

研究開発課題別事後評価結果

- 1 . 研究開発課題名：バギー車両・遠隔操作アームなどによる地雷探査除去支援システムの開発
- 2 . 研究代表者名：広瀬 茂男（東京工業大学 大学院理工学研究科 教授）
- 3 . 研究内容及び成果

本研究開発では大別し、2つのシステムを開発した。第1のシステムは、砂漠などの劣悪な環境下でも地雷の探知・除去作業を遂行できる「遠隔操作アーム搭載バギー車両 GRYPHON」である。この車両は、普通に人間が乗って運転できるだけでなく、遠隔操作にて運転もできるバギー車両と、その車両に搭載され遠隔操作できる自重バランス型アームと、遠隔操作を援助するための視覚監視装置・地雷検出補助システムと、遠隔操縦装置とから構成される。第2のシステムは、手先ツールに働く力を作業者に直感的に伝達でき、しかも低い姿勢で透明な盾を介して安全に地雷周辺土砂除去作業を実施できる「バイラテラル地雷探知・除去アーム」である。このアームは、軽量で搬送性が高く、電気モータやセンサ等を使用しないで、作業者の手先の動きを1~2m離れた手先ツールに忠実に伝達する。

2002年から始まった3ヵ年の本研究開発は、近未来に現場で使えるシステムを開発するという大きな目的があり、確実に動作するシステムを迅速に開発すること、また最終的な実用機のコストもできるだけ安価にすることが必要であった。そのため、屋外作業用ロボットシステムとして、研究者らは市販のオフロード4輪バギー車を改造して遠隔操作が可能な自律走行型バギーの研究を実施し、これを地雷探知・除去システムに応用することにより比較的短期間に現場で使用可能な移動システムを完成することができた。試作機には、防塵・防水性、耐振動性、耐衝撃性、広範囲の使用温度、過酷な環境でも故障せずに長期間運用可能であること、不整地でも安定した移動と運用ができること、作業者は地雷原から離れた安全な場所から全体システムを遠隔で操作できることなどが求められ、これらの要求事項を満足するように研究開発を進めた。

試作機は、市販の4輪バギーの駆動・制御部について、スロットル、ブレーキ、ステアリング、ギヤシフト、電気部ではエンジンスタート、ストップ、ライトのオンオフ等の機能を自動化し、遠隔駆動できるように改造した。また、外部電源を用いることなしに、バギーの標準ガソリンタンクで8時間以上の連続稼働が可能なことを確認した。このバギーに搭載されるマニピュレータアームはベース部に3つのアクチュエータを装備し、アーム先端ツールの質量とバランスをとるためにリンク後部にカウンターウェイトを装備している。カウンターウェイトとしては駆動用バッテリーを使用し自重の増加を抑えている。このような構造のアームの採用により、アームの姿勢変化による重心移動が殆どなく、サスペンションで支えられた車体も作業中傾斜しにくくなった。これにより、アームの自重が機構的に補償されるため、低電力で駆動できる。さらに、ベース

である車両の姿勢変化があってもアームの運動特性が変化しないなどのメリットがある。

GRYPHON システムは、2005 年 2 月～3 月に香川県坂出市にて行われた JST 主催の国内評価試験に参加した。また、2006 年 2 月にクロアチアにて CROMAC-CTDT (Croatian Mine Action Center-Center for Testing Development and Training)と JST の共催で実施した技術実証試験にも参加した。これらの実証試験では、アームに搭載した地雷センサの探知能力及びバギーとアーム部の各機能が正常に動作することが確認できたことは高く評価された。

また、バイラテラル地雷探知・除去アームは、軽量で簡易に搬送できて地雷撤去作業を遠隔操作で安全に実施できる装置である。これは世界的にも全く試みられたことのない新しい概念である。本装置は簡便なツールであり、直感的な操作性を有する。そのため、作業者は直ぐにツールを使いこなせ、透明な盾を介して作業できるため著しく安全性を向上できることが確認された。

4 . 事後評価結果

4 - 1 . 技術開発目標の達成度

小型軽量で、十分なセンサ可搬能力をもった地雷探知除去のプラットフォームとなるアクセス用車両の開発に成功した。その成果は、現地ニーズに合った「地雷原に安全かつ効率的にセンサ、マニピュレータなどを持ち込むための遠隔操作可能なアクセス機材を開発し、その技術を地雷被埋設国に提供する」という当初の目標は達成したものと考えられる。クロアチアでの実証試験においても、ALIS(Advanced Landmine System) を搭載して、そのセンサ部を地面に沿わせる制御技術はセンサの性能を十分に引き出し、高い評価を受けることができた。また、外部電力を用いずガソリンの給油のみで連続稼働可能なシステムは、広範囲を継続してサーベイしたいという現地ニーズに合致している。

従来技術と比較すると依然コスト高は否めないが、市販のバギー車をベースにしたシステムはこのプロジェクトの開発試作機の中では最も安価であり、地雷探知除去の現場でも購入可能なレベルに近づきつつある。

地雷探知・除去アームも実用性は高く評価されたが、現場の状況によっては、このような簡単な機器へのニーズが低い場合があることもわかった(例として、クロアチア共和国のように機械除去を先行させ、固い地面から地雷を掘り起こす必要がないような地域など)。

4 - 2 . 得られた研究開発成果の科学技術への貢献度

センサのアームの制御技術は実用性の高い要素技術の組み合わせにより実現されており、非常に堅牢で信頼性が高い。機動性を生かしたセンサの用途に合わせた地雷探知除去の作業手順を提案できれば、実用化の可能性はかなり高いと考えられる。

本プロジェクトで中期的課題として開発を進めている核四極共鳴（Nuclear Quadrupole Resonance：NQR）を搭載するため研究を継続し、その応用範囲が広がることに期待したい。また、遠隔操作により不整地走行が可能なバギーに搭載されたロボットアームは、災害時のレスキュー分野での応用も期待できる。

地雷探知・除去アームは安価でユニークな機構であり、他の分野でも応用できないか検討されたい。

4 - 3 . 総合コメント

センサ部分については、プロジェクトの作業分担上、ALIS の搭載に専念することとなったが、今後の展開としてはセンサ部分の知見も深め、独自のセンサシステムとバギーシステムの有機的な統合を進めていくことが望まれる。特に、探知データを管理するデータベースの構築など、システム面での補強が必要である。そのようなセンサ技術は、他分野への応用も十分に期待できるものであるが、まずはカンボジアでの地雷探知除去の評価試験を通して、日本のロボット・プラットフォーム技術の高さに関する評価を確固たるものとして欲しい。

地雷処理機関の専門家からは、「地雷原がどこからはじまるのか、その境界線を特定するエリアリダクション作業において、実際に発見される地雷の数は非常に少なく、一方で作業かかる時間は膨大であり、作業者の集中力が維持できない。このエリアリダクションにかかる人間の労力を減らし、GRYPHON のようなシステムで自動化することにより、注意力散漫に起因する事故などのリスクを低減できる可能性がある。」というコメントを頂いている。

以上