人間共生型ロボットと身体拡張インターフェースによる介護・医療・福祉支援

神奈川工科大学　三枝　亮

はじめに

近年、センサ、ＡＩ、ロボット技術の生活空間への導入が進み、これらの技術を活用した業務代行や生活支援についての事例が多く報告されている。成功している技術分野として、自動運転が挙げられる。自動運転は運転作業の代行において精度を高めているが、人間と運転エージェントの意思が相反するときには適切な対処が困難な場合があり課題となっている。別の技術分野としては、室内向け掃除ロボットに代表される自動清掃が挙げられる。自動清掃は市場経済的にも成功を収めているが、物の整理など環境や場所の意味的な理解を伴う作業への対処は未解決であり、今後の解決が期待される。

介護、医療、福祉支援の分野においても、これまでに様々な技術が提案され現場に導入されてきた。介護では電動車いすや食事支援ロボット、医療では電子カルテシステムや手術ロボット、福祉では自動読み上げ装置や視線認識システムなどが挙げられる。これらの支援機器は業務代行による職員負担の軽減や利用者へのサービスの質、安全性の向上に効果が期待されている。各界では原子力発電やゲノム編集などの技術利用に注目が集まっているが、介護、医療、福祉支援の分野においても個人の尊厳の観点から様々な議論がなされている。しかしながら、機器への依存による心身の変容や幸福な生活支援の在り方についての検討は十分ではなく、今後も継続的な議論が必要であると考えられる。

このような背景において、私たちは人間型共生ロボットや身体拡張インターフェースの技術を提案し、介護、医療、福祉支援への応用を模索してきた。研究の理念として、技術を介した人間の発達成長を掲げている。先に例示した自動運転や自動清掃の技術は人間が現場で今必要とする機能を補助する性格が強いが、介護、医療、福祉支援では、補助の提供に加えて補助が不要になるように支援することも重要である。本研究では個人が健康的に自立することを目指し、人間の発達成長を促す技術を提案してその効果を検証し、人間の心身の変容について理解を深めることをねらいとする。以降では、本研究の取り組みとして、人間共生型ロボットによる見守り支援と歩行リハビリ支援、口腔に対応した身体拡張インターフェースによる自立支援の事例を紹介する。

人間共生型ロボット Lucia（ルチア）

人間共生型ロボット Lucia（ルチア）による見守り支援、歩行リハビリ支援の事例を紹介する。Lucia は介護、医療、福祉支援の研究プラットフォームとして開発された自律移動型ロボットである。2014 年に 1 号機を製作して以来、5 号機まで製作しており、現在も改良が続けられている。2019 年には Lucia の見守り機能を基盤とした見守りロボット「くるみ」が製品化されている。

Lucia の見守り支援では、対人応対、夜間見守り、ベッド周辺検知、バイタル運動計測の機能要素が実装されている（図 1 左）。対人応対の特長としては、全身型の接触検知の機能が挙げられる。ロボットが障害物を回避して自動巡回しても、環境内にいる人間がロボットに積極的に接触する場合があり、人間との接触に友好的に対応できることが望ましい。Lucia は接触検知が可能な柔軟素材で全身を覆われており、接触に反応する一方で、意図しない接触により衝撃が発生しても人間とロボットの双方とも損傷しない。夜間見守りの特長としては、発見対象者の安否確認の機能が挙げられる。Lucia は介護施設のフロア地図に基づいて夜間巡回を行い、対象の形状と温度の特徴によって人物を検出するが、検出した人物が倒れている場合には職員への緊急通報を行う。検出した人物に声掛けを行い、応答がない場合には人物の姿勢情報に基づいて胸郭位置を推定し、温度カメラによる体温計測と体動センサによる呼吸確認を行う。人物検出のイベントは職員の端末に伝送されるが、これらの生体情報に基づいてレベル判定を付与することで、優先対応の必要性を判断する際の状況把握に有用である。

Lucia の歩行リハビリ支援では、歩行計測と歩行誘導の機能要素が実装されている（図 1 右）。歩行計測の特長としては、一歩ごとの歩行評価の機能が挙げられる。歩行練習者の両脚の速度情報から遊脚立脚の状態を認識し、歩幅や歩速などの情報を一歩ごとに計測評価して可視化することで、医師の診断や療法士の訓練を定量的に支援する。歩行誘導の特長としては、複合感覚刺激による誘導の機能が挙げられる。視覚では床面投影による踏み出し位置の知覚、聴覚では着地音による踏み出しリズムの知覚、触覚では姿勢崩れの知覚に介入し、歩行練習者と一緒に移動することで楽しく歩行練習を行うことができる。

身体拡張インターフェース Orale（オラーレ）

身体拡張インターフェース Orale（オラーレ）による自立支援の事例を紹介する。Orale は福祉支援の研究プラットフォームとして開発された口腔用インターフェースである（図 2）。Orale を用いて口腔内の舌運動と顎運動で外部機器を操作し、顔部と頸部の皮膚触覚に刺激を与えることで、口腔周辺の感覚運動機能のみで環境を能動的に知覚できる。Orale を介して Lucia を知覚操作することで脊椎梗塞の障害者でも遠隔にいる人物と会話し、身体的なコミュニケーションを行うことができる。



図 1.　Lucia による見守り支援と歩行リハビリ支援

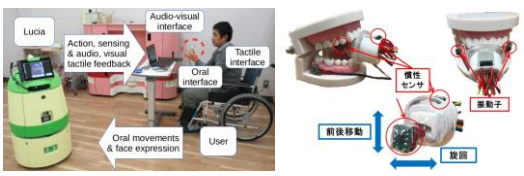


図 2.　Orale と Lucia の連動による自立支援