Graphics with Processing

2006-11 シェーディングと
テクスチャマッピング

http://vilab.org

塩澤秀和

11.1 シェーディング

シェーディング

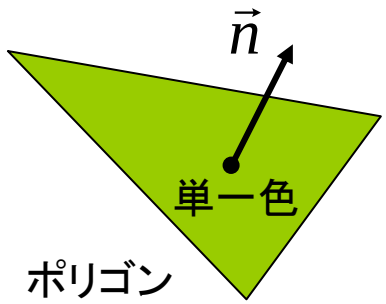
- シェーディングとは
  - Shading＝陰影づけ
  - 光の反射・材質のモデル（前回）
  - ポリゴンの陰影計算モデル
    ＝ シェーディングモデル

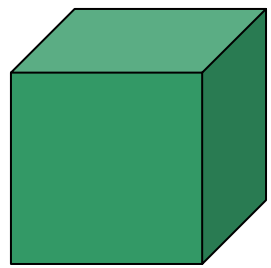
シェーディングモデル

- フラットシェーディング
  - ポリゴンを単一色で描画
- スムースシェーディング
  - ポリゴンの色を滑らかに描画
  - グローシェーディング
  - フォンシェーディング

フラットシェーディング

- 各ポリゴンを単一色で描画
  - ポリゴンの代表点（例えば重心）の法線ベクトルを利用
  - それを用いて光の反射を計算し，面全体の描画色を決定
  - 各面は単一色で塗りつぶす
  - もっとも単純で高速





フラットシェーディング

11.2 グローシェーディング

グローシェーディング

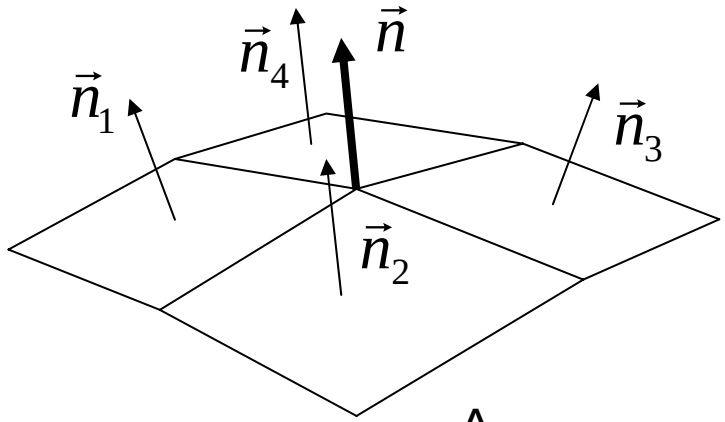
- 頂点間の色を補間
  - 隣接する面の関係を考慮して，各頂点の法線ベクトルを設定
  - 頂点ごとに光の反射を計算し，描画色を計算
  - 面全体の色は，頂点の間の色を線形補間して，滑らかに描画
  - 頂点ごとに，法線ベクトル・色・材質パラメータを設定できる
- 描画色の計算式

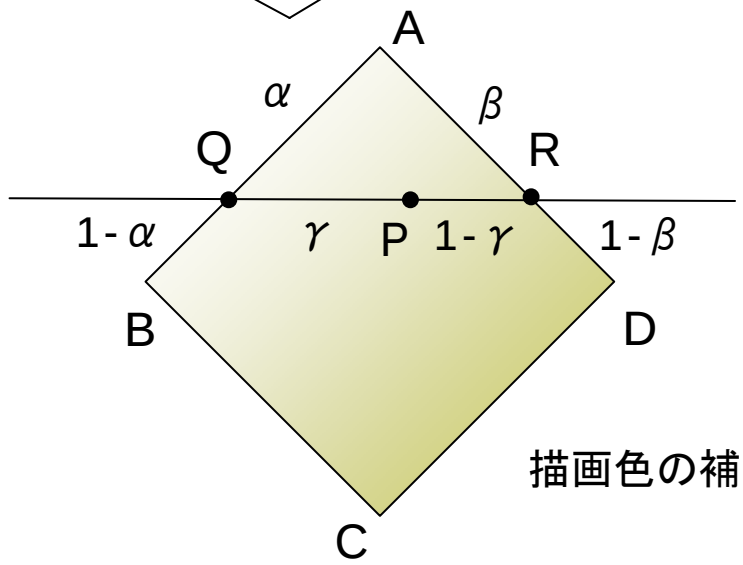
$$C_{\mathrm{Q}} = (1-\alpha)C_{\mathrm{A}} + \alpha C_{\mathrm{B}}$$

$$C_{\mathrm{R}} = (1-\beta)C_{\mathrm{A}} + \beta C_{\mathrm{D}}$$

$$C_{\mathrm{P}} = (1-\gamma)C_{\mathrm{Q}} + \gamma C_{\mathrm{R}}$$

隣接面の法線ベクトルを
平均化した頂点の法線ベクトル



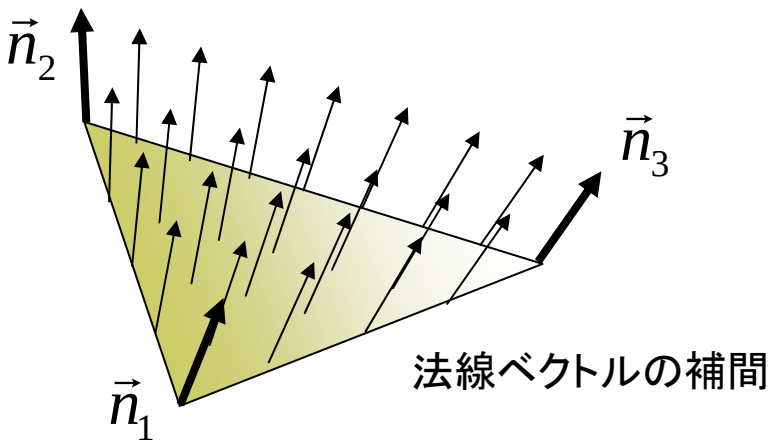


描画色の補間

11.3 フォンシェーディング

フォンシェーディング

- 法線ベクトルを補間
  - 色でなく，法線ベクトルそのものを線形補完する
  - ピクセルごとに法線ベクトルから光の反射を計算して色を決定
  - 法線ベクトルの補間の方法は，グローシェーディングの描画色の補間と同様



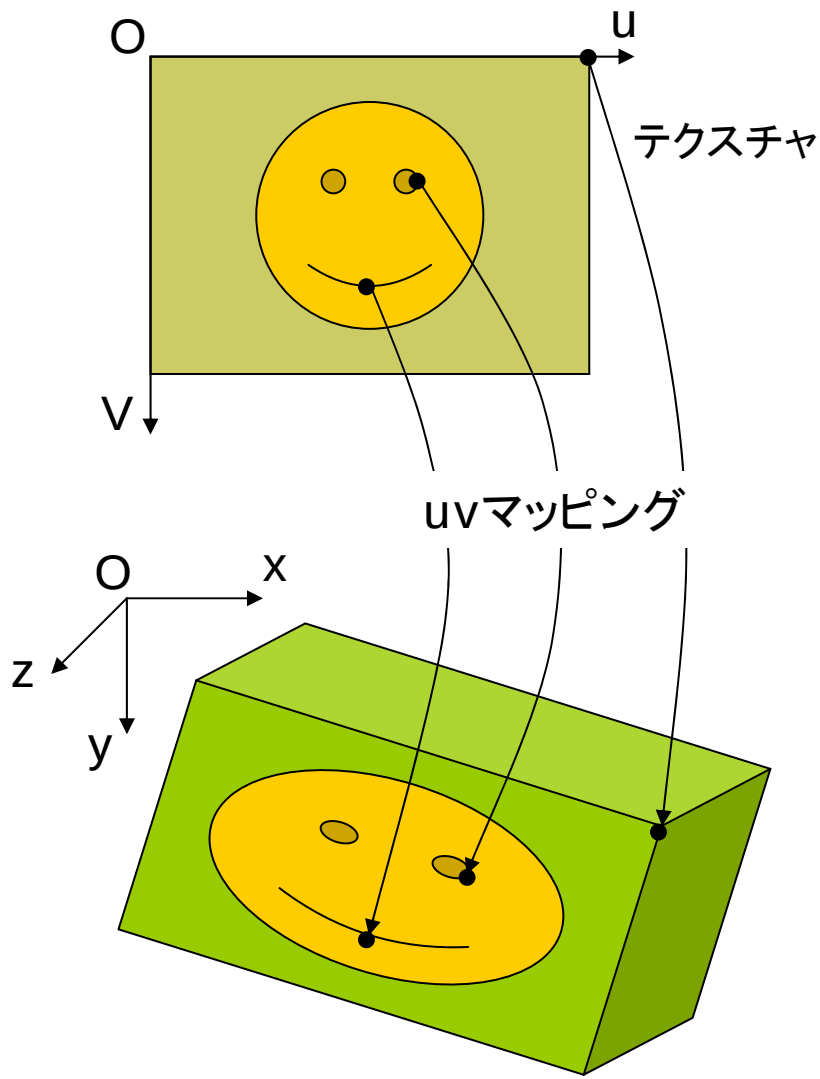
その他参考

- ポリゴンのグラデーション
  - グローシェーディングの副作用
  - ポリゴンの頂点に別々の色（fill）を指定すると滑らかにつなぐ色
- 法線ベクトル
  - 反射光の計算に必要（10.4）
  - 通常，自動的に計算（10.5）
  - 自分で設定することも可能
- normal(nx, ny, nz)
  - 法線ベクトルを明示的に設定
  - vertexの前に指定
  - 使用例
    normal(1.0, 0.0, 0.0);
    vertex(2.0, 3.5, 3.4);

11.4 テクスチャマッピング

テクスチャマッピング

- テクスチャマッピングの役割
  - テクスチャ＝模様画像
  - 立体にテクスチャ(画像)を，シールのように貼りつける
  - 質感を表す効果てきめん
  - 例）球に世界地図を貼りつける，人体モデルに肌を貼りつける
- uv座標(テクスチャ座標)
  - テクスチャ画像の2次元座標
  - (x,y)のかわりに(u,v)を用いる
- uvマッピング
  - 2次元のテクスチャ画像を3次元空間の面に貼りつける対応づけ
  - 画像(u, v) → 空間(x, y, z)



11.5 テクスチャマッピング関数

テクスチャマッピング

- texture(画像)
  - 画像: PImage型(5.3参照)
  - テクスチャの設定
  - beginShape(), endShape()の中で指定する
- vertex(x, y, z, u, v)
  - 通常のvertex(x, y, z)の処理に加え, その点をテクスチャ座標(u, v)に対応づける
  - vertex(x, y, u, v): 2次元用
- textureMode(座標モード)
  - uv座標の指定モード
  - IMAGE: 実際の画像の座標
  - NORMALIZED: 0.0～1.0

- 使い方

```
PImage tex;  // テクスチャ画像

void setup() {
  // 省略...
  tex = loadImage("画像ファイル");
}

void draw() {
  // 省略...
  beginShape(図形モード);
  texture(tex);
  textureMode(座標モード);
  vertex(x1, y1, z1, u1, v1);
  vertex(x2, y2, z2, u2, v2);
  // 省略...
}
```

11.6 サンプルプログラム

```
// 画像はグローバル変数推奨
PImage tex;

void setup() {
  size(300, 300, P3D);
  tex =
    loadImage("kouji50m.jpg");
    // テクスチャファイルは講義ホーム
    // ページからダウンロードし登録
}

void draw() {
  background(0);
  translate(width/2, height/2);
  scale(0.5);
  rotateY(-radians(frameCount));
  beginShape(QUADS);
  noStroke();
  texture(tex);
  textureMode(NORMALIZED);
  vertex(-40,-100,  0, 0, 0);
  vertex( 40,-100,  0, 1, 0);
  vertex( 40, 100, 30, 1, 1);
  vertex(-40, 100, 30, 0, 1);

  fill(#ffffff); stroke(#555555);
  vertex(-40,-100,   0);
  vertex( 40,-100,   0);
  vertex( 40, 100, -30);
  vertex(-40, 100, -30);
  endShape();
}
```

11.7 複雑なオブジェクト

複雑なオブジェクトは，大きさ1を目安として作成し，関数にしておくと利用しやすい

雪だるま

```
void snowman() {
  fill(255, 255, 255);
  noStroke();
  pushMatrix();
  translate(0, -0.7);
  sphere(0.2);
  popMatrix();
  pushMatrix();
  translate(0, -0.3);
  sphere(0.3);
  popMatrix();
}
```

円錐（底なし）

```
void cone() {
  pushMatrix();
  beginShape(TRIANGLE_FAN);
  vertex(0, -1, 0);
  for (int th = 0; th <= 360;
        th += 10) {
    float x = cos(radians(th));
    float z = sin(radians(th));
    vertex(x, 0, z);
  }
  endShape();
  popMatrix();
}
```

木（のようなもの）

```
void tree() {
  pushMatrix();
  fill(0, 255, 0);
  translate(0, -0.3, 0);
  scale(0.2, 0.7, 0.2);
  cone();
  popMatrix();
  pushMatrix();
  fill(100, 0, 0);
  scale(0.1, 1, 0.1);
  cone();
  popMatrix();
}
```

11.8 期末レポート

レポート課題

- 内容
  - Processingでコンピュータグラフィックスの「作品」を作りなさい
- テーマ（どれか選択）
  - 「クリスマス」,「お正月」,「雪」
- チーム制
  - 3人までのチームを組み，協力して1つの作品を作ってもよい
  - レポート（文書）は1人ずつ書き，誰とチームを組んだのかを明記
- 提出
  - 締め切りは，1月22日（月）
  - 期末試験は期末試験で行う（プログラミング以外の内容）
- 形式
  - **文書（紙）**：A4レポート用紙
  - **プログラム**：Webページで提出
- 文書の構成
  - **氏名**：必ず1ページ目に書くこと
  - **概要**：作ったプログラムの概要
  - **作成手順**：どういう手順で作品を作成したか（分担も）説明
  - **使用技術**：アニメーション，モデリングなど使ったCG技術を解説
  - **プログラムの構造**：自分のプログラムの構造を説明
  - **まとめ**：レポート全体のまとめ
- 注意
  - 文章は「です・ます」ではなく，「だ・である」で書くこと

来週あります!

12月25日（月）

今年の最終授業日