

油圧駆動の建設重機で力触覚技術を利用するシステムを実証

株式会社大林組は、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、慶應義塾大学工学部システムデザイン工学科専任講師 野崎貴裕と共同して開発した、力触覚を再現する技術「リアルハプティクス」を油圧駆動の建設重機に適用し性能・作業性を実証しました。



グローブ型のハンドを用いた検証風景

「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。人間が物体に触った際に感じる硬さや柔らかさ、風船のような弾力、自律的な動きなどの力触覚を伝送することで、遠隔にいる操作者の手元で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極めて少なく済むという特徴が

あり、センサーにとって過酷な外部環境にも適した技術です。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。

屋外環境で重量物を扱う建設重機との親和性が強いだけでなく、視覚と聴覚から得られる情報のみを頼りに操作しているオペレーターに、力触覚を導入・活用することで作業の安全性と効率の向上が期待できることから、大林組と慶應義塾大学は、2018年に建設重機に「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を開発しシステム化しました。

今回大林組は、開発したシステムを油圧ショベルの実機に適用し実証実験を行いました。駆動側となるグラップルを装着した油圧ショベルに、「力の倍率」を2,000倍、「距離の倍率」を16倍と設定し、操作側からの指示に基づきグラップルを稼働させ試験体を把持しました。その結果として、厚さ0.5mmの薄肉鋼管、H形鋼や木材など物性の違う10種類の建設資材に対して、いずれもオペレーターの手元で力触覚を再現し、非常に変形しやすい薄肉鋼管でもつぶすことなく把持しながら運ぶことができました。かつ、操作側の指示に対する駆動側の位置・加速度・力の3要素を計測して数値比較することで、設定した倍率どおりに稼働していることを定量的にも確認しました。

また、「リアルハプティクス」がない状態で同様の操作を実施したところ、試験体の変形のないよう視覚で確認しながら少しずつ握ることに時間がかかるなど、力触覚を感じることによる作業効率の向上を確認しました。加えて、既存の油圧駆動の重機に後からシステムを搭載することで、導入のための費用や期間が過大にならないことも確認しました。

実験に際して、実機の操作性を考慮し、操作側にはレバー型とグローブ型の2種類の装置を開発しました。レバー型は、オペレーターが力触角を感じながら最適な力加減で建設資材を把持するだけでなく、その把持した力加減を維持できる機能を持たせました。グローブ型は、ロボットの遠隔操作にも用いる装置を使用し、手の動きと実機のグラップルの動きが同期するため、重機の操縦に慣れてない人でも感覚的に操作することができます。



開発したグローブ型のハンド

<実証実験の動画はこちら : <https://youtu.be/eu9GL1HhTQo>>

日文新聞发布全文

<https://www.keio.ac.jp/ja/press-releases/files/2019/10/10/191010-1.pdf>

文：JST 客观日本编辑部翻译整理