

平成 15 年 戦略的基盤技術力強化事業
研究開発成果報告概要

事業管理 法人名	財団法人 製造科学技術 センター	代表者名	亀井 俊郎	所在地	〒105-0002 東京都港区愛宕1-2-2 Tel: 03-5472-2561
-------------	------------------------	------	-------	-----	--

管理番号 15R-4
技術分野 : ロボット部品分野
技術区分 : アクチュエータ関連技術
技術開発課題 : ユニット化技術
テーマ名 : アシスト用直動アクチュエータユニットに関する研究開発
研究開発期間 : 平成 15 年 8 月 5 日 ~ 平成 16 年 2 月 5 日

1. 委託事業実施の背景と委託事業の概要

社会の高齢化が急速に進む中、加齢に伴う歩行機能の衰えが日常生活障害の大きな要因となりつつある。離床、起立、着座の動作は、歩行機能の基本となるものであるが、この点に着目した自立生活支援機器として実用性に富んだものは未だ少ないと言わざるを得ず、新規な開発が急務となっている。そのために、離床を支援するアシストシステムの実現を目的として、特にアシスト機能の実現に必要な力制御機能を備え、拡張性、低コスト化に配慮した直動アクチュエータユニット、ならびにそれを組み込んだ実証用離床支援プロトタイプシステムを研究開発する。

2. 委託事業全体の内容と目標

離床支援システムを対象として、力センサを内蔵し制御ソフトウェアが用途に応じてプログラマブルであり、ミドルウェアベースで統合制御が容易に実現でき、ユニット化によって容易なシステム化が可能な、アシスト用直動アクチュエータユニットとその統合コントローラを研究開発する。また、離床支援システムを試作し、システムとしての検証を行う。

- 1)アシスト用直動アクチュエータユニット：直動型で、離床支援システムの介助機構部の運動として定格推力 1500[N]、直進速度 10[mm/s]以上、ストローク 500[mm]程度を実現できる仕様を目標とする。
- 2)アシスト用直動アクチュエータユニットの制御モジュール：
 - a. 力センサモジュールの設計
直動アクチュエータに加わる力を弾性要素により簡便に検出する 10~20[N]程度の分解能を持った一体型力センサモジュールを設計、試作する。
 - b. アクチュエータ制御・診断手法の開発
直動アクチュエータの速度、位置、力を 500[Hz]程度で制御する手法を開発するとともに、計測した速度、位置、力の情報から同程度の周期で動作状態を診断する手法を設計する。コントローラおよびアクチュエータのドライバ回路設計、ハードウェア試作とともに、診断機能を含むソフトウェアの試作を行う。
- 3)統合コントローラ：複数アクチュエータに対しても容易に制御システムが構築できるよう USB、IEEE1394 等の通信機能を有し、ミドルウェアベースのオープンアーキテクチャ構成でプラグ&プレイ的に接続可能なコントローラを試作する。Analog Input 8ch 以上 Digital I/O 32ch 以上、上位ネットワーク接続用 Ethernet 1ch 以上を備えるものとする。
- 4)RTベッド離床支援システム：モジュール構造で、起立着座支援機能を有するものとし、ケアベッド等の配置された部屋内で容易に使用できるよう、床占有領域サイズ 0.5[m]×0.5[m]以下を目標とする。介助機構部は、定格推力 1500[N]、直進速度 10[mm/s]以上、ストローク 500[mm]程度を目標仕様とする。また家庭内で使用できる低騒音型とする。

3. 委託事業全体における技術目標値を達成するための課題と解決方法

アクチュエータに関しては、目標動作仕様を実現するための機構、電気回路（ドライバ）の整合性とバランスの確保が課題となる。このため、これまで培った設計技術ならびにシミュレーションを用いて検討を行うことで解決を図る。

アクチュエータユニット制御モジュールに関しては、力センサの原理的な成立性とその適正性を確認することが課題となる。このため、実際に試作を行いつつ機能確認をすることで解決を図る。

統合コントローラに関しては、通信、プログラム等における最適方式の策定が課題となる。このため、各種の方式による性能等について、テストプログラムを作成し、これによって評価することで解決を図る。

離床支援システムに関しては、利用者の体格、体力などの多様な条件対して最適解を求めることは困難であるため、極力多くの利用者にとって違和感が無く、使い易い動作を実現することが課題となる。このため、実計測結果の分析、モデル化の工夫等によって利用者への適合性実現を目指す。

評価技術に関しては、評価手法の適正性の検証が課題であり、統計的手法等を駆使することで、その解決を図る。

4. 当該年度における技術目標値の達成の状況と意義（実績）

1. 研究開発概要

アクチュエータ、制御モジュール、統合コントローラの各要素および離床支援システム各々の原理検証ならびに実現可能性確認を目的に研究開発を実施した。

アクチュエータに関しては、機械・電気の両面からシミュレーションを含めて基礎計算と実装検討を行い、設計の具体化を図るとともに、動作仕様の確認実験を行った。

アクチュエータユニット制御モジュールに関しては、力センサ機構、制御手法の成立性を試作を通して確認するとともに、診断機能の実現可能性の検証を行った。

統合コントローラに関しては、テストプログラム等を利用して、通信、プログラムなどの方式確認を行い、最適方式を選定した。

離床支援システムに関しては、被験者を対象とした起立、着座動作に関するデータ計測と定式化を行い、その結果に基づいて機構系ならびに制御系の設計を行った。

評価技術に関しては、手法のフレームワークを確立しその適正性に対する指針を得た。

2. 技術目標値及び達成状況

- 1)アシスト用直動アクチュエータユニット：離床支援介助機構部の運動が定格推力 1500[N]直進速度 10[mm/s]以上、ストローク 500[mm]程度を直動型アクチュエータの目標仕様とし、アクチュエータ単体にて前記仕様を主要諸元とするアクチュエータプロトタイプを具体的に検討・設計し、原理モデルの作製を完了した。
- 2)アシスト用直動アクチュエータユニットの制御モジュール：
 - a. 力センサモジュールの試作
コイルばねを用い、可動範囲 10[cm]以内、最大荷重 1500[N]を検出、15[N]の分解能を持つ力センサモジュールを設計し、試作機を製作した。試作機により、目標仕様が達成されることを確認した。
 - b. アクチュエータ制御・診断手法の開発
アクチュエータに対して分解能 15[N]の制御指令を出力できるコントローラを設計し、製作した。速度、位置、力情報に基づいた制御手法および同等の周期で動作状態を診断する手法の検討を行った。

3)統合コントローラ：

a．アクチュエータユニット-統合コントローラ間通信

汎用の高速シリアル通信のベンチマーキングを実施した。その中から分散オブジェクト技術が使える Ethernet を採用した。

b．ネットワーク利用統合コントローラ用分散オブジェクト技術

ハードウェア（CPU）に依存しない JavaVM 上で動作する分散オブジェクト技術の中でテストプログラムを用いたベンチマークにより組み込み用途に最適なものとして HORB を選定した。

c．分散オブジェクト技術利用環境の構築

MIPS 系マイコンに Java 動作環境を構築し、実用上問題なく使えることを確認した。

4)RT ベッド離床支援システム：支援動作モデルに適合した位置軌道の検討及び全体シス

テムの基本設計結果に基づいてプロトタイプ試作機を製作し、ストローク 500[mm]、床占有サイズ 0.5×0.5[m]の目標仕様の実現性を確認した。

5)アシスト用直動アクチュエータユニットの評価手法調査：介護施設等の調査により、

直動アクチュエータユニットの評価項目及び評価方法の検討を行った。

6)RT 離床支援システムの評価：人間の運動を分解能 5[mm]以下で計測し、その運動デー

タと筋電等の生体信号を同期取得するコンピュータシステムを構築し、性能を評価した。

5．事業化の目標と当該年度に把握した事業化を取り巻く環境変化

本研究が対象としている離床支援システムは、加齢に伴う歩行機能の衰えを補い離床を支援することを主目的とした自立生活支援アシストシステムである。ここで、本研究の提案書作成時から現在までの1年間において、高齢者人口（65歳以上）は71万人の増加であったのに対して、高齢者の中で要支援、要介護の認定を受けた人数は41万人もの増加を見ており、予想を大幅に上回っている。このことから、離床支援システムを始めとする高齢者対応の生活支援機器の市場は、近い将来に向け、ますます大きくなるものと推定される。