

令和 2 年 6 月 17 日現在

機関番号：34517

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00804

研究課題名(和文) 視環境設計のための室内仕上げ材のテクスチャーの定量化

研究課題名(英文) Quantification of Texture of Interior Finish for Visual Environmental Design

研究代表者

北村 薫子 (Kitamura, Shigeko)

武庫川女子大学・生活環境学部・教授

研究者番号：80319855

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)： 建築内外装仕上げ材の表面のテクスチャーを定量的に把握するため、模型を用いた輝度画像撮影と、実空間における実測調査を行った。

まず、シャッタースピードを変化させた撮影画像から輝度画像を作成した結果、固有の色彩を有せず濃淡模様のあるテクスチャーは調和しやすいことが示唆された。次に、無彩色かつテクスチャーに特徴のある国内外の建築で実測調査を行った。白漆喰で低光沢の仕上げが多く、表面の粗滑は一定の面積の輝度分布で把握できることが示唆された。白色シルクスクリーンのガラスの測定では、遮光率によって輝度対比が異なり、シミュレーションによって室内の光環境を推定することができることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果から、内外装材のテクスチャーを作成し、光環境条件を設定したシミュレーションによって、室内の光環境や見る人の視点による見えを予測して室内視環境をシミュレーションできることがわかった。本研究では、幾何学的に作成できるテクスチャーを用いたが、今後は、曲線等を用いたランダムなテクスチャーを作成することで、幅広く室内視環境設計に対応することができると考えられる。

研究成果の概要(英文)： To clarify textures of building interior and exterior finishing material quantitatively, luminance imaging analysis and actual measurement survey in real buildings were carried out.

First, with brightness images from captured photos in several shutter speeds, it was suggested that textures without a unique color tend to harmonize as a result of subjective experiments.

Next, we conducted actual measurement surveys on domestic and international architecture. It was suggested that there were many white plaster and low-gloss finish, and that the roughness of the surface could be grasped by the brightness distribution with a certain area measurement. In the measurement of white silkscreen glass, the brightness contrast varies depending on the light shielding ratio, and it was found that it is possible to estimate the interior light environment by image simulations.

研究分野：建築環境工学

キーワード：建築 光環境 テクスチャー 輝度画像 シミュレーション 仕上げ 質感

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

快適な視環境設計には、人が感じる室内外の視環境要素の複合的な検討が必要であり、従来個々の分野で取り組まれた研究に基づいて、実用化に向けて横断的・総合的に応用する方向で検討が進んでいる。近年は執務者や居住者の視点位置から空間の輝度分布を測定する方法が中心となり、特に照明シミュレーションの一部として企業にも積極的に取り入れられている。

照明シミュレーションには、室内の形状、開口部の形状、太陽や天空の状態、光源の種類など光に直接的に関するもののほか、内装や家具の色、素材の情報の入力が必要である。形状など室内寸法や物体色の色度は数値として入力できるが、作成されたシミュレーション画像に視覚的リアリティが欠けることが従来から指摘されている。この原因は、内装や家具の素材の情報を入力できていない点である。現在は、素材の表面を模様として入力するか、あるいは、表面の光沢を均等拡散反射性・鏡面反射性などのように2~3種類に分類して入力することが一般的であるが、多くの種類の素材からなる室内表面を表現するには不十分である。

物体表面の素材感の定量的把握は、反射指向特性 BRDF が有力とされている。ある入射光に対する表面からの反射光を、方位と角度の組み合わせにより3次元で測定し表示するものである。CIE (国際照明委員会) などの技術委員会においても、この手法を応用して、物体表面の素材感の評価、さらには室内視環境設計につながる検討が進んでいる。しかし、問題点として、大掛かりな装置が必要であることから、測定データの蓄積が進んでいないのが現状である。

そこで本研究では、輝度画像を用いた定量化も実用レベルになっていることを応用し、輝度画像を用いた視覚的素材感の定量化と素材感の表示ができる可能性に着目した。輝度分布測定的手法を物体表面の素材感の定量的把握に応用することで、デジタルカメラや CCD カメラを用いた撮影から素材感を定量的に把握することが可能であると考え。すなわち、室内の輝度画像測定およびリアル・アピアランス表示の技術に基づいて、素材表面のテクスチャーを定量的に測定しするものである。

2. 研究の目的

本研究は、これまでに確立された輝度画像を用いた空間の明るさ感の定量化手法を用い、人が視覚的に捉える空間の仕上げ材の素材感の主観評価と、材料表面テクスチャーの撮影画像との対応から、視覚的素材感を定量的に把握することを試みるものである。デジタルカメラによる撮影画像から輝度解析を行いテクスチャーの特徴を抽出することで、人の視覚的印象と対応する室内仕上げ材の素材感を定量的に表示し、視環境設計に資することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) まず、内装仕上げ材を対象試料とし、被験者を用いたテクスチャーの視覚的評価実験を行った。7つの試料から2種類の組み合わせによる14条件を対象とした(図1)。床と壁の組み合わせで計28条件の組み合わせで評価させた。評価方法は5段階SD法、評価項目は「調和している」「あたたかい」「落ち着きのある」「個性的な」「明るい」「軽やかな」「好きな」とした。図1を内装材として装備した模型を暗室内に設置し、案順応させた被験者に評価をしてもらい、これを28条件行った。

同時に、評価実験と同一の条件において試料のテクスチャーの画像撮影を行い、輝度画像解析からテクスチャーの特徴の定量化を行った。画像撮影方法、解像度などを調整し、無地・無彩色の試料、色彩や模様、異方性のある試料とも撮影と輝度画像解析を行った。

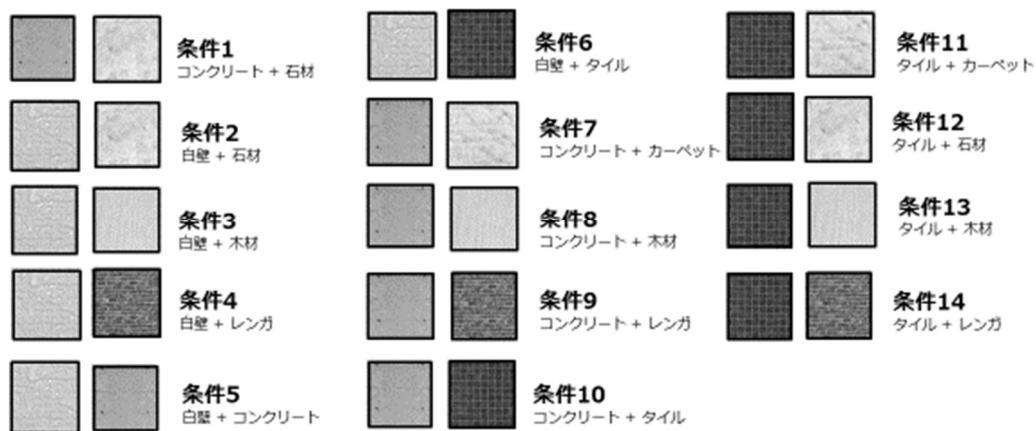


図1 評価対象とした内装材試料

(2) 無彩色の内外装仕上げの実建築を対象として、実測調査を行った。建築系雑誌において、設計者から「白」と言及された作品を抽出し、住宅を除いた計49件を対象とした。実測の測定項目を、表1に示す。輝度画像の撮影は、(1)の手法と同じとした。表2に実測を行った調査対象から抜粋を示す。

表1 実測の測定項目

測定項目	使用機器	方法
物体色	分光測色計 (CM-2600d)	測定対象面に接触させ、位置を変えて3回測定し平均。
輝度画像	デジタルカメラ (G12)	測定対象とその周囲が写る距離からシャッタースピードを変えて複数枚撮影。合成した写真から輝度画像を作成して、測定対象の輝度・色度を抽出。
鏡面光沢度	光沢計 (GM-60)	測定対象面に接触させ、位置を変えて3回測定し平均。
分光照度	演色照度計 (CL-70F)	測定対象面で測定
テクスチャー	デジタルカメラ (G12)	測定対象面の法線方向、および主光線による影がわかる方向から接写撮影

4. 研究成果

(1) 試験片に対する評価では、石材が最も調和しやすいと評価された一方、レンガが最も調和していない評価となった。良い側の評価者の人数の推移 (図2) より、調和しやすい試料として、平滑で無光沢であるものが多い傾向がみられた。SD 得点で0~2 の評価がひとつの条件内の合計で5人以上の時に赤色、SD 得点で-2~0 の評価がひとつの条件内の合計で5人以上の時に青色で示す。次に、模型内に装備した場合の評価実験では、レンガは、調和を含めいずれの評価も高い結果となった。3次元で提示することにより、評価が変化したことが伺える。同一面積とした試験片の評価と比較し、模型の場合には面積の大きい壁の方がその材料に対する印象を受けやすい傾向が示唆された。

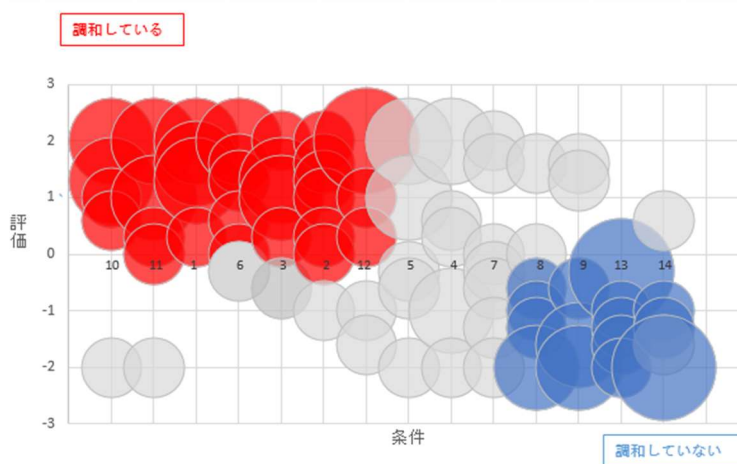


図2 「調和している」の評価の傾向

(2) 実測調査を行った実建築から抜粋を表2に示す。調査可能な時間帯により、昼光や天候の影響を受けるが、可能な限り雨天を避け、晴天および曇天での測定とした。昼光が入らない場合は人工照明のみとし、点灯状態を現地の方に变化していただき、輝度の変化を測定した。

表2 実測調査対象 (抜粋)

建物名	場所	実測日	時間	天候
玖珂東部コミュニティセンター	山口県	2018/10/24	15:00~16:00	晴れ
浜松市秋野不矩美術館	静岡県	2019/2/18	15:00~16:00	晴れ
ビッグハート出雲	島根県	2018/11/12	13:00~15:00	小雨
熊本県立農業大学校学生寮	熊本県	2018/10/31	14:00~16:00	晴れ
今治市火葬場すいふう苑	愛媛県	2018/10/26	13:00~15:00	晴れ
まつもと市民芸術館	長野県	2019/3/24	10:30~12:30	曇り
ラムネ温泉館	大分県	2018/10/31	8:00~10:00	曇り
ねむの木子ども美術館	静岡県	2019/2/18	10:00~11:00	晴れ
沖縄県立博物館・美術館 (おきみゅー)	沖縄県	2018/12/3	13:00~15:00	晴れ
木屋旅館	愛媛県	2018/12/7	9:00~11:00	曇り
神勝寺松堂	広島県	2019/1/8	17:30~18:30	日没後

キッチンハウス福岡ショールーム	福岡県	2018/10/30	12:00~13:00	晴れ
広島高速交通アストラムライン新白島駅	広島県	2018/10/10	14:00~15:00	雨
多治見市モザイクタイルミュージアム	岐阜県	2018/11/26	13:00~15:00	曇り
ラコリーナ近江八幡	滋賀県	2018/10/23	7:00~9:00	晴れ
エストニア国立博物館	エストニア	2019/11/2~3	9:30~19:00	曇り

表面のテクスチャーのシミュレーションのため、パターンを作成しやすいガラス外壁の白色シルクスクリーンの結果を事例として示す。現地に設置されていたモチーフは5種類で、遮光率が異なるよう作成され、白色のシルクスクリーンとしてガラス面に印刷されていた。図3、図4に室内側・屋外側からみたパターンを示す。物体色としては図5に示す通りほぼ白色であるが、図3・4の通り室内から見た場合と屋外から見た場合で、異なる輝度となった。日中は、室内からはシールのないガラス部分から屋外の空が見えるため、シール部分は影となり相対的に輝度が低く、屋外からは、シールのないガラス部分には室内、シール部分は屋外の日光を受けるため物体色の通り白色となった。

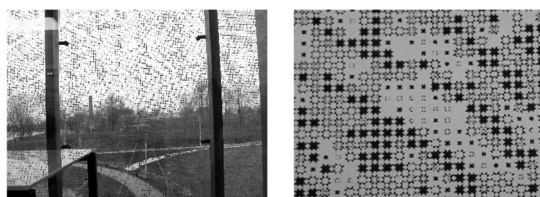


図3 室内から見たパターン

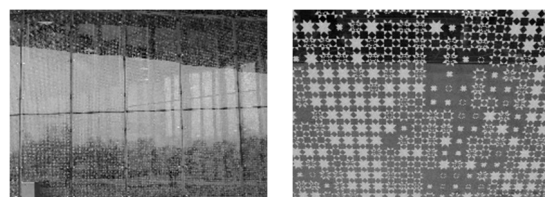


図4 屋外から見たパターン

L*	a*	b*
74.78	-0.34	-0.17



図5 モチーフの色度と測色の様子

(3) 光環境を変化させた場合のテクスチャーの定量化と見えの予測を行った。(2)のガラススクリーンに用いられているモチーフから、図6の画像を作成した。現地では、16mm×16mmの正方形に白色モチーフが接する左端の遮光率が50%、順に31.25%、25%、12.5%、6.25%とされていた。これらを、640mm×640mmの中にタテヨコ各40個並べ、計1600個を配置したテクスチャーのパターンを作成した(図7)。平均遮光率は24.84%となった。

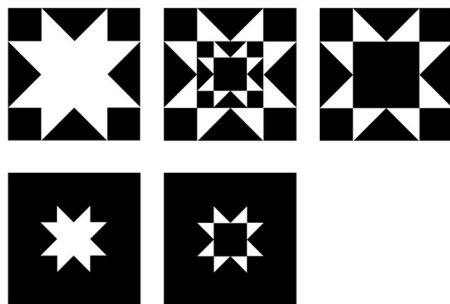


図6 遮光率の異なるテクスチャー

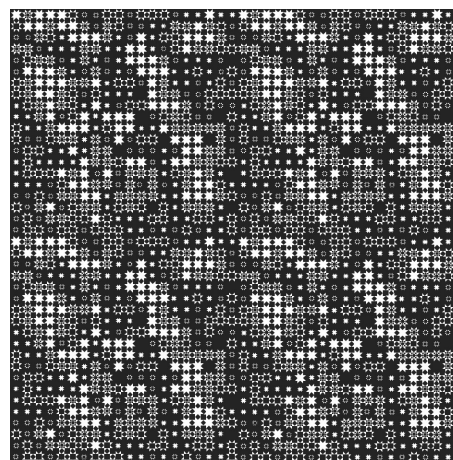
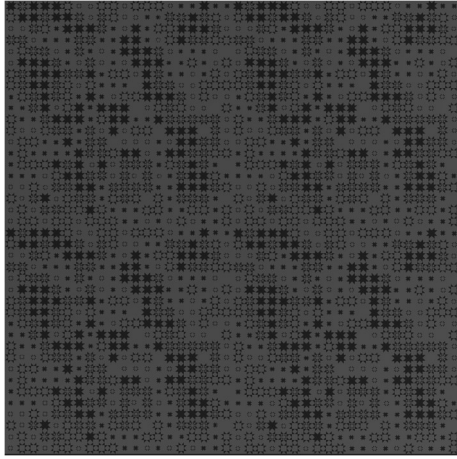
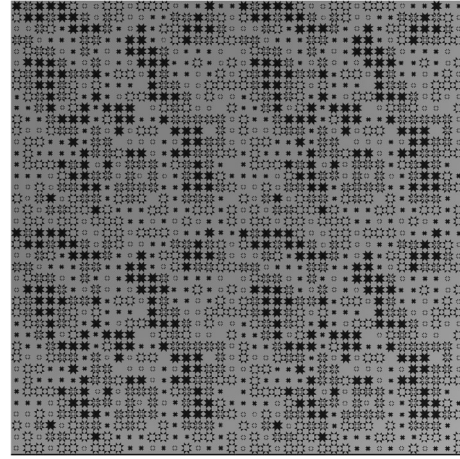


図7 作成したシミュレーション対象

図7を用い、実測調査により得られた照度および輝度を用いてリアル・アピランス画像を作成した。図8は、室内の4000Kの照明がガラス面を100lxで照射した条件としたものである。室内にいる人がガラスを通して空を見ている場合の朝~夜の変化を想定している。屋外の昼光の色と光量に変化するにつれ、テクスチャーが白く見えたり黒く見えたりする様子が再現された。



輝度 $100\text{cd}/\text{m}^2$ ・色温度 6500K



輝度 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ ・色温度 6500K

室内側照度 1001x ・色温度 4000K とした場合

図 1 作成したテクスチャーを用いたシミュレーション画像

本研究の結果から、内外装材のテクスチャーを作成し、光環境条件を設定したシミュレーションによって、室内外の光環境や見る人の視点による見えを予測して室内視環境をシミュレーションできることがわかった。本研究では、幾何学的に作成できるテクスチャーを用いたが、今後は、曲線等を用いたランダムなテクスチャーを作成することで、幅広く室内視環境設計に対応することができると思われる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	中村 芳樹 (Nakamura Yoshiki) (30189071)	東京工業大学・環境・社会理工学院・教授 (12608)	