

各位

株式会社 大林組  
慶應義塾大学

## 油圧駆動の建設重機での力触覚技術利用を可能とするシステムを開発 ～重機作業時に力触覚を感じることで作業効率の向上をめざす～

株式会社大林組（本社：東京都港区、社長：蓮輪賢治）は、建設重機のオペレーターが重機の先端部が触れた物体の力や動き、触覚を得ながら作業できるよう、慶應義塾大学（理工学部システムデザイン工学科専任講師 野崎貴裕、グローバルリサーチインスティテュートハプティクス研究センター（センター長：村上俊之（理工学部教授）））と共同して、力触覚（※1）を再現する技術「リアルハプティクス」を油圧駆動の建設重機に適用するためのシステムを開発しました。

「リアルハプティクス」は、慶應義塾大学グローバルリサーチインスティテュートの大西公平特任教授が発明した「現実の物体や周辺環境との接触情報を双方向で伝送し、力触覚を再現する技術」です。人間は物体に触っただけで、それが鉄のように硬いのか、スポンジのように柔らかいのか、風船のように弾力があるのか、そして触っている物体が自律的に動いているかを即座に感じることができます。従来のロボットの多くは力触覚を持たず作動していますが、「リアルハプティクス」を用いて、ロボットに力触覚を与えるとともに触れた物体の力触覚を伝送することで、遠隔にいる操作者の手元でも同様の力触覚を再現できます。また、「リアルハプティクス」は、他のハプティクス（触覚技術）と異なり、機械駆動部が受ける反力を利用するため、触覚を検知するセンサーが少なく済むという特徴があります。加えて操作側と駆動側の「力の倍率」や「距離の倍率」を任意に設定できるため、操作側の手元は小さい力やわずかな動きでも駆動側は数倍の力で大きく稼働させることが可能です。

建設重機を用いた作業は、重機が物体に触れてもオペレーターがその触覚を感じることはなく、視覚・聴覚から得る情報を頼りに操作しています。そのため作業の安全は、どの程度操作レバーを傾ければよいかなど、オペレーターの経験によるところが大きいのが現状です。また、災害復旧工事などの人が入れない危険な場所での作業は、重機を遠隔操作して行いますが、視覚・聴覚からの情報量がさらに減少するため、作業効率が通常の半分以下に低下するといわれています。これらの問題を解決するためには、オペレーターが得られる情報量を増加させる必要があり、従来得られなかった力触覚を導入・活用することが有効です。また、屋外環境で重量物を扱う重機へ導入する力触覚技術としては、センサーが少ない「リアルハプティクス」が適しています。

一方、建設重機は現在、電動と油圧の2つの制御系を組み合わせるタイプが主流ですが、電動と油圧では応答性など制御特性が大きく異なることから、この2つの要素を組み合わせる重機に「リアルハプティクス」を適用するためには駆動装置をすべて電動に変更しなければならず、コストと時間がかかってしまうという課題がありました。

今回大林組と慶應義塾大学は、従来困難であった電動制御・油圧制御を組み合わせる建設重機に「リアルハプティクス」を適用するため、油圧駆動制御に適したアルゴリズム（情報処理手順）を開発しシステム化しました。これにより、オペレーターの操作指示に基づき重機がリアルタイムに駆動するとともに、オペレーターは対象物を正確につかめているか、また破損させてはいけない重量物を適切な力加減でつかみ持ち上げられているか、といった感覚を視覚・聴覚に加えて感じながら作業することが可能となります。搭乗しての操作はもとより遠隔操作においても複雑で繊細な作業をオペレーターの経験の多寡に関係なく行うことができ、安全性と効率を飛躍的に向上させます。加えて今回開発したシステムは、制御機構の追加、操作機器の改造などわずかな作業を行うだけで既存の油圧駆動の重機に搭載することが可能であり、導入のための費用や準備期間を大幅に削減します。

現在、開発したシステムについて、実験装置を用いた検証作業を行っている段階です。今後、本システムを搭載した建設重機での実証実験を進めるとともに、「リアルハプティクス」のメリットを最大限活用するため、オペレーターのインターフェイスとしてアーム型指示装置の開発を進め、人間が本来持つ感覚を利用した繊細な重機稼働の実現をめざします。さらには、本システムを利用する熟練オペレーターの操作をデータ化することで、重機の自動運転化や若年技能労働者のトレーニングへの活用を図るなど、本システムの展開を図っていきます。



写真1 実験装置を用いた検証風景  
奥 油圧制御のスレーブ  
手前 電気制御のマスター

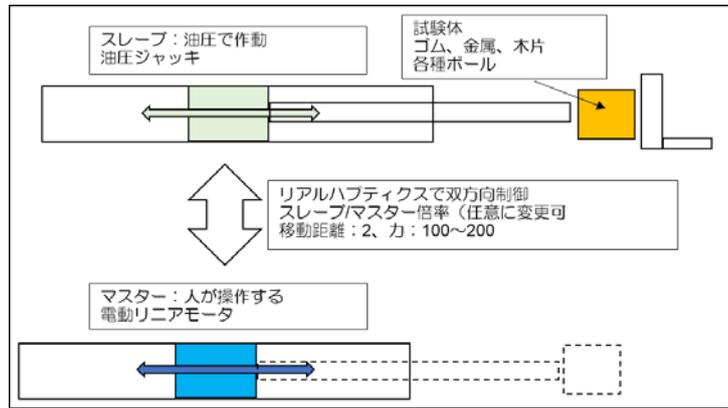


図1 実験装置（制御装置）の構成



写真2 油圧駆動の建設重機による作業風景

※1 力触覚

触れた物の硬さや柔らかさを伝える力に関する感覚

以上

本件に関するお問い合わせ先

株式会社 大林組 CSR 室広報部広報第一課 藤嶋 TEL : 03 (5769) 1014  
慶應義塾広報室 村上 TEL : 03 (5427) 1541