

氏名	相澤 淳平
学位の種類	博士 (工学)
学位記番号	甲 第 7 1 3 号
学位授与の日付	2 0 1 9 年 9 月 3 0 日
学位授与の要件	信州大学学位規程第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	樹脂製ドットパターンテクスチャにおける寸法と触感の関係に関する研究
論文審査委員	主査 教授 上條 正義 教授 河村 隆 教授 吉田 宏昭 准教授 金井 博幸 教授 寺内 文雄 (千葉大学)

論 文 内 容 の 要 旨

樹脂製ドットパターンテクスチャにおける寸法と触感の関係に関する研究

プラスチックは物性に優れ、大量生産に適するため工業材料として広く用いられる一方、質感の面では木材・皮革・金属等より低く評価されがちで、多くの樹脂製品ではシボによる加飾加工が施されている。近年、金型へのシボの形成法として、デザインから金型切削まで全てをデジタル化されたプロセスで行う「デジタルシボ」と呼ばれるワークフローが実用化され、凹凸の 3 次元データにより触感まで含めた製品設計や品質管理が可能になると期待されている。しかし微細な凹凸寸法と触感の関係には未解明の部分が多く、これを具体的な数値で示した設計指針が求められている。これに対し本研究ではシボの効果が大きい粗さ感を対象に、複数の寸法要因（凹凸の周期・形状等）から粗さ感が決定する構造を定量的に明らかにすることを目的に実験的検討を行った。試料には樹脂製のドットパターンを用いた。

はじめにドットの間隔と直径を変化させ、触察と目視における粗さ感を評価する実験を行った。実製品と同様に ABS 樹脂を射出成形して 6 種類の試料を製作し、一対比較法により感覚量を評価した。また、視覚的な刺激を定量化するため、2 次元色彩輝度計により試料表面の輝度分布を測定し、マイケルソンコントラストをはじめとする特徴量を算出した。実験の結果、触察においてはドット間隔、目視においてはドット直径とそれによって決まるコントラストにより粗さ感が決定することがわかった。

次にこの結果を踏まえ、ドット高さの影響について検討を行った。ドット高さが知覚されるにはドット間の平面に皮膚が接触（底付き）することが必要条件であると考え、底付きの有無によりドット高さと粗さ感の関係が変化すると予測し、実験によりこれを確認した。ドット曲率が一定で間隔と高さを変化させた 9 種類の試料を製作し、一対比較法により粗さ感を評価した。実験から予測通り粗さ感の変化が確認され、ドットが低い領域に限りドット高さが粗さ感の決定要因になることがわかり、この閾値はドット高さ／ドット間隔の比で $1/35 \sim 1/24$ と推定された。この結果を検証するため、ドット高さが異なる 2 試料の判別の可否により底付きの有無を判定する実験を行い、その閾値がドット間隔 0.6mm に対して $25 \mu\text{m}$ 程度であることを確認した。さらにこの値の妥当性を検証するため、触察動作中の皮膚の変形量を直接計測する装置を製作し、測定実験を行った。10 名の平均値からドット間隔 0.6mm では皮膚表面は最大 $37 \mu\text{m}$ 程度変位することがわかり、感覚量から

の推定結果が妥当であることが確認できた。

最後にドット曲率の影響について検討した。インクジェット式 3D プリンタを使用してドットの間隔と曲率の組合せが異なる 44 種類の試料を作成し、これらの中から同等の粗さ感を示す組合せを探索する実験によりドット間隔とドット曲率の 2 次元平面上に粗さ感の等高線を作成した。等高線の形状から、粗さ感ハドット曲率の対数值と線形の関係になることがわかった。また、ドット間隔・曲率の線形和の形で粗さ感を予測する近似式により、各寸法値に重み付けする形で粗さ感を推定できることがわかった。等高線パターンには被験者間で大きな違いがみられ、粗さ感の判断においてドット間隔とドット曲率のどちらをより重視するかという被験者のタイプの違いを推定式の係数により示すことができた。

以上の検討により寸法パラメータから粗さ感が決定する構造についてある程度明らかにすることができた。皮膚の底付きの考慮や等高線による感覚量分布の表現、重み付けによるパラメータ間の影響の評価など、本研究で得られた知見は触感の決定要因を解明する今後の研究に資すると考えられる。