

平成 29 年 6 月 14 日現在

機関番号：32689
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2015～2016
課題番号：15K13918
研究課題名(和文)さまざまな模様・質感が提示可能な柔軟シート

研究課題名(英文)Visual texture presentable sheet device

研究代表者

岩瀬 英治 (IWASE, Eiji)

早稲田大学・理工学術院・准教授

研究者番号：70436559

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：異なる表面材質を組み合わせることで、元の表面とは異なる反射光の角度強度分布を実現し、中間的な視覚的質感の提示を実現した。視覚的質感とは、触覚ではなく視覚により感じる質感のことである。視覚的質感が異なる表面の散乱光角度強度分布が異なることに着目し、受光角45°における散乱強度に対する受光角15°の散乱強度の比を散乱度と定義した。また、2種類の異なる視覚的質感を画素のように並べたところ、両者の割合に応じて散乱度が変化することから、色の混色と同様のアプローチで中間的な視覚的質感を提示できることを示した。

研究成果の概要(英文)：We proposed a presentation method of intermediate visual texture by mixing textures. The "visual texture" means a component of texture from visually sense. We measured angular intensity distribution of scattered light from some visual textures. We defined "degree of scattering" as a ratio of the intensity of the scattered light at 45 degrees to the intensity of the scattered light at 15 degrees. And we achieved a presentation of the intermediate visual texture by arranging glossy and matte surfaces alternately.

研究分野：マイクロマシン・MEMS

キーワード：ディスプレイ 視覚的質感

1. 研究開始当初の背景

一般的に質感とは、材質の違いから受ける視覚的・触覚的感じという意味であるが、本論文において“視覚的質感”とは質感の視覚的な要素、すなわち光沢、つやなしといったものを指す。視覚的質感は、照明と物体を見る角度の関係によって見え方、すなわち散乱光強度が異なることに起因すると考えられている。従来、コンピュータグラフィクス(CG)では、コンピュータ内で設定した照明条件から物体表面の散乱光強度を計算し、視覚的質感を提示する方法が一般的に用いられている。しかし、これは仮想の光源に対して散乱特性を計算しているだけであり、実際の物体表面に任意の視覚的質感を提示できるものではない。任意の照明環境で、実際の物体表面に光沢やつやなしといった様々な視覚的質感を提示する方法はこれまでにない。

実際の物体表面に、様々な視覚的質感を可変提示する方法としては、異なる質感を有する表面を何種類か用意し、見える位置に配置する表面を入れ替えるということが考えられる。しかしながら、この方法では用意した何種類かの視覚的質感しか提示することができない。そこで我々は、発色提示ディスプレイで可変発色を実現している方法と同じアプローチができないかと考えた。ディスプレイ上では赤(R)、緑(G)、青(B)の3つの原色を用い、その重ね合わせの割合を変えることで数千万色(RGB 各8bitであれば $224 = 16777216$ 色)という色を提示する方法が一般的に用いられている。視覚的質感は散乱光強度によって変化すると考えられていることから、反射光の角度強度分布を変化させれば、様々な視覚的質感を提示することができるのではないかと考えた。すなわち、本研究では、“原色”に相当するつやつやした表面やざらざらした表面といった画素を用意し、これらの提示割合を変えることで、“混色”に相当する中間的な視覚的質感が提示できるかどうかを検討した。また、中間的な視覚的質感が提示できているかどうかを確認するためには、視覚的質感を定量化する必要がある。そのため、異なる表面材質を組み合わせ配置した表面に対しても利用可能な光学的計測による視覚的質感の定量化を試みた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、異なる表面材質を組み合わせ配置することにより、元の表面とは異なる反射光の角度強度分布を実現し、様々な視覚的質感を提示することである。

3. 研究の方法

物体が光を反射するときに生じる反射光には、図1(a)に示すような正反射光と図1(b)に示すような散乱光の2種類がある。つやつやした表面は正反射光がほとんどであるのに対して、ざらざらした表面は散乱光がほと

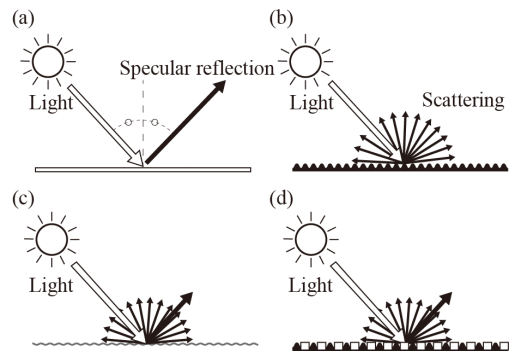


図1 表面での反射光 (a) つやつやな表面、(b) ざらざらな表面、(c) 中間的な表面、(d) つやつやとざらざらを併置した表面

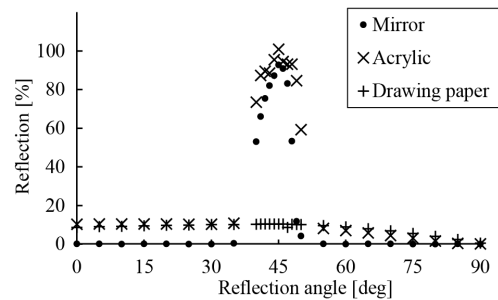


図2 アルミ平面ミラー, アクリル板, 画用紙に対する散乱光の角度強度分布

んどである。視覚的質感は散乱光強度によって変化すると考えられていることに基づけば、図1(c)のような均一な表面に対してであれば、表面粗さなど表面形状で定量化することも考えられる。しかしながら、“混色”に相当する表面に対しても定量化できることが必要なため、本研究では視覚的質感を定量化する指標として、正反射光の強度と散乱光の強度の比を用いることとした。

視覚的質感が異なる物質の表面の反射光による散乱強度を計測した。計測セットアップは、光源に接続された光ファイバの先端とサンプルとの距離を 200 mm、入射角を 45° に固定した配置にし、分光器に接続された光ファイバの先端とサンプルの距離を 70 mm、受光角を 0° から 90° まで回転させて 5° ごとに測定した。また、受光角 40° から 50° においては 1° ごとに計測した。光源に接続された光ファイバと分光器に接続された光ファイバを 270 mm 離して対向させた光強度を分母とし、サンプルに照射した際の反射光の光強度を 3 回測定した平均値を分子として散乱光の角度強度分布を計測した。

計測サンプルとして、アルミ平面ミラー (丸形 Al+MgF₂ 外径 25 mm 基板面精度 /10, 波長域 250 - 1200 nm, シグマ光機製), 100 mm × 100 mm の白色のアクリル板 (三菱レイヨン製), 白色のケント紙 (KMK ケント紙 (中性紙), ミューズ製), 白色の画用紙 (サンフラワー-M 画用紙, ミューズ製) の散乱光の角度強度分布を計測した。図2は、このうち、ミラー, アクリル板, 画用紙の散乱光の角度強度分布を示したものである。

図2の散乱光の角度強度分布の結果において、ミラーとアクリル板では、正反射角である受光角45°でピークを持ち、ミラー、アクリル板、画用紙のどれにおいても受光角0°から40°ではほぼ一定であった。そこで、視覚的質感の指標として、受光角45°における散乱強度 r_{45} に対する受光角15°の散乱強度 r_{15} の比を散乱度 S [%] と定義し、用いることとした。すなわち散乱度 S [%] は

$$S = \frac{r_{15}}{r_{45}} \times 100$$

と表すことができる。ざらざらした表面をもつ物質は散乱度 S が大きくなり、つやつやした表面をもつ物質は散乱度 S が小さくなる。図2の結果に対して散乱度 S を求めると、アルミ平面ミラーの散乱度は 10.29×10^{-4} % と非常に低く、アクリル板は10.25%、ケント紙は72.11% となり、画用紙は90.61%と100%に近い値となった。この結果が人間の感覚と対応することを確認するために、被験者に対し各サンプルをつやつやしていると感じる順序に並べる官能評価を行った結果、各サンプルの散乱度 S と同じ順序となり、その順序には有意な差があった。そのため、今回定義した散乱度 S は視覚的質感の指標として利用できると考えられる。

4. 研究成果

異なる2つの表面材質を並べて配置することで、元の表面材質とは異なる散乱光の角度強度分布となり、元の2つの表面材質の中間的な視覚的質感を示すことを確認する。前述のアクリル板と画用紙を用い、図3に示すように、100 mm × 100 mm のつやつやした表面を持つアクリル板の上に、画用紙にカッティングプロッタ（グラフテック製、CE 6000-40）を用いて2 mm × 2 mm の正方形の穴を等間隔に開けて重ね合わせたサンプルを考案した。正方形の穴の間隔を変えることにより、アクリル板と画用紙の面積比を4:5（間隔1 mm）としたアクリル44%板、アクリルと画用紙の面積比を1:3（間隔2 mm）としたアクリル25%板の2種類のサンプルを作製した。これらのサンプル表面の散乱光の角度強度分布を計測した結果を図4に示す。散乱光の角度強度分布は2節で記載したものと同一セットアップを用いて計測している。図4からも、アクリル44%板とアクリル25%板は、アクリル板と画用紙の散乱光の角度強度分布の間にあり、かつアクリル44%板の方がアクリル25%板に比べ、アクリル板に近い散乱光の角度強度分布を持っていることが分かる。散乱度 S を求めると、アクリル44%板は47.89%、アクリル25%板は62.31%となり、アクリル板の10.25%と画用紙の90.61%の中間の値であり、アクリル板の割合に応じてアクリル板の散乱度に近くなることがわかった。また、被験者に、サンプルから5 m 離れた位置から観察してもらい、この4つのサ

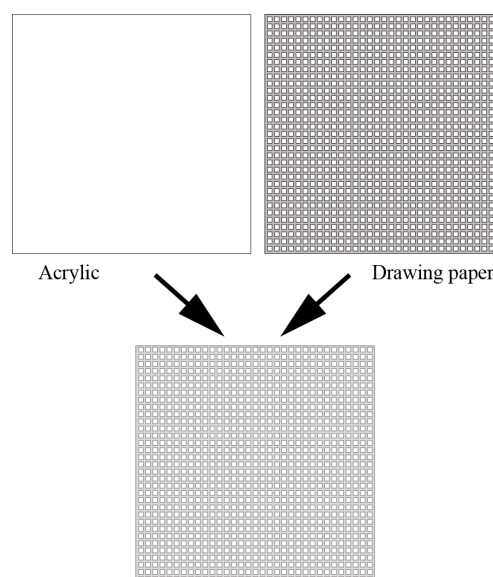


図3 アクリル板の上に穴の開いた画用紙を配置することで、異なる視覚的質感を持つ2種類の表面を併置させた計測サンプル

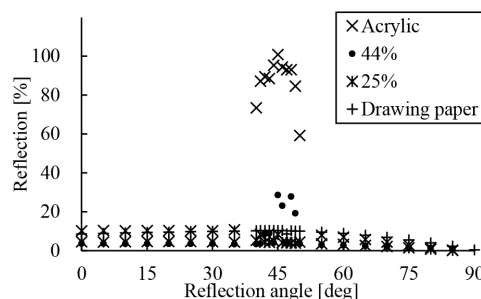


図4 アクリル板、アクリル44%板、アクリル25%板、画用紙に対する散乱光の角度強度分布

ンプルに対しをつやつやしていると感じる順に並べてもらう官能評価を行った結果と散乱度の順番は一致した。5 m という距離は色に関して混色する角度が $1/60^\circ$ と言われていることから定めたものであり、2種類の異なる視覚的質感を画素のように並べることで、色の混色と同様のアプローチで中間的な視覚的質感を提示できることを示した。このことは発色提示ディスプレイと同じアプローチで、視覚的質感提示ディスプレイが実現できることを示唆している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

1. Kodai Usuki, Hiroaki Onoe, Eiji Iwase, “Flexible Coloring Element by using Bending Deformation of Electroactive Hydrogel,” *Electronics and Communications in Japan*, vol. 100, no. 1, pp. 44-48, January, 2017. (査読なし)

2. 薄功大, 尾上弘晃, 岩瀬英治, “電場応答性
ハイドロゲルの屈曲変形を利用した柔軟発
色素子,” *電気学会論文誌 E*, vol. 135, no. 12,
pp. 480-483, December 1, 2015. (査読あり)

〔学会発表〕(計6件)

1. 岡田陽平, 岩瀬英治, “時分割混合による
中間的な視覚的質感提示デバイス,” *情報処
理学会 インタラクシオン 2017*, 1-502-14, 中
野, 東京, March 2-4, 2017.

2. Kazuhiro Kobayashi, Hiroaki Onoe,
“Microfluidic-Based Water/Oil Droplets-Train
Display,” *The 20th International Conference on
Miniaturized Systems for Chemistry and Life
Science (microTAS)*, W098e, Dublin, Ireland,
October 9-13, 2016.

3. 岡田陽平, 岩瀬英治, “異なる視覚的質感
を有する表面の並置による中間的な視覚的
質感の提示,” *第21回 日本バーチャルリアリ
ティ学会大会*, 33C-04, つくば, 茨城,
September 14-16, 2016.

4. 岡田陽平, 岩瀬英治, “視覚的質感の光学
的定量化および提示, Optical Quantification
and Presentation of Visual Texture,” *日本機械
学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会*,
1A2-14a6, 横浜, 神奈川, June 8-11, 2016.

5. 小林和弘, 尾上弘晃, “マイクロ流体ディ
スプレイに向けたマイクロ二相流体の特性
評価, Characterization of Micro-Two-Phase
Fluid for Microfluidic Display,” *日本機械学会
第7回マイクロ・ナノ工学シンポジウム*,
29pm3-PN-9, 新潟, 新潟, October 28-30, 2015.

6. 薄功大, 尾上弘晃, 岩瀬英治, “底面配置電
極駆動による電場応答性エラストマーの屈
曲変形を用いた発色素子, A Coloring Element
using a Bending Deformation of an Electroactive
Elastomer with Bottom-arranged Electrodes,” *日
本機械学会 第7回マイクロ・ナノ工学シン
ポジウム*, 30pm1-E-1, 新潟, 新潟, October
28-30, 2015.

〔産業財産権〕

出願状況(計1件)

名称: 視覚的質感提示デバイスおよび視覚的
質感提示方法

発明者: 岩瀬英治, 岡田陽平

権利者: 学校法人 早稲田大学

種類: 特許

番号: 特願 2016-113598

出願年月日: 2016年6月7日

国内外の別: 国内

〔その他〕

岩瀬研究室ホームページ

[http:// www.iwaselab.amech.waseda.ac.jp/](http://www.iwaselab.amech.waseda.ac.jp/)

尾上研究室ホームページ

<http://www.onoe.mech.keio.ac.jp/index-j.html>

6. 研究組織

(1)研究代表者

岩瀬 英治 (IWASE, Eiji)

早稲田大学・理工学術院・准教授

研究者番号: 70436559

(2)研究分担者

尾上 弘晃 (ONOE, Hiroaki)

慶應義塾大学・理工学部・准教授

研究者番号: 30548681