

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)	財団法人北九州産業学術推進 機構 (理事 有馬 朗人)		所在地	〒808-0135 北九州市若松区ひびきの 2 - 1 (Tel:093-695-3006)	
技術分野	ロボット部品分野	技術区分	アクチュエータ 関連技術他	研究開発課題	ユニット化関連技術
テーマ名	下水道管渠検査ロボットに関する研究開発			研究開発期間	平成 16 年 6 月 18 日から 平成 17 年 2 月 28 日
<p>1. 委託業務の概要</p> <p>下水道管渠検査ロボットの部品開発を主目的に、種々の機能(電源、センサ、モータコントローラなど)を搭載した小型ロボットを開発するための小型基板の開発、ロボットの位置把握、障害物検知のための 2D レーザの開発、ケーブルによる通信が不可能な場所での通信を可能にする光通信技術を開発する。</p>					
<p>2. 技術目標値</p> <p>(1) ロボットシステムの試作評価 プロトタイプを試作して、管径 200mm ~ 300mm の管内走行を可能にする。</p> <p>(2) 下水道管渠欠陥認知の試作評価 運転支援システムのため、カメラシステムを試作して、管径 200 ~ 300mm の管渠の画像を出力する。</p> <p>(3) 制御装置の試作評価 画像関連のデバイスを実施させ、機能を更に集約する。</p> <p>(4) レーザースキャナの試作評価 ロボット搭載型レーザの試作し、管径 200mm ~ 300mm を計測する。</p> <p>(5) 製品要求仕様纏め 特許調査、信頼性評価手法を確立する。</p> <p>(6) 地下通信システムの試作評価 光、レーザ波の距離 50m でテストを行う。</p>					

3. 目標値を達成するための解決策と具体的方法

(1) ロボットシステムの試作評価

ロボット部品を再設計し、ロボットの動作に最良のロボット部品を検討する。

研究補助員がロボット部品検討に必要な実験ソフトを製作する。ロボットに搭載可能なバッテリーを製作する。

カーブ、段差を走行することが可能なロボット機構の仕様を確定する。

システム設計を行い、レーザ、ボードなどの部品を統合するソフトウェアを構築するため、ロボットプロトタイプを試作を行う。

システム設計を行い、最適なソフトウェア、ハードウェアを構築するため、下水管渠で走行可能なロボットの試作を、ロボット材料を用いて行う。ロボットを操作監視するPCソフトを製作する。

エンコーダーから得られる積算距離データとレーザから得られる管渠の形状データを基に自己位置の情報を得るセンサーフュージョンを行う。

(2) 下水道管渠欠陥認知の試作評価

カメラソフトウェアを開発し、カメラ材料を用いて、カメラシステムを試作して、欠陥認知支援システムを構築する。管径200mm～300mmの画像出力の技術目標値を達成する。

(3) 制御装置の試作評価

撮影した映像をHD、通信にて地上のパソコンへ送信するため、映像圧縮を行い、通信負荷量、メモリ容量など考慮した基板を設計する。

ロボット組み込む小型の3種類の基板設計とロボットシステムとしての基板の問題点を抽出する。
マイクロコントローラボード3種に、電源、モータコントローラ、ビデオキャプチャーを搭載する。
PCボードにハードディスクを搭載する。
電源ボードにモータドライバを搭載する。

(4) レーザースキャナの試作評価

レーザースキャナをロボットに搭載するため、防水対策、ロボットへの組み込み、プログラムなどの改造を行う。2Dレーザースキャナ(2次元)+ロボットの進行方向で、3次元のレーザスキャニングを実現する。そのレーザを使用して、管径200mm~300mmの計測を行う技術目標を達成する。

(5) 製品要求仕様纏め

ユーザヒアリング、文献調査から要求仕様表の更新を行う。
ロボットの信頼性を向上させるため、信頼性評価の手法を確立する。
他社との差別化のためロボットシステム、部品の特許調査を行う。
検査ロボットのために開発した部品の適用が可能な分野を調査する。

(6) 地下通信システムの試作評価

光およびレーザのテスト機にて、通信距離、指向角改善のテストを行う。テスト結果を元に光学部品、電子部品を用いて基板を製作する。レーザによる通信テストにレーザ追尾機構を用いる。通信テストでは、オシロスコープ(リース)で波形観測を行う。

4. 当該年度における技術目標値の達成状況と意義

(1) ロボットシステムの試作評価

第1章 ロボット機構の仕様

平成15年度に試作したロボット機構を元にカーブ、段差を走行可能なロボット機構の仕様を確定した。従来の機構にない独創的な新規技術であり、ロボットを構成するための基本技術となることから、特許出願(特願2005-17384)した。

第2章 ロボットプロトタイプの試作

プロトタイプを試作し、走行テストを行った結果、管径200mm~300mmを走行でき、カーブも走行できることが実証された。今後は更にテストを重ね、段差、上りなどの走行性能を評価するとともに、総合的な実証実験に繋げていく予定である。

第3章 バッテリーシステムの試作

従来に比べて格段に小型化、軽量化したバッテリーシステムを構築できた。今後はバッテリー保護機能の充実し安全性を確保することと、バッテリーの取り扱いの容易性について検討していく予定である。

(2) 下水道管渠欠陥認知の試作評価

第 1 章 カメラシステム

出力画像とロボットへの取り込み可能なスペースを考慮した上で、カメラシステム(カメラ、ライト、レンズ)を試作した。今後は、実際の管渠での実験で機能を確認する予定である。

第 2 章 管内の 3 次元モデリング

ステレオビジョンシステムでは従来のアルゴリズムを確認し、新しいステレオマッチング法を提案した。今後は動画像に対応したシステムを開発していく予定である。

(3) 制御装置の試作評価

第 1 章 CPU ボード

CPU ボードにハードディスク I / F、NTSC ビデオ入力回路、通信ポート(USB, LAN, RS232C, IEEE1394)を搭載し画像処理・高速通信を行うためのFPGA・メモリを搭載した。

第 2 章 モーターコントローラーボード

PWMモーター制御、LED照明のドライバ関連を集め他へのノイズ改善を行った。コントローラボードにCPUを搭載し、CPUボードからの通信指令によるインテリジェント化を行った。

第 3 章 マザーボード

CPUボード、モーターコントロールボード、その他のロボット搭載部品をすべてマザーボードで受け、ケーブル配線をなくした。

(4) レーザースキャナの試作評価

第 1 章 レーザースキャナによる管渠の計測

計測結果の問題点を解決するために次の課題と解決方法による改造が必要である。

受光強度に対するダイナミックレンジの増大

現在の受光強度に対するダイナミックレンジは約20倍程度であるが、これを100倍程度に広げる。このためLDパワーの制御機能を組込む。

異常反射による測定値シフト問題の解決

PSD方式からイメージ素子(CCDあるいはCMOS)方式へ変更する。

ビーム入射点以外の反射光は影響しなくなる。

第 2 章 レーザースキャナの改造試作

今年度の改造試作によって計測性能が一層充実し、小型化も図れ、ロボットのスペース確保に貢献した。次年度は本レーザースキャナをロボットに搭載し、ロボットシステムと連動した実証実験を実施していくと共に、レーザースキャナを用いたナビゲーションシステムの開発を進めることが出来る。

(5) 製品要求仕様纏め

第 1 章 要求機能

検査ロボットの課題抽出に必要なデータ取り、ロボットの走行に必要な制御フローをまとめた。この要求を基に今年度のロボット製作の仕様を決定した。

第 2 章 特許

開発中のロボット機構部が特許成立するか検討を行った。検査ロボットは、タイヤ、ばね、車輪角度、タイヤの形など多数の特長を持ち、それぞれを組み合わせることにより完成させる。下水道分野において、同様の特許は見当たらなかった。

第 3 章 信頼性評価：FTA、FMEA

ロボットの品質を向上させるため、FTA、FMEAの適用を行った。この解析により設計時に検討すべき必要な項目を洗い出すことができた。

(6) 地下通信システムの試作評価

第 1 章 光通信

光通信について特にロボット側は、限られたスペースに収納する為に小型化する必要があり、比較的広い指向角を持ちまた近距離から長距離までの距離が大きく変化する状態において高速通信を可能にする点に工夫と労力を必要とした。ロボット側とマンホール側の光通信ユニットを試作し初期の目標である50m以上の60mまでは、データ通信が可能である事を確認出来た。光通信の性格上、自分の送信光を含め外乱光を完全に遮断することができないため、待機中または送信中にも不要信号が受信される。この不要信号を判別し、必要なデータと区別するための通信制御に更なる工夫が必要である。また通信速度の向上及び高感度化と省電力化の検討も必要である。

第 2 章 レーザ通信

レーザ通信は、レーザ光軸が受信機の受光センサーを捕らえることが絶対条件で、そのため光軸をミラーにより変化させる追尾機構と受信機側の受光センサーの位置を検出する光方向センサーの試作に主力を注いだ。追尾機構は光通信ユニットの送信赤外LED部の片側と交換可能な形状で実現できた。光方向センサーは方式の確認と検出感度について満足できる結果が得られた。今後レーザ発光部(信号変調を含む)と光方向センサー部をロボット搭載可能な形状に収める課題については来期実施予定である。

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

2004 年度に完成したロボットをユーザに試験走行させ、課題を抽出する。

各構成要素機器の機能を完成させると同時に、下水道ロボットとして全体機能を市場分析結果に合わせたものとするのが大前提であり、そのためには各構成要素機器のテスト結果とプロトタイプ試作機の機能確認テストとの間で徹底した総合機能評価を行い、その進捗に応じてプロジェクト終了後の要素機器を含めた早期製品化を目指してビジネスコンソーシアムとしての立ち上げを進めていく。