

平成 17 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 埼玉県中 小企業振興公社 (小坂 孝)	所在地	〒330-0854 埼玉県さいたま市大宮区桜木町一丁目 7 番地 5 (Tel:048-262-7751)		
技術分野	ロボット部品 分野	技術区分	センサ開発技術	研究開発課題	低コスト化技術 / 信頼性・耐久 性向上技術
テーマ名	6 軸力覚センサに関する研究開発			研究開発期間	平成 17 年 4 月 1 日 ~ 平成 18 年 2 月 15 日

1. 委託業務の概要

最近のヒューマンロイドロボット開発の高まりから、高精度・高信頼性・低価格の 6 軸力覚センサが市場から求められ始めている。従来の多軸力センサは、ほとんどが歪ゲージ式のため、低感度、起歪体の構造が複雑、過負荷対策なし等の問題があった。最近になり、株式会社ワコー等によって静電容量型 3 軸力覚センサが開発され、パソコンや携帯電話などの入力装置(ポインター)として使われつつあるものの、本センサのロボット分野における研究開発の余地はまだまだ大きいものと考えられる。したがって、そのために低価格化・高精度化・高信頼化を目的として高感度型、低感度型 6 軸力覚センサを研究開発する。

2. 技術目標値

力覚センサの技術目標値は以下の通りである。

	型式(検出原理)	検出方向(軸数)	定格荷重		感度	
			力	モーメント	力	モーメント
高感度型	静電容量	3 軸力 & 3 軸モーメント	0 ~ ±120N	0 ~ ±4Nm	16.67mV/N	500mV/Nm
低感度型	静電容量	3 軸力 & 3 軸モーメント	0 ~ ±1,000N	0 ~ ±200Nm	2mV/N	10mV/Nm

	オフセット電圧	分解能	直線性	周波数応答(±3dB)	他軸感度	電源電圧	消費電流	作動温度範囲	サイズ(電子回路含む)	過負荷制御	過負荷信号
高感度型	1/2Vcc ±5%	定格の 1/2,000	±1%	DC ~ 500Hz	±1%	3 ~ 6V	10mA 以下 (電源 5V 時)	-10 ~ 70	30 × 20mm	定格荷 重の 2 倍	定格 荷重
低感度型									150 × 20mm		

また、本年度はスキルアシストの実機に組み込んで作業環境下でそのノイズを観測・評価し、問題点を把握するとともに、それらの原因を究明する。さらに、問題点に対する対策を立案する。

3. 目標値を達成するための解決策と具体的方法

平成17年度は高感度型及び低感度型6軸力覚センサの課題に関し、下記の対策を講じて最終目標値を達成する。

高感度用力覚センサと低感度用力覚センサの課題とその解決策はほぼ一致しているので、以下に高感度用と低感度用を分けずに示す。

平成16年度までの開発において、技術的な課題は以下の通りである。

課題 モーメントの定格荷重の最終目標値は、高感度型が $\pm 12\text{Nm}$ 、低感度型が $\pm 1000\text{Nm}$ としていたが、FEM解析の結果、検出機構部の剛性を上げ増幅回路のゲインを上げて達成は困難であることがわかった。

課題 直線性の最終目標値は、高感度型、低感度型ともに $\pm 0.5\%$ としていたが、FEM解析の結果検出機構部の剛性を上げ、増幅回路のゲインを上げて達成は困難であることがわかった。

課題 センサ出力に外乱による最大数Vのノイズが混入する場合がある。

この課題に対し、解決策を以下に述べる。

解決策 モーメントの定格荷重の変更はコスト削減及び変更しても使用者が対応可能な点を考慮して高感度型が $\pm 4\text{Nm}$ 、低感度型が $\pm 200\text{Nm}$ に変更することとし、検出機構部のFEM解析により定格負荷と過負荷制御・過負荷信号との関係を見極め最適な構造を決める。

解決策 直線性は高感度型、低感度型ともに検出機構部の剛性に依存する。平成17年度は、より小型化が必要なため、0.5%の目標は信号処理部に内蔵されたマイコンによる補正、またはCV変換ICによる補正しても困難と思われる。そこで、最終目標値を1%に変更し、検出機構部のFEM解析により解決を図る。

解決策 平成16年度の外乱対策検討で効果の確認された安定電源の使用、アイソレータの挿入、伝送線路のシールド、接地ラインの低インピーダンス化、センサ出力の差動化、フィルタの挿入等の対策を行い、実用観点から10mV以下のノイズレベルを目標とする。

4. 当該年度における技術目標値の達成状況と意義

力覚センサの技術目標値の達成状況は以下の通りである。

	型式（検出原理）	検出方向（軸数）	定格荷重		感度	
			力	モーメント	力	モーメント
高感度型	静電容量	3軸力&3軸モーメント	0~±120N	0~±4Nm	17.3mV/N	500mV/Nm
低感度型	静電容量	3軸力&3軸モーメント	0~±1,000N	0~±200Nm	2mV/N	10mV/Nm

	オフセット電圧	分解能	直線性	周波数応答（±3dB）	他軸感度	電源電圧	消費電流	作動温度範囲	サイズ（電子回路含む）	過負荷制御	過負荷信号
高感度型	1/2Vcc ±3%	定格の 1/2,000	±0.6%	DC~ 500Hz	±0.8%	3~ 6V	10mA以下 （電源5V時）	-10~ 70	30×20mm	定格荷重の2倍	定格荷重
低感度型	1/2Vcc ±5%		±1.0%		±0.5%				150×20mm		

上記のように高感度型、低感度型ともに技術目標値を達成した。今後量産化に向けて、製品の評価方法・評価装置の確立、センサ特性の高精度化、製造コストの低減などの課題を解決し事業化を進める。

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

介護保険制度の見直しが進む中で、2015年にはベビーブーム世代が高齢期に到達し、その10年後には高齢者人口はピークの3,500万人になると推定されており、軽度の要介護者を対象とした「新・予防給付」の創設が検討されている。また、現行65歳以上となっている対象年齢も40歳未満への拡大が検討されている。

これらのことから、福祉分野におけるパワーアシスト機器の市場規模拡大が予想される。