システム

### House environment operation system using power of the movement mechanism of mobile robot

○ 富士広大 (日大) 遠藤麻衣 (日大) 遠藤央 (日大) 柿崎隆夫 (日大)

Hiromasa FUKUSHI, Nihon University. Mai ENDO, Nihon University.  
Mitsuru ENDO, Nihon University. Takao KAKIZAKI, Nihon University.

**Abstract:** In this study, to support handicapped people, especially focusing on the hemiplegic person, a life support system is proposed. For improving their QoL, the system is required to support their early rehabilitation rather than care for whole ADLs. Thus, we propose the system, which estimates the state or the condition of a patient and support in proper qualities. When the patient requires the support, requirements are sent to the system via a control device. Received requirements are converted to commands, which can be realized by the system. A mobile robot executes the command. Conventional mobile robot has an actuator for controlling the living environment. For simplifying the system and improving the safety of the system, the novel method to actuate the living environment is proposed in this paper. In this method, the end effector to control the living environment is actuated by actuators for the locomotion.

**Key Words:** Using power of the movement mechanism, Early return to normal life, Mobile robot

#### 1. はじめに

日本における三大疾患の一つである脳血管疾患は発症後に高確率で身体に麻痺が残るが、早期のリハビリにより社会復帰可能なレベルへの機能回復が望める。一方で、数ヶ月するとリハビリの回復効果が低下する。したがって、短期集中的なリハビリが社会復帰への鍵であることがわかる。

生活環境での ADL は継続的かつ反復して実施可能であるため重要であるとされている。しかし患者が介助者や支援者に頼りがちになり、リハビリになるレベルの ADL を進んで実施しないことも確認されている<sup>(1)</sup>。ゆえに患者の症状や状態を理解し、適切に支援することが重要である。

#### 2. 支援ロボットシステム REACH

本研究では片麻痺者の早期社会復帰を目指す支援システム REACH (Robotic Enhanced Assistant Conquering Handicaps) を提案する。Fig.1 に本研究で提案する支援システムのコンセプトを示す。片麻痺者の麻痺のレベルに基づいて的確に支援することで、支援対象者が実行不可能なこと、または実行時危険が伴うことはロボットで代行し、支援対象者が実行可能な ADL は自身での実行を奨励する。これにより高度機能回復、早期社会復帰を狙う。

本システムは片麻痺者の日常生活において作業頻度が多く、軽度な作業をオンデマンドに代行、補助する。システムは操作インタフェース、サーバおよび移動ロボットから成る。操作インタフェースにより入力された支援内容をシステムが信号化し、サーバへと送信する。サーバは受信し

た情報と麻痺のレベルに基づいて支援タスクを選出する。支援タスクを移動ロボットが実行可能なコマンド群へと変換し、送信することで支援を実現する。これにより音声コマンドに基づいて、ポータブルトイレの搬送支援などを実現してきた<sup>(2)</sup>。

#### 3. REACH で用いる支援用移動ロボット

Fig.2 にシステムで用いる移動ロボットの試作機を示す。試作機はモノコック構造のフレームで形成されており、3つの全方向移動輪により全方向移動を実現する。また、環境を操作する 1DoF の動力と接続機構から成る住環境操作装置を備え、これにより様々な支援を実現する。

これについて、介護環境のリスクを考慮し ISO の Guide51, ISO12100 に基づきリスクアセスメントを実施した。その結果、曲面形状、狭い間隙、低出力低速度駆動、認識可能なサイズが必要という知見を得た。これらを考慮し、Fig.3 に示すロボットシステムを提案する。ロボットは既製ロボット製品 (iRobot 社製 Roomba770) を利用し、情報提供用のタブレット PC (ASUS 社製 Transbook) を備える。また、外界計測用のレーザーレンジファインダ (北陽電気製 URG-LX04) を搭載する。

従来ロボットに比較し、提案ロボットは移動用の動力の軸数が 3 軸から 2 軸へ削減されている。また、環境操作用の動力を搭載していないため、ロボット全体としての低出力化を実現している。外装を採用するなど形状や隙間にも配慮しており飛躍的に安全性が向上していることが分かる。

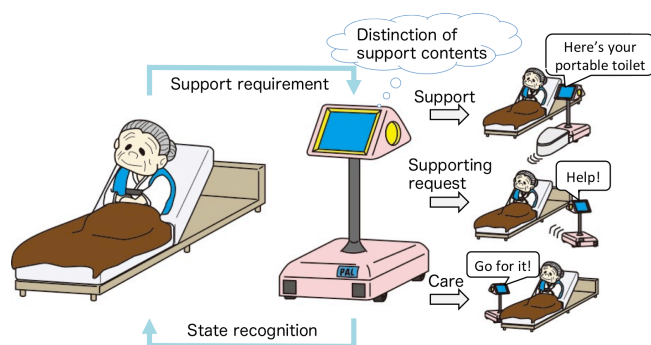
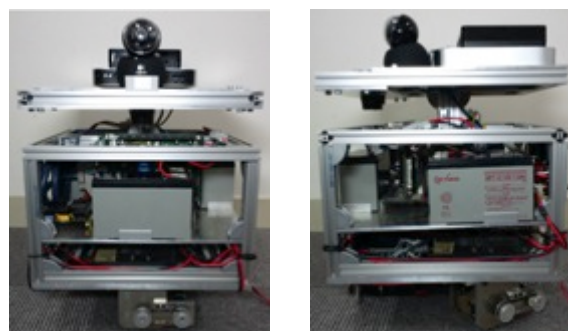


Fig.1 Concept of the proposed system



(a) Front view

(b) Side view

Fig.2 Conventional robot of the proposed system

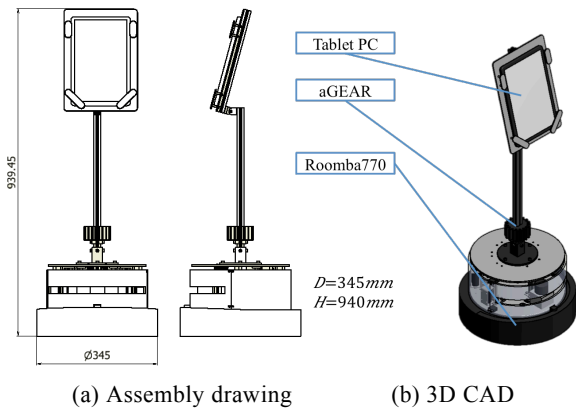


Fig.3 Proposed robot using a commercially available robot

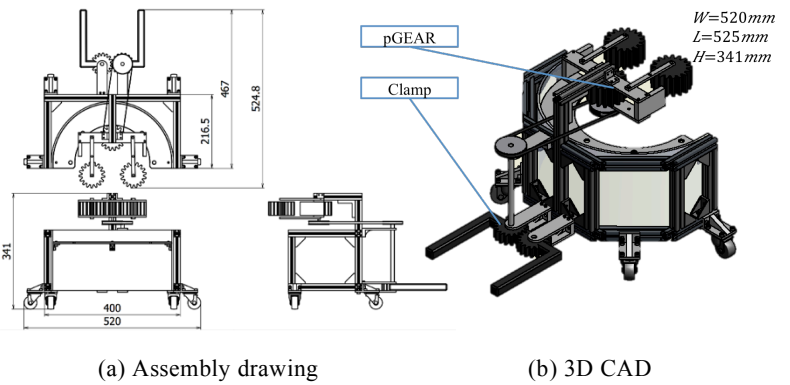


Fig.4 End effector for clamping an object in the living

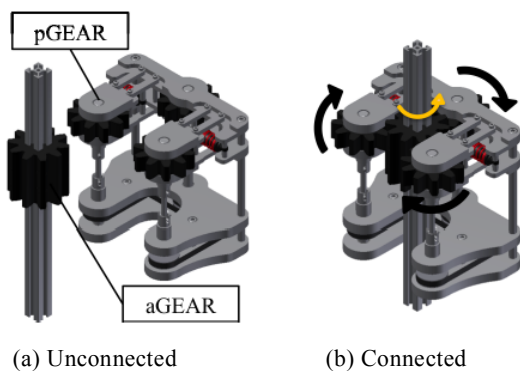


Fig.5 Mechanism for transmitting the power to the end effector

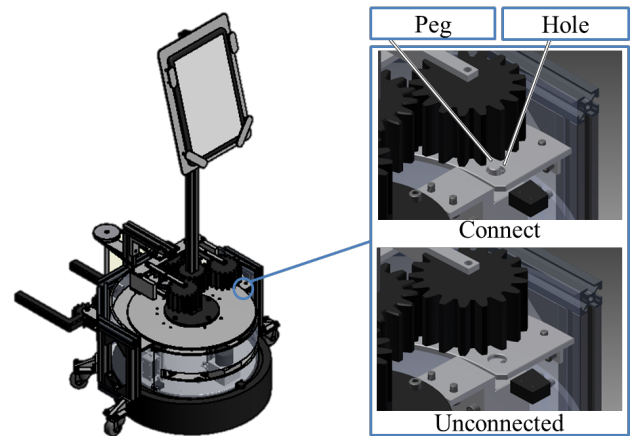


Fig.6 Whole system consisted with the mobile robot and the end effector

#### 4. 住環境操作用エンドエフェクタ

住環境を操作するために、本研究では移動ロボット用のエンドエフェクタを用いる。このエンドエフェクタを換装することで、多様なタスクへ対応する。ここで、エンドエフェクタには動力および制御装置を搭載せず、駆動動力をロボット側で制御することにより、エンドエフェクタを操作する。前述した従来のロボットはエンドエフェクタ駆動用のアクチュエータを装備し、それを制御することでエンドエフェクタを操作していた。

本稿ではエンドエフェクタの一例として、クランプ機構を提案する。Fig.4に設計したクランプ型エンドエフェクタを示す。提案するロボットと接合し、移動および住環境の操作を実現する。ここで提案するロボットはエンドエフェクタを駆動するアクチュエータを装備しない。エンドエフェクタ駆動時のロボットの動作について以下に述べる。

Fig.5に、Fig.3とFig.4上部の動力伝達部のみを示す。図に示すように、提案するシステムは駆動力伝達機構 GEAR (Gesture Evolved Actuating Rooter) を備える。ここでロボットに搭載される駆動側機構を aGEAR、エンドエフェクタに搭載される被駆動機構を pGEAR と呼ぶ。(a)に示すようにそれぞれ独立した歯車形状として設計されており、pGEAR は 3 枚の歯車を組み合わせた形状である。(b)には接続時の様子を示す。図のように aGEAR を pGEAR により囲うように接続し、aGEAR の回転を伝達する<sup>(3)</sup>。

Fig.6 にロボットとエンドエフェクタが接続した状態の全体図と、両者を固定する機構の拡大図を示す。まず全体図のようにロボットがエンドエフェクタに接近、接続し Fig.5(b)の状態にする。ここでロボットがその移動機構により aGEAR の軸周りに回転することで動力を伝達し、クランプの開閉を実現する。このとき、ロボット側に複数のロ

ックペグを備え、エンドエフェクタ側の固定用ホールへ挿入する。エンドエフェクタ駆動時にはロックを外すことによりロボットとエンドエフェクタが相対的に回転できるようにし、動力の伝達を実現する。

#### 5. おわりに

本研究ではオンデマンドに支援することで片麻痺者の早期社会復帰を支援するシステムを開発している。提案システムは操作インタフェース、サーバおよび移動ロボットで構成される。操作インタフェースに入力された支援要求がサーバを介してロボットに伝達され支援を実現する。

本稿ではリスクアセスメントにより得られた知見に基づいた新たな移動ロボットの設計およびその機構について述べた。今後はこのロボットシステムを既存システムへ適用し、支援タスクの検証をするだけでなく、実際の介護現場における支援の可否について検証していく。

#### 参考文献

- (1) 上田敏, 日常生活を再考する-「できるADL」, 「しているADL」から「するADL」へ-, リハビリテーション医学, vol. 30, no. 8, pp. 539-549, 1993.
- (2) 遠藤麻衣, 他, 要介護者を支援するライフサポートシステム REACH に関する研究-音声インタフェースによる簡易トイレの搬送支援実験-, 第19回ロボティクスシンポジウム, 3C2, pp. 263-268, 2014.
- (3) 遠藤麻衣, 他, 障害者の早期社会復帰を目指す支援システム REACH-ロボットの移動機構の動力を利用する住環境操作のための機構設計-, 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会2014, 1P1-F04, 2014.