

危険作業代替のための遠隔操作ヒューマノイドロボット“DiaroiD”の開発状況



Progress of Remote-controlled Humanoid Robot "DiaroiD" to Carry Out Dangerous Works

危険物への対処や放射線環境での作業など、手作業で実施するに当たって人命が危険にさらされる作業はいまだに多くあり、人命リスクを低減することが急務である。この課題を解決するため、遠隔操作可能なヒューマノイドロボット“DiaroiD”の開発を進めている。DiaroiDはシュークリームを保持する繊細な作業から20kgの重量物の把持も可能なダイナミックレンジの広い双腕のハンド・アーム部を持ち、直感的な操作を実現する独自の操作装置を使用することで、複雑な手作業の代替が可能である。

本稿では、前回報告^(*)からの開発進捗として、追加機能とDiaroiDを用いた三つの実証試験について述べる。製作したDiaroiDの外観を図1に示す。

(1) 追加機能：バッテリー駆動化

従来のDiaroiDは、駆動用に有線3相200V交流電源の供給が必要で、動作環境の電源インフラや、移動範囲に著しい制約になっていた。今回、直流48Vバッテリーを用いた改修で、駆動性能に影響を与えずにワイヤレスな動作を可能にした。内蔵のバッテリーを使用することで約1時間の動作が可能である。なお、クローラとロボット本体は独立したバッテリーを持っており、ロボット本体のバッテリーが枯渇してもクローラは動作可能な構成にしている。

(2) 実証試験1：電源ケーブルの遠隔挿抜作業

電子機器のメンテナンスで多く発生する作業がケーブル類のコネクタ挿抜作業である。作業実現性の検証のため、最も一般的なケーブルである100V用電源ケーブルを使用してコンセントへの挿入作業を実施した。結果として、DiaroiDは約4分でコンセントへの挿入作業が実施可能であることが実証できた。図2に作業時の様子を示す。

(3) 実証試験2：工具を用いたボルトの遠隔締結作業

人間は多様な道具・工具を使用して様々な作業を実施する。特に一般的な作業として、レンチやドライバを使用したボルトの締結作業が挙げられ、人の作業を代替する上でこれらの作業を遂行可能なことは不可欠である。そこで、DiaroiDを使用して六角レンチを使用したM6ボルトの締結作業を実施した(図3)。

DiaroiDのハンド部は、対象物を把持した際に軸の中心がアーム部の手首の軸に一致するように設計されて

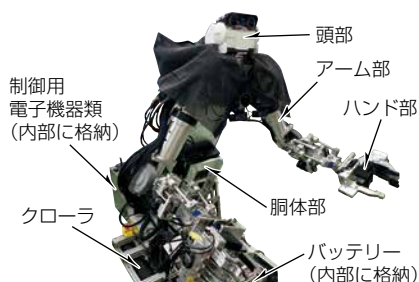


図1. DiaroiD

いる。また、手首軸を中心に回転させる自動動作機能も備わっており、これらの機能を活用することで、工具を使用してボルトの締結作業を実施することが可能である。この検証によって、DiaroiDにはM6ボルトの頭にレンチを挿入可能な精密動作性を持ち、かつ手首軸の回転機能によってボルト締結作業を行えることが実証できた。

(4) 実証試験3：遠隔でのファスナー付きバッグ開け作業

DiaroiDは双腕を持つことから、片手で対象物を動かさないように押さえつつ、もう片方の手で対象物に作業を加えることが可能である。この特長を生かして実施した作業の一つが図4に示すファスナー付きバッグ開け作業である。

作業対象のバッグのファスナーの横幅は約10mmと小さいが、DiaroiDの頭部に使用するカメラの映像は音声入力によるズームが可能であり、オペレータは音声だけで鮮明に視認することが可能である。人間がファスナーを開閉する際に、スライダがエレメントに引っ掛かり動かしづらくなることもあるが、これは遠隔操作で作業する際に課題となる。スライダが引っ掛かったまま無理に動かそうとすると、作業の失敗や対象物又はロボットの破損につながる。DiaroiDはハンド部にかかる荷重やモーメントを視覚的にオペレータへ提示する視覚的触覚フィードバック機能を持つ。この機能によって、過大な力がハンド部に入力されないようにオペレータが操作することが可能である。この機能に加えて、ズーム可能なカメラや先に述べた精密動作可能なハンド、アームを活用し、検証では複雑なバッグ開け作業を約2分で実施可能であることが実証できた。

遠隔操作ロボットは、危険作業に加えて、宇宙空間・月面での活用等、幅広い場面で活躍が期待される。当社では危険作業の代替のニーズ、将来の宇宙開発ニーズに対応するため、引き続き遠隔操作ロボットの開発を推進する。

*1 危険作業代替のための遠隔操作ヒューマノイドロボット“DiaroiD”, 三菱電機技報, 95, No.1, 21 (2021)



図2. 電源ケーブルの遠隔挿抜作業の様子



図3. 工具を用いたボルトの遠隔締結作業の様子



図4. 遠隔でのファスナー付きバッグ開け作業の様子