

「素材測定データに基づく意匠曲面モデルのリアルタイムハードウェアレンダリングシステム」の研究

株式会社 エクサ P L Mソリューション部 田坂 仁
遠藤 明彦

北海道工業試験場 製品技術部 製造技術科 岩越 睦郎
北海道大学 大学院工学研究科 システム情報工学専攻 金井 理

要 旨

情報家電分野における製品の質感設計において、複雑な光学特性を持つ質感の入力、編集を支援するシステムの研究について報告する。近年、情報家電分野、自動車分野の製品に、複雑な光学特性を持つ質感がしばしば用いられるようになり、CGによる製品の事前評価において、質感の設定に大きな負荷を要するが多い。本システムは、変角分光測色システムにて測色した測色データの質感ライブラリー、リアルタイムハードウェアレンダリングによる高速プレビュー、質感編集、質感検索機能を利用することにより、複雑な光学特性を持つ質感の設定を支援するものである。

1. はじめに

情報家電分野において、ユーザーの嗜好の多様化や塗料・塗装技術、部品加工技術の進歩に伴ない、製品のボディーの質感は多種多様化している。さらに市場のニーズに迅速に適応するため、非常に短期間で外観設計が求められている。しかしCGの作成過程において、複雑な光学特性を持つ質感を入力するには、デザイナーの経験や勘を要する部分が多く、意図する質感を設定するまでには試行錯誤が繰り返されるため、CGの画像作成回数が増加する。また、意図した質感を正確に模型会社や塗装会社に知らせ、意図した塗装面の実サンプルを得るまでには、試行錯誤が繰り返されることがある。そこで本研究では、これらの試行錯誤に要する時間を極力短縮するためのシステムについて研究する。

2. 従来技術の現状と問題点

メタリック塗装やパール塗装などは、製品を見る角度によって素材自体の輝き具合や色身が変化したり、また周囲の環境の映り込み具合が変化したりする。そのため、双方向反射分布関数(BRDF:Bi-directional Reflectance Distribution Function)にPhongのモデル、Cook-Torranceのモデルなどのモデル式を適用した方法では、実際の塗装面をリアルに表現することは難しい。そこで、自動車分野においては、変角分光測色システムにより測色して得られたBRDFを用いるCGアプリケーション(インテグラ社PEARL、FORMULA^[1]、トヨタ社カラーCAD^[2]、弊社SurfRay)が使用されている。これらは、実在する塗装サンプルを測色し、それをまだCAD上のモデルでしかない製品モデルに適用し、CGで評価するものである。製品モデルへの測色データの適用、測色データの編集には多くの試行錯誤が繰り返されるため、CGのレンダリング時間は短くなければならない。従来までは、楕円や円柱などの簡単なモデルでのプレビューで、ある程度の見栄えを評価し、その後、製品モデルを用いたレンダリングには、光線追跡による精密なレンダリング(画像生成)を行っていた。しかし、光線追跡を用いたレンダリングには時間を要するため、光線履歴を用いた方法^[3]が提案

されているが、リアルタイムで視点、光源を変更しながらの編集はできない。光線追跡を多数のCPUで並列処理する方法もあるが、計算機コストが高い。任意のBRDFをリアルタイムで表示する研究^[4]も行われているが、測色データの編集機能と組み合わせ、インタラクティブに製品の見栄え評価を行えるアプリケーションはない。

本研究では、測色データの選択、編集をしながら、製品に測色データ適用後の画像をリアルタイムで表示するシステムを提案する。また、測色データベースの構築、データベース周辺機能の構築を行う。

3. 機能概要

図1にシステム機能概要図を示す。本システムは、SurfRay 既存機能に次の3つの機能を追加したものである。なおBRTDとは、BRTD(Bidirectional Reflection and Transmission Data: 双方向反射透過データ)のことで、実際の素材表面から得られた測色データのことである。

- (1) B R T D 高速プレビュー機能
- (2) B R T D 検索機能、差分情報表示機能
- (3) B R T D X M L 出力機能

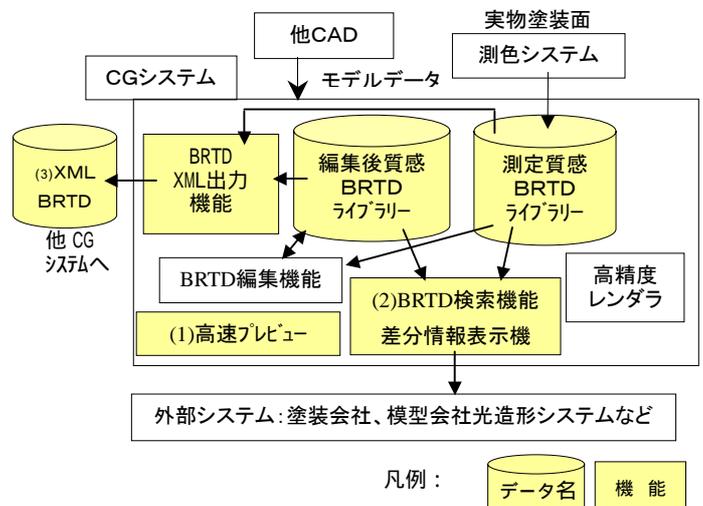


図1 全体システム概要図

図2に(1)高速プレビュー機能の実行画面を示す。BRTDエディターにてBRTDの編集を行うと、BRTD高速プレビューに、短時間で編集内容が反映される。



(a) BRTD 高速プレビュー結果 (b) BRTD エディター
図2 BRTD エディター、BRTD 高速プレビュー操作画面

4. BRTD 高速プレビュー

本研究では、BRTD 質感の表示に、式1より求めた直接光源による質感の輝度計算結果を記憶するシェーディングキューブマップ、正反射率(正反射立体角内における入射光束と反射光束の比)を記憶する正反射率キューブマップ、周囲の環境を表す環境キューブマップをブレンドし、物体に環境マッピングすることにより BRTD の表示を行う。特に正反射率キューブマップを用いることで艶感をリアルに再現する。光源から視点に届く光の輝度は次式で表される。

$$L_r(\lambda) = f_r(\theta_i, \theta_r, \lambda) \cdot L_i(\lambda) \cdot \cos \theta_i \quad (\text{式 1})$$

$L_r(\lambda)$: 視点に届く光の輝度、 λ : 波長、

$f_r(\theta_i, \theta_r, \lambda)$: 入射角 θ_i 、反射角 θ_r の時の BRDF = BRTD * π 、

θ_i : 入射角、 θ_r : 反射角、 $L_i(\lambda)$: 入射光輝度

BRTDエディターにて、BRTDの編集が行われると、各キューブマップの再計算を行い、BRTD高速プレビューでの表示を更新する。

5. BRTD 検索機能、差分情報表示機能

BRTDエディターで編集したBRTDに最も特性が近いBRTDを、塗装サンプルが実在する測定質感BRTDライブラリーより検索し、検索した測定質感とBRTDエディターで編集した質感との特性の差分を抽出し、表示する。ここでの特性の比較、表示には、均等色空間であるCIE L*a*b*表色系等を用いる。編集後質感と実在する塗装サンプルとの均等色空間上での差分を明示することにより塗装サンプル作成を支援する。

6. 適用例

本システムの適用例を示す。塗装サンプルには、シルバーのスパークルクリアー(光輝材層あり、クリアー層あり、艶感あり)及びシルバーのスパークル艶消し(光輝材層あり、クリアー層なし、艶消し)を用いた。レイトレーシング画像の作成には、弊社の SurfRay を用いた。BRTD

高速プレビューにおいて、レイトレーシング画像、デジカメ画像の質感に近い表示が可能となった。また、BRTD 高速プレビューの結果において、周囲の環境の映り込みが物体と視線とのなす角の違いによりリアルに変化することが確認された。なお、塗装サンプルの測定には、村上色彩技術研究所社製 GSP-2 変角分光光度計を用いた。



(a) BRTD 高速プレビュー結果 (b) レイトレーシング結果



(c) デジカメ画像
図3 スパークルクリア



(a) BRTD 高速プレビュー結果 (b) レイトレーシング結果



(c) デジカメ画像(サンプルプレート)
図4 スパークルつや消し

6. 終わりに

本研究によって、測色データの選択、編集と同時に、適用後の製品の見える評価を行うことが可能となった。今後の課題としては、光輝材、シボ、半透明質感への対応が挙げられる。

なお、本研究は、H15 年度文部科学省知的クラスター創成事業「札幌 IT カロツツエリア創成」の一部として実施された。

参考文献

- [1] Sergey Ershov et al.: Rendering Perlescent Appearance Based On Paint-Composition Modelling : Eurographics 2002
- [2] Atushi Takagi et al.: Accurate Rendering Technique Based on Colorimetric Conception: Proc. of SIGGRAPH2003, pages 263-272
- [3] (株)インテグラ 藤本ら: 光学的に複雑な特性を有する物体の美感設計をコンピュータ上で対話的に行う方法: 公開特許公報 特開平 10-247256、
- [4] Jan Kautz, and Michael D. McCool: Interactive Rendering with Arbitrary BRDFs using Separable Approximations, Eurographics 1999, pages 281-292