研究課題 (テーマ)		センサ内蔵型手指ダミーを用いた接触状態の定量的計測	
研究者	所属学科等	職	氏名
代表者	知能ロボット工学科	助教	李 豊羽
分担者			
研究結果の概要			
<p>人間とロボットのインタラクションにおいて、過度のせん断応力および摩擦力の与えることで皮膚組織に損傷が発生するため、皮膚における変形・振動の計測および接触状態の判断が求められている。本研究は特に接触する機会が多い手部を対象とし、センサ内蔵型五本指を有するロボットハンドダミーを設計した。試作した手指ダミーを用いて、内部に搭載したセンサによって異なる物体との摩擦の接触状態を判別できること明らかにした。</p> <p>まず、センサ内蔵型ハンドダミーの設計について述べる。繰り返しの摩擦を伴う摩擦接触実験に対して、効率的に部品を交換できる設計を提案した。摩擦による損傷した部品を効率的に交換できる指節モジュールを設計し、それを可動式ロボットハンドに搭載することで、ハンドダミーを構成した。複数の極めて薄いフィルムのようなセンサを皮膚ダミーに埋め込むことで完成した。このような設計により、ロボットハンドが人の手の動作を再現するだけでなく、人体の皮膚のような柔軟性を持たせることが可能となる。さらに、損傷が発生した場合でも、一部のモジュールを交換するだけで迅速に実験を再開することが可能になる。</p> <p>次に、異なる材質や表面特性を持つ物体との摩擦接触時に、開発したハンドダミーが異なる表面特性を持つ物体との摩擦接触を判別できるかどうかを検証するための実験を実施した。自動車製造業において協働ロボットがよく使われる締結作業を実験で再現した。金属ドライバーと金属ネジをそれぞれ手指ダミーの真上に置いて摩擦した。センサから測った時間-電圧のグラフを作った。結果としては、ネジとの摩擦のたびに激しい波動が見られた。一方、表面が滑らかなドライバーの場合は、穏やかな電圧変化が見られた。これにより、このセンサは異なる接触物体を識別するための十分な感度を持っていることがわかった。また、信号をフーリエ変換することで、ネジとの接触時の高周波帯の電圧がドライバーとの接触時に比べて明らかに大きいことが見られた。</p> <p>摩擦による皮膚ダミーの表面損傷状況も観察した。数十回の摩擦実験後、指節モジュールの表面にわずかな摩擦が見られた。実験を続けると、損傷の程度が著しく増加し、実験結果に偏りが生じることが予想される。したがって、摩擦接触実験では部品を頻繁に交換する必要があり、高効率での交換が非常に重要であるという結論が導かれる。</p>			
今後の展開			
<p>工業で使用される様々な素材の物体を識別できるかどうかは、続けて実験で検証する必要がある。今後、周波数成分をまとめることによって、多様な接触物体を判別分類することが期待される。手指ダミーに使用された素材が硬度や弾性においては人体の皮膚の特性をある程度再現しているものの、塑性に関してはまだ大きな差があることを示している。これまでの研究では人体皮膚の特性を模擬するために多くの調査が行われたが、実際の応用においては、さらに多くの努力が必要である。</p>			