

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 新産業創造研究機構 (田崎 雅元)		所在地	〒650-0047 神戸市中央区港島南町一丁目 5 番 2 (Tel:078-306-6802)	
技術分野	ロボット部品分野	技術区分	センサ / アクチュエータ関連	研究開発課題	センサ関連技術・危険作業代替分野
テーマ名	ロボット用超小型 6 軸モーションセンサに関する研究開発			研究開発期間	平成 16 年 4 月 1 日から 平成 17 年 2 月 28 日

1. 委託業務の概要

現在、超小型ロボットの開発が多くの企業・研究機関で進められている。現在の超小型ロボットは、企業の技術力のアピールやアミューズメント向けであるが、将来はインフラのメンテナンスロボットや危険箇所作業代替ロボット等としての応用が期待されている。これらの超小型ロボットの動作部位あるいはロボット本体の動きを検出するためには、回転運動や動作角度などを検知するための角速度センサや直線的な運動・傾斜などを検知する加速度センサ等に代表されるいわゆるモーションセンサが必要であるが、現在の市販品では、サイズが大きく搭載することができない問題がある。またロボットのあらゆる方向の動作を検出するためには、加速度 3 軸・角速度 3 軸の計 6 軸のモーションセンシングが不可欠である。

上記の観点から 6 軸の動作を検知できる超小型 6 軸モーションセンサの必要性はますます高まってきており、さまざまな分野での応用展開が期待できる。

本研究では、その応用分野の中でもニーズの高いプラントの監視 / 検査といったプラントメンテナンス分野での応用に着目した。プラントの状態を常時モニタリング (監視) し、必要なときには能動的に振動等を与え、プラントの検査に必要なデータを収集できるロボット、およびこれらのロボットから収集したデータを蓄積して解析するシステムが望まれている。

そこで本研究においては、

- A 超小型 6 軸モーションセンサの開発
- B カード型センサモジュールの開発
- C プラント監視 / 検査ロボットへの適用と応用研究

の研究開発を実施する。

2. 技術目標値

A 超小型6軸モーションセンサの開発

超小型3軸加速度センサの開発

チップサイズ：1×1×0.5mm

ダイナミックレンジ：20m/sec²以上

応答周波数：1000Hz以上

(実施計画書時点の目標値は100Hzであったが、プラントでの応用での仕様要求から、1000Hz以上に目標の上方修正を行った)

測定精度：±1%以内

超小型3軸角速度センサの開発

チップサイズ：3.5×1.5×0.3mm

ダイナミックレンジ：300deg/sec以上

応答周波数：20Hz以上

測定精度：±1%以内

B カード型センサモジュールの開発

信号処理アルゴリズムの開発

A/D変換回路・データ演算機能(マイコン)・無線機能を具備

メモリ容量：16kWord以上

無線通信距離：5m以上

無線通信部の開発

無線通信機能の試作及び評価

無線通信ソフトウェアの仕様決定および開発

通信性能の評価

C プラント監視/検査ロボットへの適用と応用研究

センサの結合試験

○ ソフトウェアの製作

- ・ データ収集、データ処理、異常診断部のソフトウェアの詳細仕様決定
- ・ ソフトウェアの製作完了

○ 単体での要素機能試験・機能確認

- ・ センサとの結合テストによる機能確認
- ・ 実プラント設備による機能確認

3. 目標値を達成するための解決策と具体的方法

A 超小型6軸モーションセンサの開発

超小型3軸加速度センサの開発

- <課題> 成果物の市場競争力を高めるため精度向上(±1%)を図るが、技術的には小型化とは相反し、難度が高い。
- <解決方法> 平成15年度に設計した超小型デバイスの試作および特性評価を行う。また、小型化による測定精度の低下を補う補償回路の開発を行う。具体的には、キャリブレーション回路や温度補償回路など、精度向上の補償回路を開発する。振動試験機などを用いた、センサの測定精度1%を保証する特性評価を行う。

超小型3軸角速度センサの開発

- <課題> 成果物の市場競争力を高めるため精度向上(±1%)を図るが、技術的には小型化とは相反し、難度が高い。
- <解決方法> 平成15年度中に設計を行った超小型デバイスや高機能圧電単結晶材料を用いたデバイスなどの試作および特性評価を行う。また、小型化による測定精度の低下を補うため、キャリブレーション回路や温度補償回路など、精度向上の補償回路を開発する。また、レートテーブルや振動試験機などを用いた、センサの測定精度1%を保証する特性評価を行う。

B カード型センサモジュールの開発

信号処理アルゴリズムの開発

- <課題> プラントメンテナンス等実際の仕様場面においての使い勝手を良くする。
- <解決方法> センサモジュールの試作を行い、実際の適用分野での操作の容易性の確認と修正を行う。

無線通信部の開発

- <課題> センサ入力および信号処理と整合し、効率的なセンサモジュールとして統合する。
- <解決方法> センサモジュールに統合し、実証実験により総合的な評価を実施する。

C プラント監視/検査ロボットへの適用と応用研究

センサの結合試験

- <課題> 実際のプラント設備に適した機能の実現
- <解決方法> 各種プラントに幅広く適用可能な仕様を決定・ソフトウェアの製作・センサとの実接続テスト・実プラント設備に取付けて、テストを行い、機能の確認を行う。

4. 当該年度における技術目標値の達成状況と意義

A 超小型6軸モーションセンサの開発

超小型3軸加速度センサの開発

チップサイズ：デバイス加工は $1 \times 1 \times 0.5\text{mm}$ を達成した。

(特性は $1.5 \times 1.5 \times 0.5\text{mm}$ 品において目標達成し、 $1 \times 1 \times 0.5\text{mm}$ は評価中)

ダイナミックレンジ： 20m/sec^2 以上(目標達成)

応答周波数： 1000Hz 以上(目標達成)

(実施計画書時点の目標値は 100Hz であったが、プラントでの応用での仕様要求から、 1000Hz 以上に目標の上方修正を行った)

測定精度： 0.9% (目標達成)

超小型3軸角速度センサの開発

チップサイズ：デバイス加工は $3.5 \times 1.5 \times 0.3\text{mm}$ を達成した。

(特性は $7.2 \times 1.8 \times 0.3\text{mm}$ 品において目標達成、 $3.5 \times 1.5 \times 0.3\text{mm}$ は評価中)

ダイナミックレンジ： 300deg/sec 以上(目標達成)

応答周波数： 30Hz 以上(目標達成)

測定精度： 0.4% (目標達成)

B カード型センサモジュールの開発

信号処理アルゴリズムの開発

A/D変換回路・データ演算機能(マイコン)・無線機能を具備したカード型センサモジュールの試作品を製作し、それぞれの機能確認を行った。(目標達成)

メモリ容量： 16kWord 以上(目標達成)

無線通信距離： 5m 以上(目標達成)

無線通信部の開発

無線通信機能の試作及び評価完了(目標達成)

無線通信ソフトウェアの仕様決定および開発完了(目標達成)

通信性能の評価完了(目標達成)

C プラント監視/検査ロボットへの適用と応用研究

センサの結合試験

平成15年度の成果(センサの必要機能検討 プラント監視/検査ロボットに適用可能なセンサの仕様決定)により、ソフトウェアの製作、単体での要素機能試験・機能確認に必要な基本仕様に基づき、平成16年度は、

- ソフトウェアの製作

・詳細仕様書の作成

・汎用性のあるソフトウェアの製作

- 単体での要素機能試験・機能確認

・センサとの接続テスト、機能確認

・実プラント設備におけるテスト、機能確認

を実施し、目標を達成した。

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

加速度センサや角速度センサ単体では、多くのセンサが実用化され、市場も拡大している。一方で本研究開発のテーマである6軸モーションセンサを実用化している例は調査している範囲では現在まだ存在せず、引き続き優位性が高いといえる。

6軸モーションセンサの用途として、本研究開発テーマとなっているプラントやロボットへの応用以外にも、ウェアラブルセンサとして人間の行動状態を把握したり、輸送状態のモニタリングといった分野への応用展開が期待できる。

6軸モーションセンサ及びセンサモジュールに関しては、マイクロストーン(株)を中心に事業化を図っていく予定であるが、事業化の際はこれらの一般的なプロセスは既に事業実績のある企業へ製造委託することで初期投資や新規ライン構築のリスクを最小限にし、比較的短期間に事業化ができる見込みである。

事業化検討の結果、6軸モーションセンサは高機能ではあるが得られる情報量が大きいため、その情報を生かすデータ処理・解析技術の開発に多くのリスク・期間がかかるようであると、センサのみ供給体制を整えても、応用側の用途開発が進まずに普及・市場拡大は進まない可能性がある。そこでデータ処理・解析機能を盛り込んだ超小型カード型センサモジュールとして市場に提供することで、応用製品の開発側のリスク・負担を軽減し6軸モーションセンサの普及及び市場拡大を図っていく予定である。

更に、このカード型センサモジュールをネットワーク化することで多点の運動の同時計測が可能となり、更に市場拡大が図れる。ネットワーク化の事業化は、まず川崎重工業(株)のプラント診断分野での事業化展開を図っていく予定である。

