

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”

Remote-controlled Humanoid Robot "Diaroid" to Carry Out Dangerous Works

宇宙空間や月面、その他の様々な人の手による危険作業を代替することを目的として、当社では遠隔操作可能なヒューマノイドタイプのロボット“Diaroid”の開発を進めている。人が実施する作業は非常に複雑、かつ多岐にわたるため、これを代替するロボットは人と同等の高い汎用性を持つ必要がある。Diaroidは脚部にクローラを採用した双腕タイプのヒューマノイドロボットである。計34の高い自由度を持ち、バックラッシュレスの機構を採用していることから、複雑な姿勢での精密な動作を可能にしており、幅広い作業を1台で遂行可能である(図1)。また、アーム部には直動・回転を組み合わせたハイブリッド機構を持ち、広い作業範囲と高出力を両立させている。加えて、Diaroidは遠隔操作での手作業代替を実現するため、主に次の4点の機能を備える。

(1) コンパクトでハイパワーなロボットハンド

手作業代替に当たって、人が使用する道具を有効活用できることが望ましい。これを実現するため、Diaroidは人と同一サイズのコンパクトな5本指のロボットハンドを備える(図2)。また、高出力なグリップを備え、ウォームギヤを活用したセルフロック機構によって、安定した把持を実現する。

(2) 直感的に操作可能な入力装置

複雑な手作業を実施するに当たって、作業の効率化とトレーニング期間の最小化のため、より直感的に操作できることが望ましい。Diaroidでは直感的な操作を実現するため、人の腕を模したアーム部入力装置、及びジョイスティック式のハンド部入力装置を採用している(図3)。アームに関しては、オペレータの腕の姿勢がそのままロボットアームの姿勢になるため、直感的な操作が可能である。ハンドに関しては、各指に対応したジョイスティックを倒すことで容易に操作が可能である。胴体に関しては、作業に高頻度で使用する姿勢を定型化した上で音声入力にすることで、操作を簡略化している。また、胴体を前後に動かす、左右を向くなど、定型外の姿勢に関しても音声指示可能である。これらの機能によって、平均1時間程度の操作トレーニングで箱を開ける、蓋を持ち上げるなどの作業を実施可能である。



図1. Diaroid

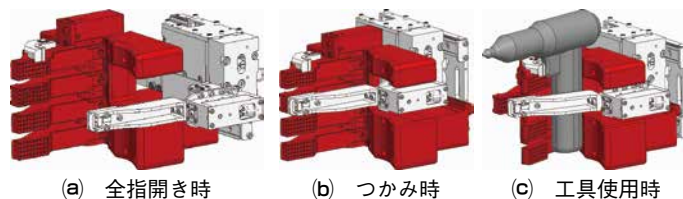


図2. Diaroidのロボットハンド

(3) 視覚・聴覚的力触覚技術

手作業は対象物を把持する、持ち上げる、押す、引くなど、対象物とのインタラクティブな作業がほとんどである。また、双腕作業時は各腕からの作用も発生するため、過大な力・モーメント入力によるロボットへの過負荷が懸念される。これらの課題に対して、開発済みの視覚的力触覚技術(*1)を適用し、ロボットの腕に作用する力・モーメントをオペレータへ視覚的にリアルタイムでフィードバックすることで対処している。更なる対策として、聴覚を活用した力触覚フィードバックも採用し、オペレータが過負荷に気づきやすいように工夫している。

(4) デジタルツイン

遠隔操作時はロボットに搭載された複数のカメラを使用して操作する。ここで、カメラの表示遅延に起因する操作性の悪化や、指先を使った繊細な作業時にハンドに遮蔽されて対象物がカメラから死角になるといった課題がある。これらの課題に対して、デジタルツイン(*2)を活用して現在のロボット姿勢の3Dモデルをリアルタイムでオペレータ操作画面上へ映し、オペレータに提示することで対処している。ロボットを複数、かつ任意の点から観察することが可能であり、遠隔操作時の精密な動作に寄与している。

手作業を代替することが可能な遠隔操作ロボットは、宇宙・月面での利用だけではなく、新型コロナウイルス感染リスクのある医療現場・介護施設での手作業代替や、遠隔地に存在する設備の保守点検、災害現場での人命救助作業、工場現場作業者のテレワーク化など、幅広く活用可能である。これらの将来ニーズに対応するため、今後も遠隔操作ロボットの開発を推進する。

*1 春名正樹, ほか: 人×機械の遠隔融合システムの開発-視覚的力触覚を利用した操作提案と基礎検証-, 情報処理学会インタラクティブ2020論文集, 448~453(2020)

*2 物理空間の各種情報を仮想空間に送り、仮想空間内に物理空間の環境・状態を再現すること。

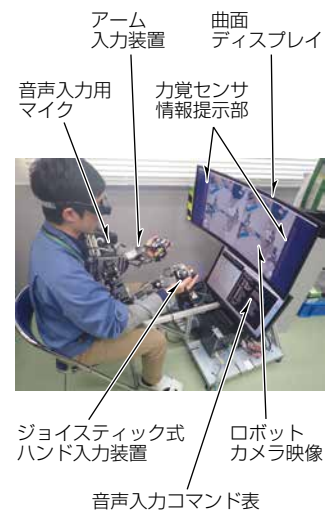


図3. Diaroidの操作系