



《第60回》 大学発の力触覚技術で顧客課題を解決

溝口 貴弘

私がリアルハプティクスに出会ったのは大学3年生の研究室見学の時でした。大学へは漠然とロボットの勉強がしたいと進学したものの、授業で勉強する内容が実際にはどう利用されるのかイメージが湧かず、テストのために勉強しているようでモチベーションが下がっていた頃です。研究室見学で恩師の大西公平先生に体験させていただいたリアルハプティクスのデモンストレーションが衝撃的で、この技術を勉強したいと強く思ったのを覚えています。研究室に所属することができ、研究を始めると自分の中でいろいろなことが繋がりました。新たな技術を作り出すためには研究によって試行錯誤する必要があります。その分野でこれまでどんな研究者が何を考えて、どういう技術を研究してきたのか、それが記されているのが論文です。これまで大学3年間で勉強した内容はわざわざ論文に記載しないような分野の技術常識を得るためのものだった、ということに4年生になってやっと気がつき気分が晴れ晴れとした記憶があります。

リアルハプティクスは人間の動きや物の感触をデータ化し、伝達、記録、再現できる技術です。鮮明な感触フィードバックを伴った遠隔操作や、人間の動作データを取得しロボットに再現させることで作業の自動化を達成することや、物の感触を記録しておいてバーチャルリアリティ (VR) と連携して画面の中の物体を触る、といったことが可能な技術です (図1)。今では技術が体系化され、リアルハプティクスと呼ぶようになりましたが、私が研究室に所属した当時は特に遠隔操作の研究が中心で、鮮明な感触を伝達する制御手法や装置構造等の研究を諸先輩方にご指導いただきながら進めました。私はリアルハプティクスの中でも、遠隔操作において伝達する動きや力の倍率を操作するスケーリングという技術と、物の感触のデータ化に関する研究を中心に行いました。遠隔操作で操作する装置はさまざまです。人間が操作するリーダー (マスタとも呼びます) 装置は卓上や大きくても人間の大きさ程度ですが、実際に遠隔地で作業を

可視化・分析



- 作業者の力加減や、作業対象物に係る負荷をデータとして計測可能

遠隔操作



- 作業者に力触覚のフィードバックがある遠隔操作を実現

自動化



- 動きと力加減を記憶し、人のような優しい動きを再現

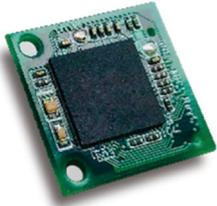
VR



- 仮想空間で対象物との力加減を伴うインタラクションを実現

図1 リアルハプティクス応用

するフォロワ (スレーブとも呼びます) 装置は重機のような大きさから、脳神経外科手術で利用するような繊細な動きが必要とされるものまで大きさに幅があります。このような場合にスケーリング技術を使うことで伝達する動作の倍率を調整し、自分の動きや力を大きくして重量物を扱うことや、ごくわずかな力の変化を強調して触知しやすくすることができます。感触のデータ化の研究ではリアルハプティクスによって得られる力触覚情報を定量的に評価する方法を研究していました。細かく調べることで後から同じ感触を再現することや、パラメータを変更して感触を疑似的に作り出すことなどが可能とな



AbcCore

リアルハプティクスアルゴリズムを集約し、誰でも簡単に扱えるようにした

図 2 AbcCore

ります。

ちょうどその頃大学としてはハプティクス研究センターという組織を立ち上げ、共同研究を通してリアルハプティクスを企業に提供していく仕組みを始めたところでした。私は最初期の活動に学生として関わり、産業現場へ技術を実装する場に協力する機会がありました。産業界、特に熟練技能者が行っているような作業を自動化する場合、ロボット技術に対して現場が否定的になる場合があると聞いていました。そのため本活動が受け入れられるか学生ながらに気がかりだったのですが、実際には現場の方からはとても好意的な意見をいただきました。産業界では危険な作業や工程が多く存在しており、そのような作業を人手で行っている現場もあります。リアルハプティクスによる作業遠隔化によって労働環境が大きく改善し、また、人手で作業を行う場合と遜色ない出来栄で工程を進めることができると現場作業員からとても喜ばれました。この成果からリアルハプティクスが顧客課題を解決できる技術だと確信し、この技術を世に普及させる仕事がしたいと考えようになりました。リアルハプティクス普及に直結する活動を最短で進めようと思うと、会社を立ち上げて自分で推進するのが早いと考えました。その後、大学や神奈川県立産業技術総合研究所 (KISTEC) にご支援をいただきながら起業準備を進め、2016年に前身となる合同会社を、2017年にモーションリブを設立し事業を開始しました。

モーションリブではリアルハプティクスを AbcCore という IC チップで顧客に提供しています (図 2)。リアルハプティクスは元々大学で創出したアカデミックな技術であるため、導入には学術的な知識を必要とし、一定の導入障壁がありました。AbcCore としてハード提供することでユーザは API やインタフェースを通して技術を利用できるようになり、技術導入が格段に簡単になります。設立からこれまでの共同研究開発で多くの企業に AbcCore を利用いただき、数々の成果が創出されています。特に、危険作業の遠隔化、人手作業の自動化、人間のような柔軟で繊細な力加減を機械に搭載することや、人の感性で行っている評価の定量化を題材として課題解決を進めている事例が多いです。いくつかの活動は学会での論文発表やプレスリリース等で発信されています。

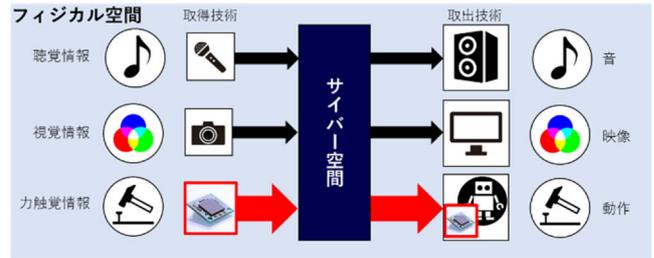


図 3 サイバーフィジカルシステム

2023年2月には東京都の推進する5G等先端技術サービスプロジェクトにて、新宿感動物園 HapticZoo を実施しました。このイベントでは、普段触ることのできないライオンなどの大型動物の感触をリアルハプティクスによって計測保存し、VRと連動させることで後から動物に疑似的に触る体験を提供しました。テストイベントでしたが150人以上の参加者に体験いただき、リアルハプティクスが産業現場や工場のみで利用される技術ではなく、人の生活に近いところで使われる技術であると発信する貴重な機会となりました。

Society 5.0 ではフィジカル空間とサイバー空間を高度に連携することでデジタル情報が実体を伴って作用し、生活を豊かにする仕組みを作っていくことが必要です。mp3 や mp4 ファイルのようにサイバー空間に取り込んで管理・編集できるようにした情報は、スピーカから音を出したり、ディスプレイに映像を表示したりすることでフィジカル空間に再度取り出すことができるからこそ、生活を豊かにする価値を生み出します。リアルハプティクスは力触覚に対してそれを可能とする技術です (図 3)。2030年には500万人以上もの労働人口が不足すると予想されています。ロボットを使って労働を補っていくためには、人間と同じようにロボットが器用に動くリアルハプティクスが必要となります。今は珍しい技術という印象が強いですが、この技術が特別なものではなく、誰でもどこでも手に入れることができる当たり前の技術になるよう社会実装を進めていきたいと思えます。

(2023年9月28日受付)

[著者紹介]

みぞぐら たかひろ
溝口 貴弘 君

2014年慶應義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程修了。2015年(地独)神奈川県立産業技術総合研究所常勤研究員。2017年モーションリブ株式会社代表取締役社長。モーションコントロール、ハプティクスの研究事業化に従事。博士(工学)。

E-mail: contact@motionlib.com

所属: モーションリブ株式会社 神奈川県川崎市幸区新川崎 7-1

K2 キャンパス I 棟 201