

長野大学  
NAGANO UNIVERSITY

FBI 長野大学企業情報学部  
Faculty of Business and Economics Nagano University

長野大学 企業情報学部  
田中法博ゼミナール



田中ゼミで開発したソフトウェアでCG再現した日本刀

**3次元デジタルアーカイブ手法**  
(1)美術品の3DCG再現  
(2)人間の肌の3DCG再現-

長野大学  
NAGANO UNIVERSITY

企業情報学部の「学びの特徴」

**プロジェクト型学習**

学びたいことを学ぶ＝自分の成長



学生一人ひとりが、「自分で決めたテーマに挑む」  
課題発見と問題解決

**実際の企業活動を想定した体験学習**

長野大学  
NAGANO UNIVERSITY

**研究成果の発表**

企業情報学部の学生が、  
国際会議に参加して、自分たちの研究成果を  
発表しました。(韓国ソウル市COEX)

国際会議の発表会場  
世界中の大学や企業から研究者が集まります。

海外の研究者とのディスカッション

長野大学  
NAGANO UNIVERSITY

**独立行政法人 日本学生支援機構  
優秀学生顕彰事業**

(独)日本学生支援機構が行っている全国の優秀な学生を  
表彰する制度  
・大学、短大、専門学校、高等専門学校の全ての分野が対象

【2010年度】  
学術分野・奨励賞  
宮下朋也(上田高校卒)

【2009年度】  
学術分野 優秀賞  
望月宏祐(上田西高校卒)  
合津正史(坂城高校卒)  
奨励賞  
荒井 甫(津南高校卒)

【2008年度】  
学術分野・奨励賞  
望月宏祐(上田西高校卒)

長野大学 企業情報学部  
3年連続受賞

長野大学  
NAGANO UNIVERSITY

**実シーンの照明環境の計測**

光源の分光分布



照明光源の情報をを用いてレンダリングした結果

分光情報に基づいたIBLは、  
全方位に存在する光源の  
分光分布を求めなければならない。



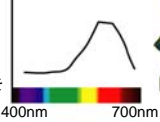
太陽  
蛍光灯  
白熱電球

長野大学  
NAGANO UNIVERSITY

**RGBカラー情報と分光情報**


光の波長分布  
(分光分布)

物理的な意味を持つ。




400nm 700nm

RGB 色の3原色



3つの色信号として得られる。

デジタルカメラ



デジタル機器は 一般に色をRGBで表現(デバイスに依存)

原色(RGB)の合成での色を表現

**長野大学** **実シーンと3DCGの合成システムの開発**

3DCGで仮想物体の作成

レーザー光で形状を計測する装置

この物体の形状を計測

全方位画像

長野大学6号館前のシーンと3DCG物体を合成

実シーン全体の全方位の光源情報を計測して、その中に3DCG物体を合成する。

**長野大学** **全方位の照明環境を計測**

- 仮想物体(CG)に精密な現実空間(実写映像)の照明情報を与える。
- 魚眼レンズを用いて、全方位のシーンを計測

これらを合成・幾何変換し1枚の全方位画像を作る

円形画像

**長野大学** **画像から全方位の分光情報を推定**

$E(\lambda)$  分光分布

全方位の環境光源

$C(\lambda)$  色信号

$R_B(\lambda)$   $R_G(\lambda)$   $R_R(\lambda)$  カメラの分光感度

R G B

$\rho$  カメラ出力

カメラのRGB値から光源の分光分布を推定する手法を開発

**長野大学** **日本刀のデジタル記録と3DCG再現**

独自の美術品計測装置

光源 物体 カメラ 制御用 PC

計測画像をモニタしながら計測

美術品(日本刀)表面の反射を精密に計測

実物の日本刀の計測結果

**長野大学** **独自開発した美術品の3DCGソフトウェア**

開発中の映像生成技術

白熱電球 太陽光

分光分解

人間の視覚特性に合わせて映像化

美術品

分光反射

視覚系

分光反射

色特性

ディスプレイの色特性に合わせて変換

美術品の正確な色再現が可能

自由な視点、照明方向で鑑賞可能

平地 刃紋

光源

観覧系

日本刀(対象物体)

光反射の計算(視点や照明方向の計算)

表面の拡大図(凹凸のモデル)

美術品(日本刀)表面で発生している複雑な反射を再現できる3DCGシステムを独自に開発。

**長野大学** **日本刀のCG再現結果**

長野大学 **複合現実感技術を用いた美術品の観賞**

実際のシーンの中で美術品の鑑賞ができるシステムを構築したい。

- 実シーンとCGの高精度な合成
  - ・照明光による物体の色の変化
  - ・周囲環境の写り込み
- 現実空間と仮想物体のインタラクション
  - ・直観的なユーザインタフェース

実物の写り込み、光路の影響、直観的な操作、再現CG

長野大学 **美術品の3DCG再現システム**

関連する研究

- (1) 全方位の照明環境の分光的な獲得  
合津ら、日本色彩学会全国大会2009
- (2) 美術品の分光的な3次元デジタルアーカイブ  
田中ら、日本感性工学会論文誌 2009

拡張現実技術(AR)に統合

アーカイブされた美術品をCG再現  
拡張現実技術に基づいた美術品のレンダリング  
レンダリングシステム

長野大学 **実写と3DCGの合成結果**

日本刀のCGを実空間に合成した画像  
不均質誘電体の合成画像 (左: 実物、右: 仮想物体(CG))

**デジタルコスメ - 化粧品の色を3DCGで再現する**

<研究目的>

自分に似合う化粧品を探すため、さまざまな条件下で化粧シミュレーションができる化粧支援システムを開発

◆どのようにしたら化粧品独自のリアルな色彩や光沢が計測でき、コンピュータ上に肌の状態や色、肌の上に乗せた化粧品の色彩や光沢を画像再現できるかを考える。

<研究内容>

肌と化粧品の分光反射率を計測し、

- (1) 化粧した人間の肌のCGによる再現
- (2) 使用者が異なった場合の化粧品の色変化の予測
- (3) 同一の使用に対して異なる化粧品を用いた場合の色変化の予測

**肌をコンピュータで調べる?**

色の白さ 美白

日差しの影響 日焼け

火照り 酒に酔ったとき 恥ずかしいとき

健康 血色

TANAKA LAB.

長野大学 **肌の3DCG再現結果**

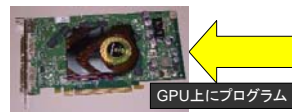
実際の人間の肌を3DCGで再現した結果

下図は写真ではなく、3DCGで生成した画像である。(任意の方向から観賞可能)



肌(顔)の再現3DCGを拡大して再現した結果:  
肌の反射特性(肌の質感)も再現できている。

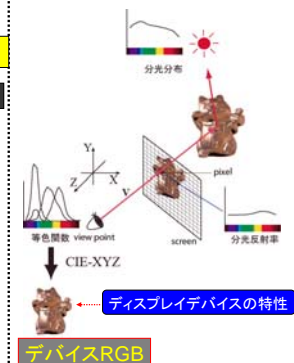
GPUを用いたリアルタイムレンダリング



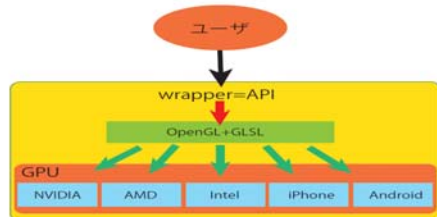
GPUがデバイス上に  
描画



ディスプレイ



レンダリングシステム



◆ユーザーから直接見えるソフトウェア層

- WrapperのAPI
- 直接GPU上のプログラムを記述する部分の違いを吸収
- グラフィックス機能へアクセスするための統一したインターフェイスを提供

◆特徴的な点

- (1) テクスチャサイズなどの物理的な制約の回避(アーキテクチャに合わせてサイズの変更)
- (2) 未実装のAPIや機能をエミュレーションで実現

精密な相互反射の3DCG再現

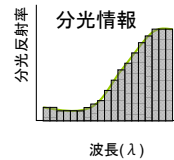
写り込み等の相互反射



物体間の相互反射をリアルタイム  
に3DCG再現したい。

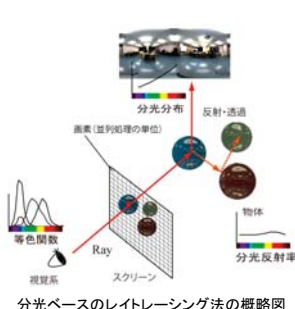
GPU上にレイトレーシングシステムを  
実装する。

分光ベースのレンダリングアルゴ  
リズムの実装  
(高い色再現を目指す)



レイトレーシングの速度の問題

分光ベースのレイトレーシング法



視覚系の色は三刺激値XYZの計算  
(デバイスに依存しない)

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \int_{400}^{700} C(\lambda) \begin{bmatrix} \bar{x}(\lambda) \\ \bar{y}(\lambda) \\ \bar{z}(\lambda) \end{bmatrix} d\lambda$$

$\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ : 等色関数

ディスプレイの  
デバイスRGBへ変換

分光情報は可視波長域(400nm-700nm)を5nm間  
隔でサンプリングして、61個のベクトルで表現する。

画像再現の結果



相互反射も含めた物体の3DCG再現:  
周囲環境の写り込みや照明光源だけでなく物体間の  
相互反射も含めて再現した結果。