

織物の表面構造評価法の開発

—人間の材質判別時における能動的触運動の解析—

西松豊典, 鳥羽栄治, 小野栄一*

信州大学繊維学部繊維システム工学科, 物質工業工学技術研究所*

1. 緒言

人間の手指には、皮膚の表面から深部にかけて外部の刺激を感知する種々の受容器が分布している。そのため、材質を認識する際に、対象物から望ましい情報を得るために手指を能動的に動かす。この触運動によって皮膚が変形し皮膚に存在する触覚受容器が刺激を受け、この情報を大脳で感覚として認識する。

もし、材質判別機能がロボットに付加されればその作業領域は大きく拡大するため、材質センサの開発が望まれているが、いまだ十分な触覚センサの開発には至っていない。

そこで、本研究では人間が織物などの材質を識別する際の能動的触運動量（手指の移動速度、押圧力、動摩擦力）を測定し、その触運動量と材質感の相関関係を検討した。また、材質判別時における能動的触運動と受動的触運動との役割についても比較を行った。

2. 受動的触運動と能動的触運動の比較

本実験で、受動的触運動とは材質判別をする際に試料に対して指をずらすことなく押し付けるのみの運動、能動的触運動とは試料に指を押しつけながら試料表面をなぞる運動である。

2.1 試料および実験方法

材質判別に用いた試料の材質は、アルミニウム・ゴム・アクリル・紙・布（綿織物）・木の6種類、試料の大きさは100×150(mm)である。

視覚の影響を除くために目隠しをした被験者（10名）は、中指と人差し指で、受動的触運動、能動的触運動それぞれで材質判別を行った。

被験者は能動的触運動、あるいは受動的触運動で対比較法により各試料について形容語“粗い”、“滑りやすい”、“冷たい”、“湿り気のある”、“硬い”、“弾力性のある”、を判定した。

2.2 実験結果および考察

(1) 材質判定の正答率

図1はそれぞれの運動で行った場合の正答率である。全体的に、受動的触運動よりも能動的触運動の方が良くなっていることがわかる。

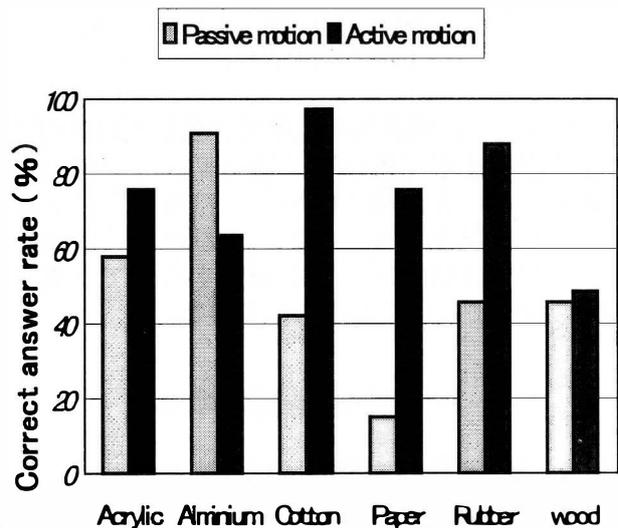


Fig.1 Correct answer rate

次に、2変量情報分析を用いて材質判別を行う際の各触運動の伝達情報量を求めた結果、受動的触運動は0.87bit、能動的触運動は1.15bitであった。この結果からも受動的触運動よりも能動的触運動で材質判別を行った方が材質感に関する情報を多く得ることが分かった。

(2) 材質判定の官能検査結果

材質判定の官能検査結果より、被験者は能動的触運動によって試料を任意の押圧力でなぞることによって“粗い”や、“滑りにくい”などの材質感が評価できることが分かった。一方、受動的触運動は材質の“温冷感”を知覚するのに適しているが、それ以外の材質感を知覚するには

適していないといえる。

試料の物理量（粗さ, 摩擦係数, 熱伝導率, 保温性）と能動的触運動で評価した材質感を表す形容語の相関関係をまとめた結果を図2に示す。

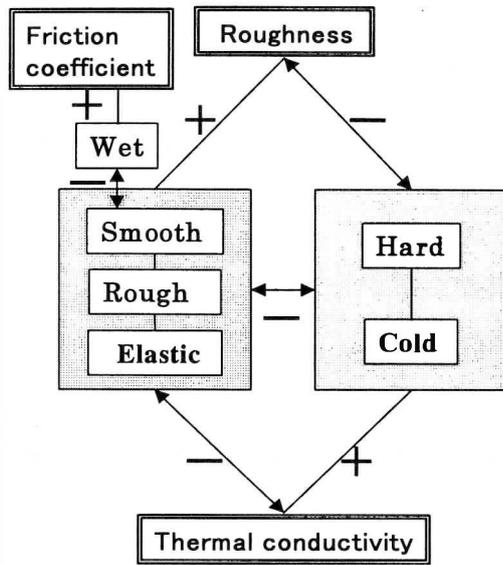


Fig.2 Relation between adjectives and physical properties

図2より, 能動的触運動で評価した材質感は大きく形容語群“粗い”, “滑り易い”, “弾力性がある”と形容語群“硬い”, “冷たい”の2グループで表現される。これは, 試料の「粗さ感」と「温・冷感」が材質を判断する上で重要な役割を持っていることを示している。

3. 能動的触運動の解析

3.1 触運動測定装置の試作

本研究では, 触運動情報として押圧力, 動摩擦係数, 触運動速度, 接触温度を選び, これらを連続的に測定する装置を試作し, その概要を図3に示す。

被験者の手指が試料上を移動する触運動速度は, 測定装置の上部に設置されたCCDカメラによって画像を撮影したのち, 動画画像処理装置(ひまわり60; (株)ライブラリー製)を用いて動画画像解析し, 触運動速度を求めた。押圧力と動摩擦係数の測定は, 試料台の下部に取り付けた燐青銅板が触運動により曲げ歪みを生じ, この曲げ歪みを歪みゲージによって測定した。また, 指先に熱伝対を装着し, 触運動中の試料と指先間の温度変化を測定した。

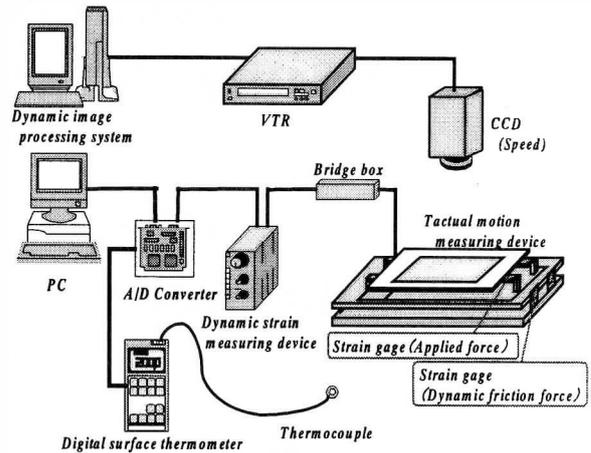


Fig.3 Experimental measurement system

3.2 能動的触運動量と材質感との相関

“粗さ感”は動摩擦係数と負の相関, 触運動速度と正の相関, “滑りやすさ感”は動摩擦係数と負の相関, “冷感”は温度変化と正の相関, “湿り気感”は動摩擦係数と正の相関, “硬さ感”は動摩擦係数と正の相関, 触運動速度と負の相関, “弾力感”は触運動速度と正の相関がみられた。

図4は, これらの結果を用いて試作した材質センサの概観である。

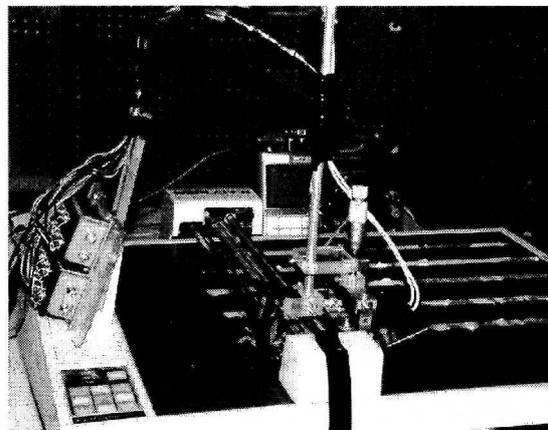


Fig.4 Sensor for distinction of material

4. 結論

- (1) 能動的触運動で材質判別を行った方が受動的触運動よりも正答率が高く, 試料より知覚する情報量も約3倍多いことが判った。
- (2) 人間が能動的触運動で材質を判別する際には, 試料の「粗さ感」, 「温・冷感」と「滑りやすさ感」を重視することが判った。