

分光反射特性を用いた建物外観の表示

勝山 友地[†] 柿本 正憲[†]

[†] 東京工科大学 メディア学部

1. はじめに

都市景観のCG表示において、建物の外観は重要な要素である。建物の形状モデルについては、や撮影画像からの推定などの手法により高品質化が行われている。また、実在する重要なランドマークについては人手のモデリング作業により形状を作成することが一般的である。

一方で、建物の色については通常の撮影画像(RGB)を元にテクスチャマッピングを行う方法が一般的である。しかしながら、この方法では建物を照らす光源を変更した場合に正確な色の外観を再現できないという問題がある。

本研究では、実在の建物をCG表示する場合の色の再現性を高めることを目的に、分光反射特性を用いる手法を提案する。

一般に屋外にある建物は太陽あるいは天空光により照らされるが、最近ではLEDの普及により各種人工光によって夜間の建物が照らされることが多い。また、プロジェクションマッピングでは建物の色が重要である。多彩な光源による建物の色を再現する需要は高まると考えられる。その際には物理的に正確な色である分光反射特性の利用が必須である。

さらに、建造物のデジタルアーカイブにおいても分光を利用することでより正確な保存が可能となる。

本稿では実在の建物を対象とした分光反射特性の計測および表示の基礎的な実験結果を報告する。

2. 関連研究

建物外観のCG表示については古くから研究されている。天空光をシミュレートする研究[1]や建物のデザインパターンを考慮したテクスチャ合成[2]などにより、リアリティのある建物外観表示が行われている。しかしながら、分光反射特性を用いる建物表示は行われていない。

実在物体の分光反射特性については、撮影画像から推定する手法[3]は多く研究されている。分光反射特性の計測機器は利用可能だが、高価であるため普及しておらず、直接実在物体を計

測する試みは限定的である。一例として、花の色については普遍性があるため種別に計測されてデータベース化されている[4]。今後分光測定機器の低価格化が期待でき、さまざまな物体表面の特性をデータベース化することが容易になる。実在の建物は、花ほどではないが普遍性が高く、計測してデータベース化する価値がある。本研究ではこの点に着目し、分光による建物表示の基礎実験を行った。

3. 建物外観の計測

本研究における分光反射特性のデータ取得のために分光測色機を用いた建物の計測を行った。計測対象における条件とし4つ設定する。①高層ビル、②形に特徴のある、③色鮮やか、④古い、この4つのどれかに該当する建物を計測を行った。条件に該当する建物を計測するために2か所を起点として計測を行うこととする。それは東京駅と横浜の馬車道である。これは、条件に該当し尚且つ認知度の高い建物が多くあるために東京駅と横浜馬車道周辺で計測を行い、東京駅周辺で11件、横浜馬車道周辺で6件、合計17件の分光反射特性の計測を行った。

4. 表示処理

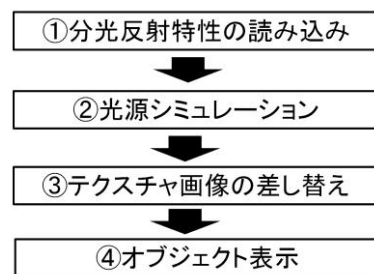


図 1: 表示処理の流れ

表示処理の流れとして、①分光反射特性の読み込み、②光源の反射シミュレーション③テクスチャ画像の差し替え、④3DCGのオブジェクトにして表示、の流れで行う。①の本研究で扱うデータは建物外観の分光反射特性の生データである。これは機器の関係上光の波長360nm～740nmにおける10nm刻みの38個の数字が羅列されたものである。この38個のデータ1つで1セットの分光反射特性を読み込む。

②前記①では分光反射特性の数字が羅列されているだけのため、 x をデータ刻みの値の 10、 y を 38 個のデータ個々に格納されている値とした 38 個の頂点を結び分光分布化した。

この計測データをもとに光源を加味したシミュレーションを行い以下のような処理をもとに RGB 化する

RGB の値は分光データから直接変換できないため、RGB に変換可能な 3 刺激値 XYZ (XYZ 表色系) に等色関数を乗じることで変換する。XYZ から変換するときガンマ補正を行い変換した。

③では、表示対象の 3D オブジェクトのために用意されたテクスチャをもとに、②で得られた色への置き換えを行う。

④では以上の結果できた RGB の値をもとに 3DCG モデルのテクスチャを変更し表示を行った。

5. 実験結果

実験のために東京駅周辺と横浜馬車道近辺の計測を行った。計測機器は、分光測色計のコンカミノルタ社の CM-700d を使用した。計測において取得できる可視光の範囲は 360nm~740nm であり、360nm から 10nm 刻みを分光反射特性のデータとして記録する仕様である。計測の手順としては、①計測、②計測状態の写真記録、③計測場所の写真記録、④計測建物の写真記録の 4



図 2：東京駅レンガ計測記録写真

工程で基本的に行い、同一建物で複数個所の計

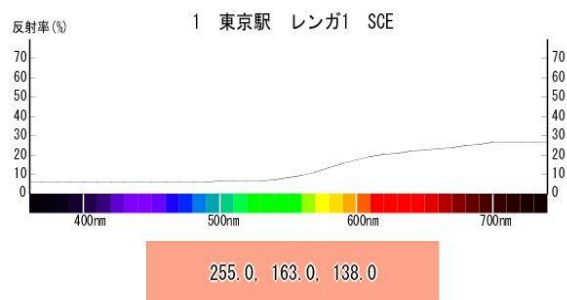


図 3：東京駅レンガ分光反射特性及びその RGB への変換結果

測を行う場合には①~③を繰り返し行った。

図 2 の写真が実際に計測を行った記録である。これらの計測から得られた分光反射特性と RGB への変換を行った結果を図 3 に示す。

図 3 は図 2 において計測を行った結果の分光反射特性データをもとに生成した分光分布と RGB 変換したものである。この計測データをもとに光源の反射シミュレーションを行い、撮影画像を変換したものが図 4 の太陽と白熱灯であり、図 5 がオブジェクトである。

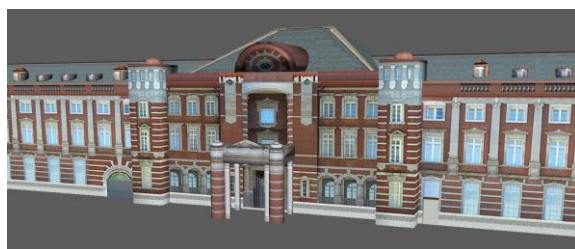


図 5:3DCG オブジェクト (c)2015 株式会社ゼンリン



カメラ撮影画像 太陽 白熱灯
図 4：光源シミュレーション結果

6. まとめと今後の課題

今回建物の分光反射特性計測を行いその表示を行った。今後は物体の照り返しや凹凸など考慮することができればさらに高い再現性が求められると考える。

参考文献

- [1] Nishita, T. and Nakamae, E., Continuous tone representation of three-dimensional objects illuminated by sky light, Proc. SIGGRAPH'86, 125-132, 1986.
- [2] Sylvain Lefebvre et al., By-example Synthesis of Architectural Textures, ACM TOG 29(4) (Proc. SIGGRAPH 2010), 8 pages, 2010.
- [3] 長谷川ほか, メタマ推定に基づく RGB 画像からの被写体の測色色予測 (第二報: 評価), 画像電子学会誌, 38(4), 375-384, 2009.
- [4] Arnold, S.E.J., Savolainen, V. and Chittka, L., FReD: The floral reflectance spectra database. Nature Precedings, 2008, <http://dx.doi.org/10.1038/npre.2008.1846.12011> (2016年1月アクセス)