

平成 16 年度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 (代表者氏名)	財団法人 製造科学技術センター (庄山 悦彦)		所在地	〒105-0002 東京都港区愛宕 1 丁目 2-2 第 9 森ビル (Tel: 03-5472-2561)	
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	研究開発課題	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 16 年 4 月 1 日から 平成 17 年 2 月 28 日
<p>1. 委託業務の概要</p> <p>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は高齢者の日常生活を疎外する大きな要因となりつつある。歩行機能に関する基本動作としては離床、起立、着座の動作があるが、これらの動作を支援し、自立生活をサポートする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ない状況にある。このため、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、拡張性および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の研究開発を行う。</p>					

2. 技術目標値

1) アシスト用直動アクチュエータユニットの設計・開発

アクチュエータユニット内にモータドライバ内蔵、力センサ（ライテックス開発）具備、単体仕様として推力 1500[N]、直進速度 15 [mm/s] 以上、ストローク 250[mm]のアクチュエータの設計、試作

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の設計・開発

を
a. 試作アクチュエータシステムの基礎実験：試作したアクチュエータおよび力センサモジュールを用い、500[Hz]～1 [KHz]程度での基礎制御実験実施
b. 制御用基本ソフトウェアの開発：速度・位置・力情報の計測・制御手法の開発、ソフトウェア化

3) 統合コントローラの開発

a. 統合コントローラ用基本ソフトウェアの開発：分散オブジェクト技術利用、統合コントローラ用基本ソフトウェア開発
b. アクチュエータユニット通信仕様設計：アクチュエータユニット側コントローラの通信仕様設計
c. アクチュエータユニット接続試験：アクチュエータユニット用コントローラ（ライテックス開発）と統合コントローラ間の通信試験を実施、1Mbps 以上の通信速度確立を確認

4) RT ベッド離床支援システムの設計・開発

直動アクチュエータユニット、アクチュエータユニット制御モジュール、統合コントローラ等の各社
試作結果を反映した実証モデル機の試作：介助機構部の動作仕様：直進速度 30[mm/s]（推力 750[N]時）ストローク 500[mm]程度、介助機構部駆動用伝達機構（拡大率 2 程度）、移乗支援機構

5) アシスト用直動アクチュエータの評価

人間の離床動作に基づくアクチュエータユニットの評価手法の構築及びその評価実施

6) RT 離床支援システムの評価

人間の運動・生体情報等に基づく離床支援システムの評価手法検討

3. 目標値を達成するための解決策と具体的方法

1) アシスト用直動アクチュエータユニットの設計・開発

- ・動作速度、推力仕様達成のため、機構部の台形ネジでは多条ネジの検討を行い、ナット部では低摩擦材質の検討を行う。
- ・モータ部については、高機能マグネットの採用により磁気回路の見直しを行い、小型高出力化を検討し、消費電流の低減を図ることにより、改良型高速アクチュエータを実現する。
- ・ドライバの一部システム化のために、形状解析を用いアクチュエータ内へのドライバ最適配置を行う。電子ガバナを用いたモータ駆動回路の安定化を図るため、制御解析を行い設計する。

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の設計・開発

- ・アクチュエータユニットへの組み込みを想定した制御用コントローラおよび力センサモジュールの機構および実装方法に関する検討を行いシステムを構築する。これを元に、速度、位置、力等の情報に基づいて基礎的な制御実験を行いデータを収集する。これを繰返すことでシステムの改良を行い、目標仕様を満たす制御システムを構築する。
- ・開発した制御アルゴリズムおよび手法を、前述の制御システムに実装可能な形式にソフトウェア化する。さらに統合コントローラとの通信プロトコル等の検討を行い、開発制御システム上に実装可能に仕様設計し、ソフトウェア化する。

3) 統合コントローラの開発

- ・アクチュエータユニットをプラグ&プレイ的に繋がられるようにすることで、いろいろなシステムへのユニットの利用が簡単にできるようになり、市場の開拓がし易くなる。そこでこの機能を実現するソフトウェアの手段として、分散オブジェクト技術を利用した統合コントローラ用基本ソフトウェアを開発するとともに、このソフトウェアが動作するマイコンボードの設計を実施する。
- ・開発アクチュエータユニットに合わせて、前年度選定した Ethernet 通信でアクチュエータユニット - 統合コントローラ間の通信ソフトウェアを開発する。今年度開発するドライブ回路と既存マイコンボードで組み合わせ通信試験を実施し、通信速度が 1 Mbps 以上になることを確認する。

4) RT ベッド離床支援システムの設計・開発

- ・昨年度試作したプロトタイプ機等を用いて離床動作の計測、分析を行い、適正な動作内容を把握し、この結果に基づいて離床支援システムとしての構成決定を図る。直動アクチュエータ動作と介助機部動作間の変換機構に関しては、運動学的解析技術等を活用した機構設計を行い、形状、寸法、効率、製作容易性等について評価しつつ適切な機構を決定する。
- ・開発要素の統合化に関しては、要素開発を担当する各社との技術的連携を密にし、各要素単体の完成度向上と統合における効率化を図る。

5) アシスト用直動アクチュエータの評価

人との接触動作を伴うアクチュエータ評価方法に関する調査、人の離床動作の分析を行うとともに、アクチュエータによる支援のために必要な動作を明らかにし、それに基づきアクチュエータユニットを評価する手法を構築する。この手法により、試作アクチュエータユニットの評価を実際に行う。

6) RT 離床支援システムの評価

開発される RT 離床支援システムにより実現される人間支援のための運動およびそのときの生体情報を運動・生体情報計測システムによって計測する。また、実際に使用する状況を介護施設等において

4. 当該年度における技術目標値の達成状況と意義

1) アシスト用直動アクチュエータユニットの設計・開発

- ・高速、大出力化に対応した今年度の技術目標値（推力 1500N、速度 15mm/s、ストローク 250mm）の達成を確認した。さらに一部システム化として、モータ用ドライバをアクチュエータケースに内蔵した。また、力センサ（ライテックス開発）を具備することが可能な構造を実現した。
- ・基礎試験として、アクチュエータの騒音試験、耐水試験、ノイズエミッション試験を実施し、来年度に向けた課題を明確化した。

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の設計・開発

- ・試作アクチュエータシステムの基礎実験
アシスト用直動アクチュエータユニットへの組み込みを想定した小型コントローラの開発を行った。また、これを用いて 1 [KHz]程度の制御周期でアクチュエータ基礎制御実験を行った。これにより、アクチュエータとの一体化が可能なコントローラにより滑らかなアクチュエータ制御が実現された。
- ・制御用基本ソフトウェアの開発
既に開発されている力制御手法に目標軌道追従性能を追加する手法を開発した。これによりアクチュエータの動作速度、位置および力の状態を計測し、指定された動作目標軌道に追従しつつ力制御を実現した。さらに、開発制御手法を小型コントローラ上に実装するために、ソフトウェア化を行った。

3) 統合コントローラの開発

- ・汎用的なリアルタイム OS 上でオープンアーキテクチャ構成、分散オブジェクト技術を導入し、システムの追加、変更が容易となる基本ソフトウェアを開発した。
- ・Ethernet 通信でアクチュエータユニット - 統合コントローラ間の通信ソフトウェアを開発した。
- ・コストダウンを狙った統合コントローラ用ボードの設計を行った。アクチュエータユニットと統合コントローラ間の通信試験を行い、1 Mbps 以上の速度を確認した。

4) RT ベッド離床支援システムの設計・開発

- ・今年度の目標値である介助機構部の動作仕様、直進速度 30[mm/s]（推力 750[N]時）に対して、直進速度 50[mm/s]（推力 750[N]時）の達成を確認した。また推力 1500[N]時の直進速度として 25[mm/s]以上の達成を確認した。この実績値は、直動アクチュエータ動作と介助機構部動作との間の変換機構としてレバーおよびチェーンを用いた増速方式を考案し、これを採用した機構を設計、製作することで達成出来た。また、同機構の採用により介助動作部のストロークとして、目標値通りの 500[mm]を実現した。
- ・動作解析等の結果ならびに離床後の移乗動作に関する検討結果等に基づき、介助動作部のヒューマンインターフェースユニット部分すなわち人体との接触部分の形態として、1) 手先の把持と腕の支持とを目的とした前腕支持タイプ、2) 着座することで体幹全体の支持を行うことを目的とした臀部支持タイプ、の 2 種のユニットについて具体的に検討し、試作を実施した。
- ・各社で開発した要素を統合した検証機で、所期の目標値達成を確認出来たことで、今年度の各社開発要素の有用性を確認出来た、との意義を持つと考える。

平成 16 年度戦略的基盤技術力強化事業

5) アシスト用直動アクチュエータの評価

- ・本プロジェクトで開発するアシスト用直動アクチュエータユニットの効果的な評価を実現するため人間の運動や生体情報に基づく評価手法の検討を行った。特に、本年度は、モーション・キャプチ

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

現在（平成 16 年 3 月）、我が国で日常生活に支障のある高齢者人口は 600 万人弱に達し、今後当分の間増加し続けることが推定されている。また、要支援、要介護の認定を受けた高齢者の人数は 400 万人を超えている（平成 16 年 8 月、厚生労働省統計等による）。

このような状況の中、高齢者の自立を促すことは体力、気力の維持、向上にも繋がることから、自立生活を支援する装置に対する要求は拡大の一途をたどるものと予測される。現在実施している研究開発の対象である離床支援システムは、その中の代表的な一つとして位置付けられるものであり、市場規模は拡大しつつあると言える。製品化に向けては、来年度に予定されている実地試験を通して、データの蓄積、信頼性の作り込み等を図り、安全性、個人に適合した支援方法といった面での課題を一つずつ解決して行くことが重要であり、これを通して研究開発終了後 1 年を目処に速やかな製品化に繋げていきたいと考えている。

以上では離床支援システムについての事業化について述べたが、自立を物理的に支援する装置においては装置と人体との接触が不可欠であり、今回の開発要素部品のように、人体との接触を主目的とし容易にシステム構築が可能なアクチュエータユニットが市場に投入されることで、要素部品であるアクチュエータの新市場が形成出来るだけでなく、生活支援分野における新たな製品開発の活性化が期待される。また、ここで開発するアクチュエータ、力センサなどに関する要素技術は、従来型要素部品への新機能付与ないし性能向上にも資することが出来るものであり、これら要素部品の既存市場拡大にも波及効果を持つと考えられる。