

カメラを通して 実世界を読み解く

国立情報学研究所
佐藤いまり

実世界を描画・記録: 16000年前～



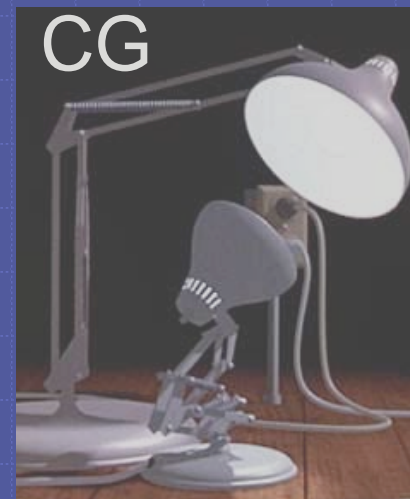
ラスコー洞窟 壁画



ルネッサンス (14世紀-17世紀)



カメラ (1839年)



生成

記録

接点

CGとCV技術の接点



画像



質感



形状

CV:画像解析

CG:画像生成



光源



技術応用:
写実的な画像生成,
VR, AR,
デジタルアーカイブ,
物体認識

形状を読み解く



従来手法:

反射モデルに基づくアプローチ

⇔ 対象物体に制限, 光源方向: 既知

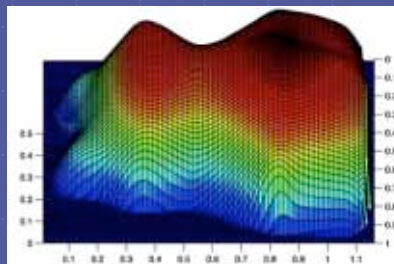
実例に基づくアプローチ

反射特性・光源方向: 未知

⇔ 形状が既知の参照物体が必要



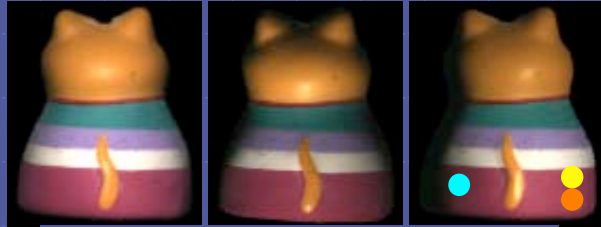
課題:



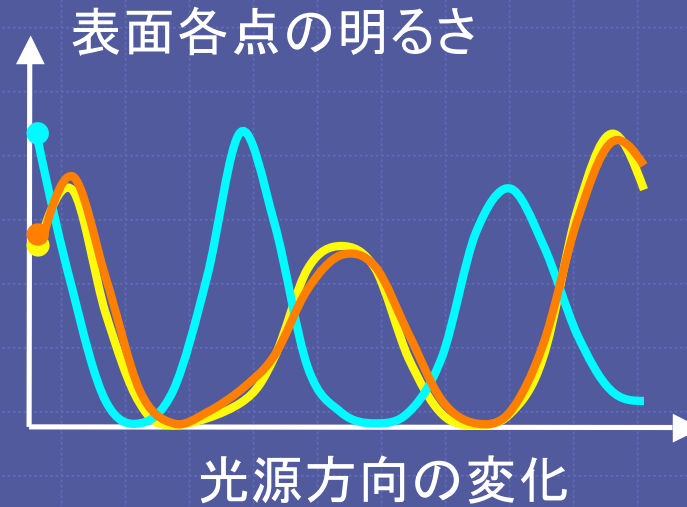
画像列のみから形状推定は可能?

反射特性・光源方向: 未知, 参照物体: なし

形状推定



異なる照明下で観察

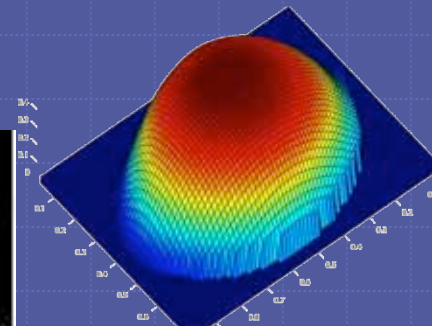
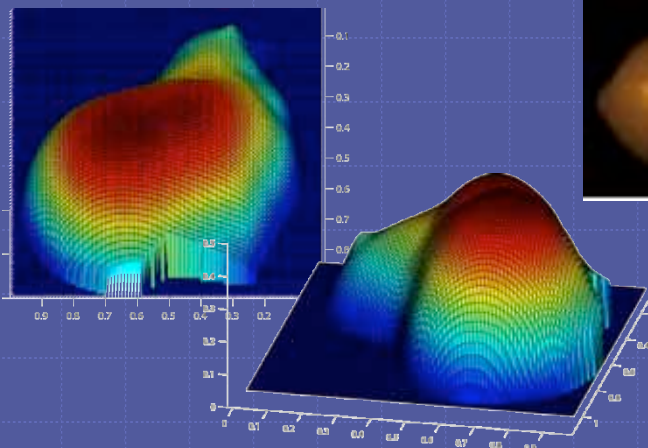
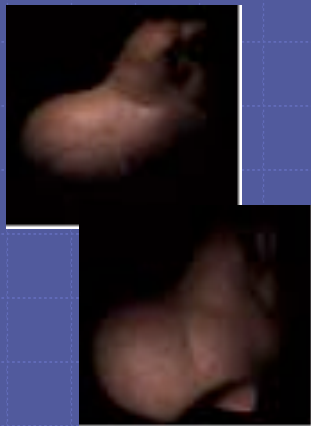
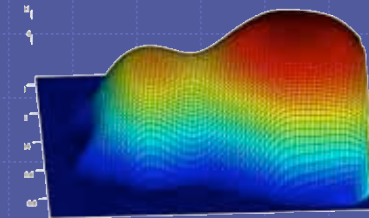


変化の
類似度
に注目

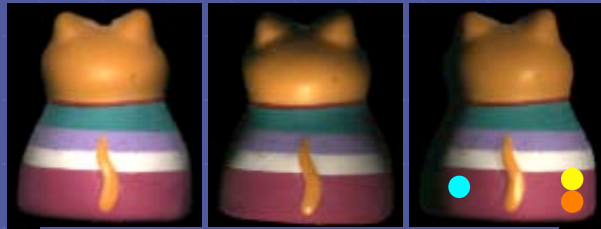
手掛かり: 輝度履歴の類似度 \doteq 法線方向の類似度

画像列のみから形状推定を実現

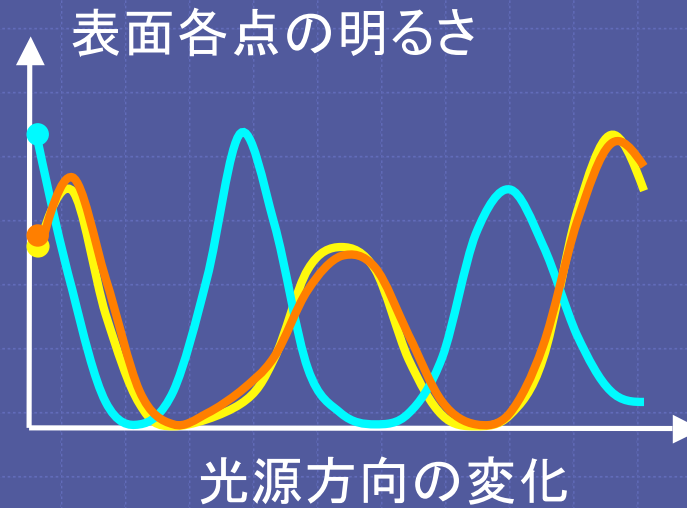
特殊なデバイス: 必要なし } 汎用性高い
反射特性・光源方向: 未知



形状推定



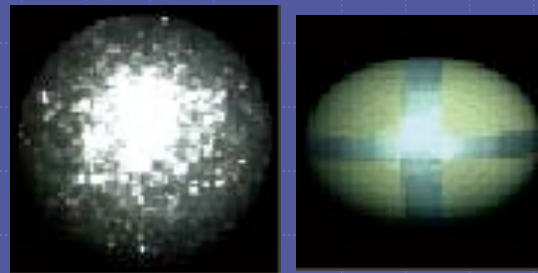
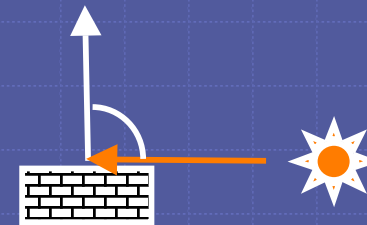
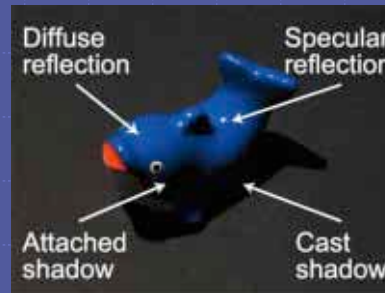
異なる照明下で観察



手掛かり: 陰符号の類似度 \doteq 法線方向の類似度

$\vec{c}_p = (0, 0, 1, \dots)$ 1: attached shadow
0: reflect light

$\vec{c}_q = (1, 0, 0, \dots)$

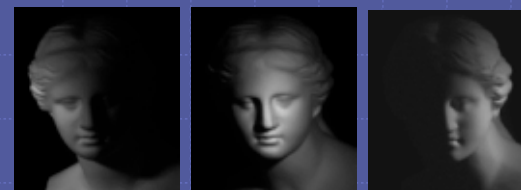


反射特性を読み解く

◆パラメトリック反射関数の利用

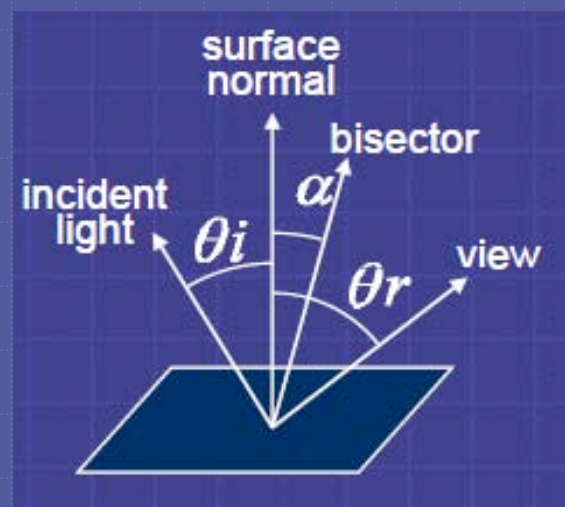
見えの変化を少数のパラメータで表現

- ◆ Lambertモデル(拡散反射成分)
- ◆ Phongモデル
- ◆ Cook-Torrance反射モデル
- ◆ Torrance-Sparrow反射モデル



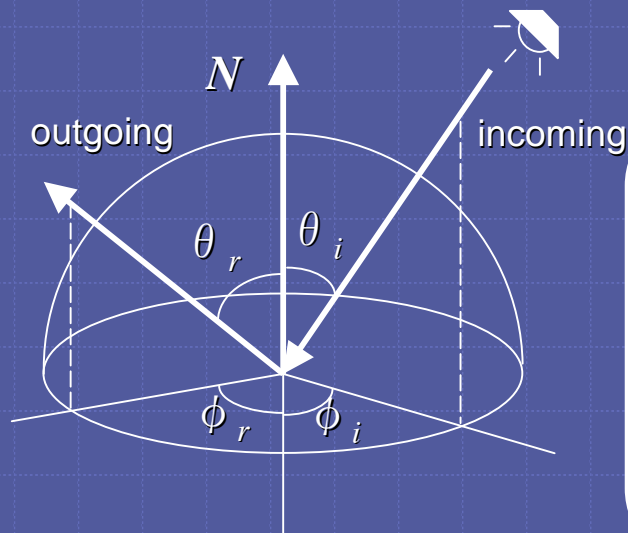
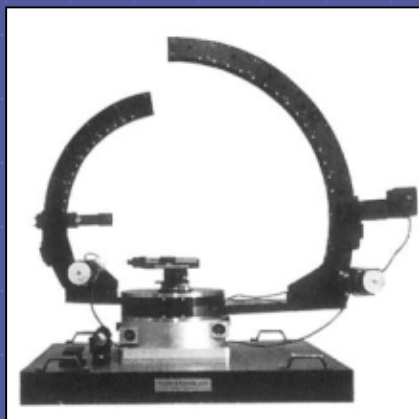
簡単化されたTorrance-Sparrow反射モデルの例

$$I = K_d \cos \theta_i + K_s \frac{1}{\cos \theta_r} e^{-\alpha^2 / 2\sigma^2}$$



反射特性を計測

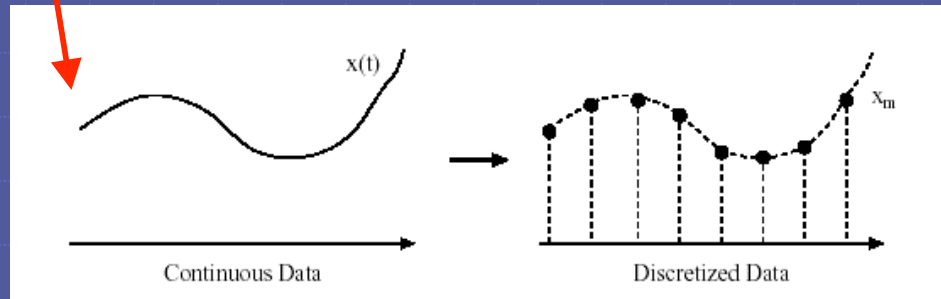
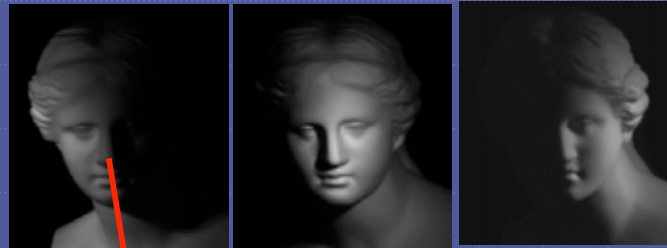
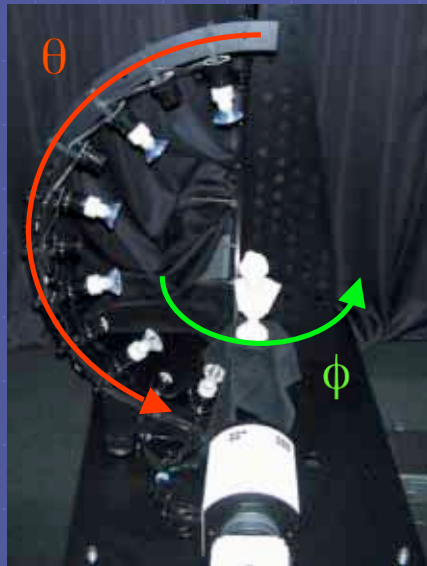
- ◆ゴニオフォトメータの利用
- ◆非常に長い計測時間, 膨大なデータ量
 - ◆光源(360x90) × カメラ(360x90) × 3byte=3GB/画素
 - ◆3GB × 横640画素 × 縦480画素=900TB!



提案



見えのモデル化



どのような光源？配置？個数？

⇒ サンプリング理論の利用

⇒ 複雑な質感を効率良くモデル化

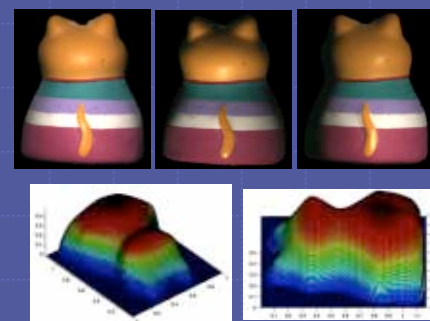


任意光源環境下での見えの合成

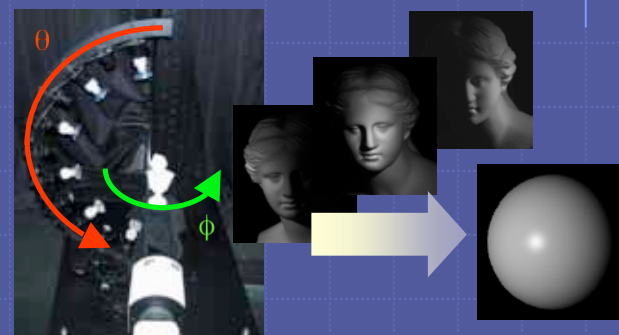


画像から読み解く

- ◆ 形状の推定
見えの空間に潜む多様体解析
[ICCV 07, 09]



- ◆ 見えのモデル化
サンプリング利用の応用
[ICCV 05, IJCV 07]



共同研究者: 岡部孝弘, 佐藤洋一 (東大)

- ◆ 物理モデルによる解析を超えて
 - ⇒ 我々はどのように質感を得る?
 - ⇒ 質感を生み出す要素とは?
 - その抽出方法とは?

