

サイ・テク 知と技の発信

【608】

埼玉大学・理工学研究の現場

われわれは道具越しに環境に触れたとき、たとえ目をつむっていても、道具のどこにどの程度の力が加わっているかを把握することができます。これは何気ないことなのですが、よく考えると不思議です。なぜなら、われわれの感覚は手先・指先までしかないからです。道具には感覚も神経もありません。それにもかかわらず、われわれは道具の先端で生じた接触の状態を、まるで指先で起きたことのように知ることができます。

このような「力覚を道具先端まで延長する能力」を人工的に再現すれば、ロボットが人間のように道具を使いこなす技術にもつながると期待できます。この問題はロボット工学の分野で古くから研究されており、その基本原理が解明されつつあります。

原理のさわりを説明します。力とトルクを測定できるセンサに道具がつながっていて、道具上の一点に接触力が加わっているとしま

す。このとき、測定されるトルクは「接触力ベクトル×接触位置ベクトル」に等しくなります。よって、トルク情報には接触位置の情報が含まれていることになり、これを手がかりにすることで、接触位置の一部が推定できます。ただし、この原理のみから接触位置を完全に推定することは不可能なことが分かっています。そのため、通常は道具の形状が既知であると仮定します。接触は道具の表面上でしか起こらないので、道具の形状が完全に分かっていると、接触位置を絞り込むことができます。

しかし人間は、持っている道具の形状が事前に分かっているのではなく、その道具をあちこち触らせた

ロボットの力覚を拡張する

沓澤 京 助教

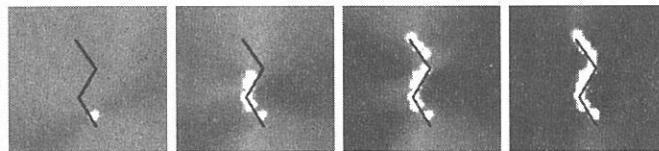
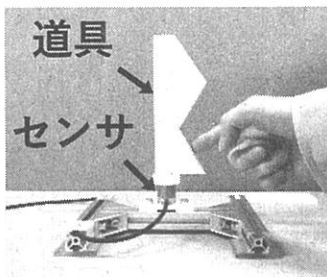
感覚情報から、おおまかな形状を推定することもできます。このことから、道具の形状も力情報から推定できるはずだと考えられます。そこでわれわれは、力情報から接触位置だけでなく道具の形状も同時に推定する技術を開発しました。接触位置と道具形状とを同時に推定する問題は、いわば「鶏が先か卵が先か」の構造になっています。道具の形状が分かれば接触位置が完全に推定でき、一方で接触位置が分かれば道具形状を知る手がかりになります。どちらか片方が分かればもう片方も分かるのですが、最初はどちらも未知の状態です。この問題に対して、われわれは粒子フィルタという確率的な推定手法を応用しました。確率論は不確かさを伴う問題に向いています。粒子フィルタを使うことで、力センサ情報から得られるたびに両方の不確かさが徐々に解消され、接触位置と道具形状とを同時に推定できます。

およそ職人は、道具を自らの身

体の一部のように使いこなします。ここで紹介した技術も、ロボットの力覚を道具に拡張することで、高度な作業の自動化に寄与できると期待しています。



くさざわ・きょう 1992年生まれ。2020年3月、埼玉大学大学院理工学研究科を修了。博士（工学）。東北大学大学院工学研究科の助教を経て、25年4月から現職。専門はロボットの運動学習、運動制御、力覚信号処理。



形状推定の進行