

トピック

人間の皮膚感覚を再現するセンシングシステム

早稲田大学理工学部

将来を展望した場合、省人化、作業環境の改善などの点から、人間に代わる知覚センサやロボットの活躍が考えられる。当然、これらは人の五感に相当する感覚を具えていることが必要であり、最近のこの種のセンシング技術の向上には目覚ましいものがある。しかし、触感覚については人が皮膚で感じるような、微妙な手触りを判別するまでには到っていない。

人間が指先で物を感触でとらえる場合の触動作は、対象物の表面をなぞることによって、また、押し込む動作によって様々な情報を得て認識する。この場合、触動作の条件が異なると判断し難くなるので、常に触動作の条件が同一になるような動きをしている。

早稲田大学理工学部機械工学科高西淳夫助教授らの研究グループでは、人が触動作によって得ている触覚機能を実現するセンシングシステムの開発を試みた。

開発したシステムは人の指をモデル化したもので、爪や骨格に相当する部分はアルミ合金で、皮下組織に相当する部分はシリコンゴムで製作した。皮膚に相当する表面センサには感圧導電性ゴムを用い、感圧部をマトリクス状(4×16素子)に配置するためにフレキシブル基板上に1.5mmピッチの電極を作成し、2枚の直交する電極で導電性ゴムを挟んだ。また、人の指は皮膚表面で感じる情報に加えて、皮下組織の内部でも情報を得ていると考えられているため、シリコンゴムの中にひずみゲージ式の小型圧力センサ(PS-2KA, 直径6mm, 厚さ0.6mm)を3個埋め込んで用いた。これらの異なった位置に設置された複数のセンサの信号から、人が実際に感じて

いるのに近い状態で対象物の感触を感知する。

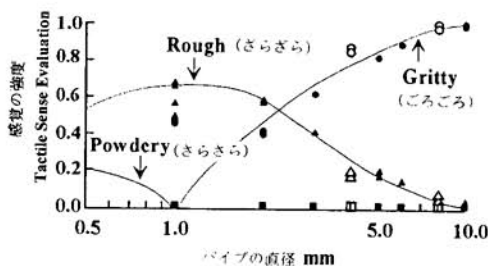
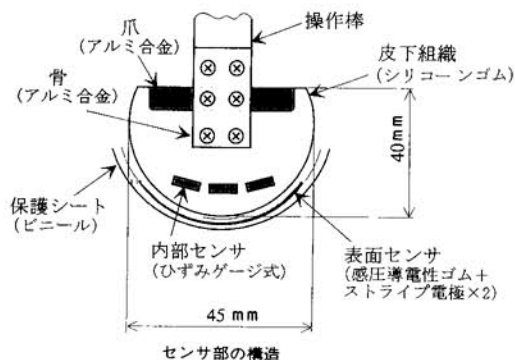
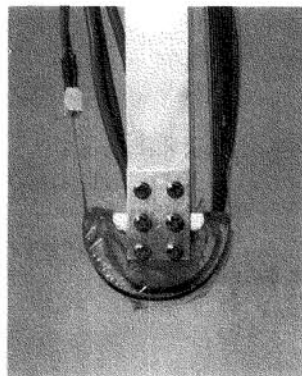
人が対象物の表面状態を知覚する際、その表面粗さがいくらであるかという定量的なものではなく、「ごろごろ」「ざらざら」「さらさら」といった平滑感を表す言葉で定性的に把握している。そこで、センサから得られた情報を日常用いる言葉で識別できるアルゴリズムの構築が必要となる。そのために、実験で得られた表面および内部の圧力の時系列データをフーリエ変換することにより特徴抽出を行い、このデータをもとにニューラルネットワークを用いて対象物の平滑感を学習させた。学習の材料としては直径10～2mmの5種類のパイプ並べたものを用意した。

識別結果は複数の感覚がそれぞれどのくらいの強さをもっているか数値で表わし、その結果によって感覚を言葉で表現できるようになっている。

実験の結果ではまだ学習していない、直径8, 4, 1mmのパイプについても正しく識別できた。このように粒子径の違いを人とほぼ同じレベルで識別することができ、また触れる速度の変化によって、人と同じように感触が異なることも確認された。

また、指表面のセンサの情報と、皮下組織に相当する部分に埋め込んだ内部センサの情報を融合し、刺激を空間的に処理することで、より人の感触に近い結果が得られることが明らかになった。

この研究結果はロボットに人間の皮膚感覚に近い識別能力を与える大きな可能性を示したものとして、関係者の大きな関心が寄せられている。



識別結果の例 (実線は人間の感覚)