

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 1-2-2 第9森ビル 7F (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	極限環境適用型アクチュエータユニットの開発			研究開発期間	平成 16 年 4 月 1 日から 平成 17 年 2 月 28 日	

1. 委託業務の概要

本委託事業では、極限的な環境において人間に代わって危険作業を行う極限環境適用ロボットに適用する「極限環境適用型アクチュエータユニット」の実現を目標としている。極限環境での作業としては、災害現場における消防・人命救助作業、地雷探査、宇宙開発作業などや、土木建設現場での建設作業、大規模プラントの維持管理作業などを想定し、高い信頼性を発揮しながら活躍可能なロボットへ搭載するアクチュエータユニットの研究開発を実施する。

それを実現する基本技術として、a) 減速機付き AC サーボモータに角度・トルクセンサを組み込み、極限環境で使用可能な耐水・耐熱・防塵性、そして高負荷高剛性を有するアクチュエータ機構ユニット、b) 最小結線構成される超小型高性能なアクチュエータ制御ユニットを開発し、高度な実用型の極限環境適用型アクチュエータユニットを実現するものである。

2. 技術目標値											
	平成 15 年度 (実績)			平成 16 年度 (実績)				平成 17 年度 (最終目標)			
1. 全体の耐環境性能											
イ)動作温度	0 ~ 60			(設計上達成)				-10 ~ 60			
ロ)耐塵耐水性	IP65 (JIS C 0920)(設計上)			(設計上達成)							
ハ)耐振動性	10 - 55Hz/1.5mmx,y,z 方向 2h (JISC0040 1995 相当)			(設計上達成)							
ニ)耐衝撃性	490m/sec ² , 11msecx,y,z 各 3回 (JISC0041 1995 相当)			(設計上達成)							
2. 機構ユニット[タイプ]	100W	200W	400W	40W	100W	200W	400W	40W	100W	200W	400W
イ)質量 [kg]	2.09	3.35	4.68	0.8	1.7	2.7	3.8	1.0	2.4	4.5	6.5
ロ)最大許容トルク[Nm]	450	980	1800	220	450	980	1,800	64	450	980	1800
ハ)許容スラスト力[N]	6,200	6500	7100	4700	6,200	6,500	7,100	4700	6200	6500	7100
ニ)長さ [mm]	100	110	126	80	108	117	137	80	100	120	140
ホ)径 [mm]	110	130	150	79	108	130	150	80	110	130	150
ヘ)角度・トルクセンサ・温度センサ・放熱機構	内蔵			-	内蔵			-	内蔵		
3. 制御ユニット[タイプ]	100W	200W	400W	40W	100W	200W	400W	40W	100W	200W	400W
イ) 体積	100 × 100 × 30 H15 技術目標値と一致			92 × 66 × 25.5				92 × 66 × 25.5			
				技術目標体積の 93%		技術目標体積の 52%		技術目標体積 の 93%		技術目標体積の 52%	
ロ) 質量	300g			300g				300g			
ハ) 情報処理能力	49.152MIPS 技術目標値 50MIPS			100MIPS 程度 CPU 50MIPS, FPGA 50MIPS				100MIPS 程度 CPU 50MIPS, FPGA 50MIPS			
ニ) 通信速度	50Mbit / s			50Mbit / s				50Mbit / s			

3. 目標値を達成するための解決策と具体的方法

1) 耐環境試験結果に基づく改良

平成16年度に第1次試作の耐環境性試験と負荷試験を実施し、技術目標値の達成を確認した。特筆すべき問題としては、既製品のハーモニックドライブギアの耐熱性によって100Wタイプの機構部が一部故障したことである。ただし、この問題はメーカーと改善策を検討し、また制御ユニットで過負荷運転を制限することによって解決できる。全体的には第1次試作の試験結果は良好であったが、アクチュエータの軽量化と配線処理の改善等の要求を加えた。本年度の第2次試作機はより性能向上が図れる設計になっていると考える。

2) 冷却機構の能力評価

恒温(恒湿)室 ビルドインチャンバー 内で100時間の耐環境性試験を実施した結果、ヒートパイプ方式による冷却能力は十分であることを確認した。この結果を踏まえて第2次試作機ではヒートパイプの数、アダプタとヒートシンク形状の最適化を実施した。

3) 40Wアクチュエータの減速機選定

全体の小型化と低価格化のために、40Wモータではハーモニック減速機以外の小型軽量の減速機の採用を検討し、一部試作した。試作品の最終的な性能評価は平成17年度に実施する。

4) アクチュエータ制御ユニットの外形形状

外形寸法は、アクチュエータの電流容量に応じて2種類に分けて合理的な設計を実施することを考えたが、最終的には最小寸法内に全てのタイプが収まった。また、主に結露対策として基板レベルでモールド化し、アルミボックス内に納めることで耐環境性を向上させる方法、また同時にフルモールド化も検討した。

4. 当該年度における技術目標値の達成状況と意義

1) アクチュエータ機構ユニット

特に軽量化を念頭において設計した結果、技術目標値よりも大幅に軽く試作できた。実際の移動ロボットに導入する際にはやはり質量は大きな問題になるため、第2次試作機はロボット設計者により受け入れやすくなったと考えられる。そのほかの技術目標値も設計上は達成しており、平成17年度に性能評価試験を実施して検証する。

2) アクチュエータ制御ユニット

技術目標値を達成した。特に、著しく小さな体積を達成でき、大電力用(200W, 400W)のインテリジェント・ドライバとしては画期的なサイズであり、潜在的なニーズは高いものと考えられる。また、FPGA内にソフトコアプロセッサを導入し、CPUで50MIPS、FPGAで50MIPS程度として同時並列処理を行うことにより、総合的に100MIPSを達成した。モータ制御では、ごく短い周期で監視/制御を行う必要があり、CPUとFPGAによる分散処理を行うことにより性能向上が図れた。

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

当初の計画では主に火災時用の消防ロボットでの需要を見込んでいたが、現在は多方面でロボットの使用が検討されているため、アクチュエータの需要が拡大している。たとえば、40W、100W級のモータは電動車椅子等の福祉応用、災害時人名救助や床下点検用ロボット等に需要が見込まれます。また、200W、400W級のモータは建設機器や次世代の乗り物ロボットでの需要が見込まれ、さらには農業用ロボットの需要も今後高まる可能性がある。

平成17年度にはさらに具体的な製品化について検討し、環境試験やロボットでの実証実験を数多く行い、製品化(量産化)に近づけたく、様々な試験検証を行いたいと考えておる。