

# 知的制御と情報提示による被介護者に優しい介護システムの提案

Proposal of gentle nursing system by informative intelligent control

栗林 和輝      安信 誠二

Kazuki Kuribayashi    Seiji Yasunobu

筑波大学 知的制御システム研究室

Intelligent control system laboratory, University of Tsukuba

## 1 はじめに

近年、高齢化に伴い介護に対する需要が高くなってきており、更に介護者の数が減少傾向にある。その中で、人間の代わりに介護をすることができる介護ロボットなどは、この高需要低供給問題を解消できるのではないかと期待されている。現在開発、販売されている介護システムは、フェイルセーフ設計や、モータ出力を適切に制御するなどして被介護者が怪我をしないように工夫されている [1][2]。しかしながら、人間ではない機械システムに介護されることに対して、不安感を抱いている被介護者も多く存在する。これに対し、被介護者の負担を考慮し、時に声をかけながら優しく介護することで、身体的負担や精神的負担を与えることなく介護することができる介護熟練者が存在する。被介護者にとって、特にこの介護熟練者が行うような優しい介護が望ましいが、介護熟練者の数はさらに少数であるのが現状である。

一方で近年、モータ自体に CPU が内蔵されるなど、アクチュエータの高機能化が進んでおり、音声やディスプレイなどの情報提示方法も多様化している。そこで、これら効果的ツールを用いて、被介護者の身体的負担軽減、精神的負担軽減を試みた、被介護者に優しい介護システムを考える。本研究の目的を「熟練者の介護知識を組み込んだ被介護者に優しい介護システムの実現」とし、その実現手法の提案を行う。

## 2 被介護者に優しい介護システム

介護熟練者は状況に応じて被介護者に対して声をかけるなどして精神的負担の軽減を図り、また接し方を柔軟に調節するなどして身体的負担の軽減を行っている。このような熟練者の優しい介護をシステム化する場合、被介護者に対して情報提示するなどして精神的負担を軽減し、システムの動作を必要に応じて柔軟に制御するなどして身体的負担を軽減する必要がある。そこで、熟練者の介護知識に基づいて高機能アクチュエータを制御することで身体的負担を軽減し、システム状態を提示することで精神的負担を軽減するとい

た手法により被介護者に優しい介護システムを実現する。高機能アクチュエータ制御に関して、速度や目標位置を制御することはもちろん、バネのような柔軟な出力となるようにアクチュエータに弾性力を導入することでシステムの柔軟な動作を実現する。

以下に Fig.1 として提案システムのシステム構成を示す。状況判断部では、被介護者から送られるタスク内容情報や、アクチュエータの位置、速度情報から、被介護者との非衝突可能性を示す安全度と、タスクの容易度を計算する。身体的負担軽減部では、安全度、タスク容易度から熟練者の介護知識に基づいてアクチュエータの目標位置、弾性力、駆動速度を決定し、それらを設定するためのコマンドをアクチュエータに送信する。また精神的負担軽減部では、状況判断部での計算結果やアクチュエータの状態をシステム状態としてわかりやすい形でディスプレイに表示する。

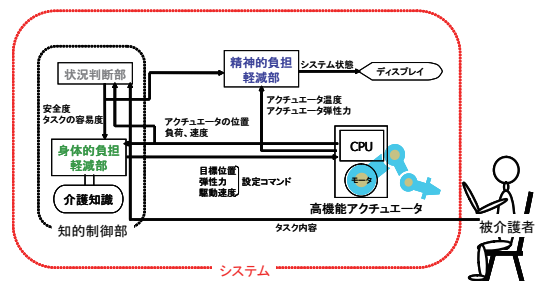


Fig. 1: システム構成

## 3 アクチュエータ制御

### 3.1 アクチュエータ特性

システム駆動源となるアクチュエータとして、Futaba製、RS302CDを選定した。このアクチュエータはCPU内蔵の多入力高機能アクチュエータである。速度、位置などをコマンド設定できる他、現在位置、温度、トルク、負荷といったアクチュエータ状態も取得することが可能である。また本来、アクチュエータにバネのような柔軟な出力(弾性力)をさせることを考えた場合、アクチュエータに入力する電流を調節することでその制御を行うことになるが、この高機能アクチュエータ

は、弾性力もコマンドで設定可能である。このように、多機能なアクチュエータである反面、うまく扱うことが難しい。そこで、介護熟練者の知識に基づいた知的制御によって、うまい制御を実現する。

### 3.2 介護熟練者の介護知識

介護熟練者は先で述べたように、被介護者に身体的負担、精神的負担を与えることなく介護することができる。これは、介護熟練者が介護の際、正確に、効率よく行動するための知識とともに、被介護者に負担をかけない知識を用いて行動しているからである。従ってこれら知識をシステムに組み込むことで被介護者に優しい介護システムの実現が期待できる。介護熟練者はどのような行動をとるかを定めるために状況判断をしており、自分自身と相手との距離や自身の行動速度などから安全性を確かめ、タスク内容などからタスク容易性を考慮していると考えられる。そしてこの状況判断結果と自分自身にかかる負荷などの情報から以下のような介護知識を用いて行動していると考え、状況判断を定式化したアルゴリズムで、介護知識を「If-then ルール」(ファジィルール [3]) で設定することで熟練者の介護知識をシステムに組み込む。

- もし被介護者との衝突の危険性が少なく、タスクの容易性が高いならば、行動速度を少し上げる
- もし被介護者と衝突の可能性が高いならば、ソフトな動作にし、行動速度を下げる
- もし腕などに負荷が大きくなるならば、目標位置を変更する

## 4 システム状態提示

熟練介護者の考えや状態を被介護者が把握することは、対象の精神的負担軽減につながる。従って、システムの状態を被介護者にわかりやすいかたちで表示することで、被介護者の精神的負担の軽減が期待できる。本システムでは、被介護者の安心感に影響を与えると考えられる以下5つをディスプレイ表示する。特に弾性力などは、数値表示ではわかりづらいと考えられるので、アニメーション等を用いた直感的にわかりやすい表示とする。

- 介護知識に基づく安全度
- 介護知識に基づくタスク容易性
- アクチュエータの弾性力
- 目標位置
- アクチュエータ温度

## 5 実証実験

アクチュエータの出力を柔らかくすることで、被介護者の身体的負担軽減を期待できるということを確認するために以下の実験を行った (Fig.2)。

アクチュエータの初期位置-100度から目標値100度まで速度40[度/sec]で駆動し、70度位置にある障害物にサーボホーンが衝突する際のアクチュエータにかかる負荷を計測した。アクチュエータの柔らかさをそれぞれ70、30、0( )と設定したときのそれぞれの結果を Fig.3 に示す。柔らかさを高く設定するほど、衝突時の負荷を緩和できていることがわかる。これにより、アクチュエータの出力を柔らかくすることは、被介護者の身体的負担軽減に有効性を持つことを確認できた。

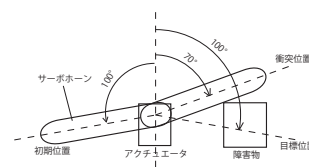


Fig. 2: 実験構成

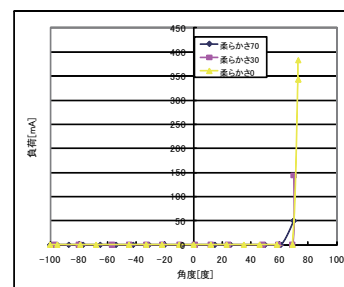


Fig. 3: アクチュエータ出力の柔らかさと負荷の関係

柔らかさ  $x$  とは、目標値に戻ろうとするトルクを調整する範囲を表す。目標位置からのずれと、目標値に戻ろうとするトルクはこの範囲で比例関係にあるため、 $x$  が大きいほど柔らかい出力となる。

## 6 おわりに

本稿では、介護熟練者の介護知識を組み込んだ被介護者に優しいシステムを実現することを目的として、身体的、精神的負担を軽減による被介護者に優しい介護システムの実現手法についての提案を行った。今後は提案システムを構築し、安全度推移実験やアクチュエータ出力推移実験などから、提案システムの有効性を定量的に検討する。

## 参考文献

- [1] 理研-東海ゴム 人間共存ロボット連携センター (<http://rtc.nagoya.riken.jp/RIBA/technology.html>)
- [2] SECOM 医療・介護 マイスプーン (<http://www.secom.co.jp/personal/medical/myspoon.html>)
- [3] 安信誠二「ファジィ工学」, 昭晃堂, 1991.