

3D Primitives

2004 Autumn
箕原辰夫

■ 3次元の表現とは

★最終的には2次元にする。

1. モデリング（物体の形状を作る）
2. サーフェスマッピング（物体の表面を形成する）
3. 環境の設定（背景、大気の状態など）
4. カメラの設定（視野、角度、焦点など）
5. 2次元ビットマップ図形に変換（レンダリング）

■ モデリング（Modeling）

★ 3次元の座標系

X座標・Y座標以外にZ座標が出てくる。Z座標は、奥行きを示す。
全体の座標系のことをグローバル（あるいはワールド）座標と呼ぶ。
物体内部の座標系のことを物体座標と呼ぶ。
カメラ（視点）からみた視点座標系もある。
スクリーンに投影されたものは2次元なので、スクリーン座標系は2次元になる。

★モデリングのやり方

ベクトル図形のようにモデリングしていく
ワイヤフレーム・サーフェス・ソリッドでの表現方法がある
ポリゴンによる（グラフィックボードのライブラリでは）
プリミティブ図形（Primitives：基本図形）
境界表現（Boundary Representations）
CSG表現（Constructive Solid Geometry）
曲面（スプライン、ベジエ）、NURBS曲面、メタボール
モデル間の従属関係、制約
ボクセル（Boxel：3次元のピクセル）

★モデリングの保存フォーマット

- ・VRMLフォーマット（HTMLと似ていて3次元座標を表現する）.wrlが拡張子
- ・3DMFフォーマット（Apple中心）.3dfあるいは、.3dmfが拡張子
- ・DXFフォーマット（CAD関係が中心）.dxfが拡張子
- ・ワイヤフレームのみのフォーマット
- ・XML上の3次元フォーマット：XVL、X3Dなど（Web中心）
- ・主要アプリケーションのフォーマット
例：.3ds…3D Studio Max、.lwo…LightWave、.cob…Truespace、.mdl…Quake
.obj…Maya、.xsi…Softimage、.pov…Persistence of Vision Raytracer
.s3d…Strata 3D

共通フォーマットは少なく、ソフトウェアによって取り扱えるフォーマットが異なる

■ レンダリングと投影法

★投影法について（デジタルイメージクリエーションより）

- ・正投影
- ・軸測投影（三軸測、二軸測、等測投影（等角投影））
- ・斜投影（カバリエ、キャビネット、ミリタリ）

★透視図法

- ・直接法
- ・1点透視図法（消点法、消失点）
- ・2点透視図法
- ・3点透視図法

★レンダリング

モデリングの際にもグラフィックボードにより簡易的にレンダリングは行なわれている。

- ・隠線・隠面処理
ワイヤーフレームで、見えない線や面を除外する処理
- ・シェーディング (Shading)
平面を塗り、影や明るさを調整する処理
シェーディングの種類
フラットシェーディング（平面を明るさで塗っていく、境界線がはっきり見えてしまう）
グーローシェーディング（境界の部分を線形的な補間処理でスムーズにする）
フォンシェーディング（法線ベクトルを補間してスムーズにする）

★3Dレンダリング用の高速グラフィックビデオボード

- ・nVIDIA GEFORCE
- ・ATI Technologies Rage Pro, Radeon

★レンダリング用のグラフィックソフトウェア

- ・QuickDraw 3D, QuickTime VR Apple、Macintosh用（QuickDraw 3Dは終了している）
- ・Direct 3D Microsoft、Windows用
- ・OpenGL SGI、Linux、Mac、Windows共通

★3DCGの代表的なソフトウェア

- ・Maya 高機能3DCGの代表格、フリーで使えるMayaPLEがある。ただし、メニューなど、豊富すぎて、インターフェース的には、非常に困惑する。高価。
- ・3dsMax, Lightwave, Softimage, Cinema4D
高機能3DCGの4強、使い勝手などで分かれるため、個々にファンがいる。高価。
- ・Carrara3D 割と安い割には、物理シミュレーションなどでもできる。Poser（人のモデル用）や、Bryce（環境のモデル用）などを使ってきた人には馴染みのインターフェース。
- ・Shade 非常に安いものから、いろいろな価格帯で揃っている。まともにやろうとするならば、iShadeよりも、Shade Sprit（9,800円）の方が良いだろう。
アイドル女性を作るのに使われていて有名だが、いろいろな有機的なモデリングができるためである。レンダリングはStrata3Dの方が優る。
- ・Strata3D ほとんど3DCGが、NURBS曲線、曲面を使うのに対して、ベジェ曲面で描画するのが特徴。Illustratorの3次元版のノリで使える。Flashやベクタ書き出し（proのみ）もできるし、光彩（フォトン）などのレンダリングが美しい。主に、テクニカルイラストレーションに用いられる。proは、機能の割に高価（アカデミックで88000円）だが、Strata3Dplusは、アカデミックで1万6千円で購入可。モデリング能力は、他のソフトに比べて低かったが、次期版のCX（そろそろ発売時期）で、かなりモデリングツールが増えたので期待したいところではある。

■参考文献

CG入門セミナー、入間俊博、日経BP
 入門コンピュータグラフィックス 入門編CG、CG-ARTS協会
 デジタルイメージクリエイション デザイン編CG、CG-ARTS協会

■ Strata3Dplusでの画面操作とモデリング

★新規生成

ファイルメニュー→「新規→」新規モデルリング作成画面が現れる
ボタンバー→ボタンや、現在選んでいるツールなどの説明がでる

★画面操作

パレットの表示→7つのパレット

ウィンドウメニュー→各パレットについての項目で表示・非表示を切り替える。

以下のウィンドウがある。

ツールパレット・環境パレット・オブジェクトパレット・プロジェクトウィンドウ
リソースパレット・情報パレット・エクステンションパレット

視点の切替え

ウィンドウの左上にある「投影図」（現在のモードが表示されている）ポップアップ
メニューから下記の方向に切り換えることができる。

前面図、背面図、上面図、下面図、右面図、左面図、投影図

視点を独自に動かすとカスタム（Custom）が表示される

ビューグリッドボタンで視点用のグリッド表示にすることができる

画面のスクロール

ツールパレットからビュー移動（View Move）ツールを選択する

手で移動、オーバーレイ枠および8つのハンドル（矢印）で移動

画面の拡大

ツールパレットからビューズーム（View Zoom）ツールをセンタする

拡大したいところでクリック、ドラッグでも可能、Optionクリックで縮小

視点の回転

ツールパレットからビュー回転（View Rotation）ツールを選択する

オーバーレイ枠および8つのハンドルで回転させられる

画面の分割表示

ウィンドウの右上にあるオプションメニューから行なう場合は、ビュー分割（Split View）、統
合する場合はビュー削除（Remove View）を使う。

右上・左下にある分割線用の四角形をドラッグすることによっても分割・統合される。

分割線はドラッグすることによって、分割の比率を変えることができる。

遠近感の切替え

ウィンドウの左上部の目のマークをしたスライダを動かすことによって切り替える。

正射投影・標準（50mmレンズ）・広角（24mmレンズ）の3種類がある

複数のウィンドウによる表示

ウィンドウの右上にあるオプションメニューの「ビューを新規ウィンドウで開く」を使う

あるいはウィンドウメニュー→新規ウィンドウ

オブジェクトの表示方法

ウィンドウの左上にあるポップアップメニューから切り替え

OpenGL→

GL ポイント・GL アウトライン・GL ワイヤーフレーム・GL フラットシェーディング
GL 隠線消去・GL スムースシェーディング

トゥーン→

フラットシェーディング・平均・グラデーション・2レベル・3レベル

オブジェクトの表示レベル

ウィンドウの右上にあるオプションメニューから切り替える

オブジェクト表示→「標準」あるいは「高速ボックス」あるいは「レベルn」

バッグドロップはカメラの回で扱う

★モデリング

グリッドを使う

有効（Active）グリッド→移動するときなどに参照される

表示（Visible）グリッド→画面上に表示されるグリッド

編集メニューの「有効グリッド」、「表示グリッド」から選択、X・Y・Zの中から編集メニューの「グリッド吸着」で、グリッドに吸着して移動させるように制限できる
グリッドの大きさ→ツールパレットのグリッドツールからを選び、赤い点をドラッグ
グリッドの単位設定→編集メニューの「単位設定」から行なう
ユーザ定義グリッド→グリッド定義用のオブジェクトを用意し、グリッドツールを選択し、オブジェクトの面の上をドラッグする→新規グリッドとして登録される、Deleteで削除
後から、グリッドツールで角度などを編集することができる

プリミティブを入力

ツールパレットから6つのプリミティブのどれかを選ぶ
→球体 (Sphere)、立方体 (Cube)、円柱 (Cylinder)、角丸立方体 (Rounded Cube)、円錐 (Cone)、ピラミッド (Pyramid)
ウィンドウ上でドラッグするとその位置・大きさで作られる。

プリミティブのより高度な描き方

比率を保ちたい場合は、Shiftキーを押してドラッグする
Optionキーを押してドラッグすると中心からドラッグされる
一点でクリックすると、底面をドラッグすることができる。その後クリックすると、高さを指定することができる。クリックして高さも固定できる。

プリミティブのオブジェクトプロパティ

描画後の場合はツールパレットのオブジェクト移動ツールで、該当するオブジェクトを選択してから行なう。「オブジェクトプロパティ」フローティングパレットを出す、オブジェクトタグを選ぶ。
名前、複雑度、ソリッド (中身もあるかどうか)、および円柱・円錐は底辺有無 (End caps) の指定ができる

立体の選択と移動

オブジェクト移動ツールで、オブジェクトをクリックして選択する
Shiftキーを押しながら別のオブジェクトをクリックすると複数のオブジェクト同時に選択
ドラッグで移動・ハンドル (赤い点) をドラッグすると、オブジェクトの物体座標系方向に移動させることができる。
ドラッグ最中のShiftキーを押しながらの移動は制限される
ドラッグ最中のOptionキーは、複製を作る
オブジェクトプロパティ・フローティングパレットのトランスフォームタグから数値を指定して移動することができる。

立体を回転・拡大縮小

オブジェクト回転、オブジェクト拡大/縮小ツールで行なえる。
ハンドルをもってドラッグする
ドラッグ最中にShiftキーで回転角度・比率を制限することができる
ドラッグ最中のOptionキーは複製を作る
中心点の移動→ワイヤーフレームからアウトライン表示にして、オブジェクト移動あるいはオブジェクト回転ツールで、Commandキーを押しながら中心点をドラッグする。モデリングメニューからリセンター (Re-center) を選ぶと中心点は最初の重心位置に戻される。

数値指定で移動・拡大・回転

オブジェクトプロパティ・フローティングパレットのトランスフォームタグから数値を指定してできる
移動・回転オブジェクト相対的な座標でか、ワールド座標かを指定できる。
拡大縮小のときは、パーセンテージで指定することも可能

★移動と有効グリッド

移動で位置合わせをする場合、グリッドがどこにあるかが有効である。編集メニューの有効グリッドのサブメニューを見て、どの平面がグリッドとして機能しているか確認しよう。
画面右下に、x y z 軸が表示されているが、この軸に突き刺さるように (垂直) 対峙しているのが、x y z 平面である。

★平面からのモデリング

四角形、丸味の四角形、円を描く

四角形は四角形ツールを選ぶ。丸味の四角形は、角丸四角形ツールを選ぶ。

円は円／楕円ツールを選ぶ。

これらのツールには、枠を描くもの（左）と、中味のあるもの（右）と2つある。

正多角形を描く

多角形ツールを選ぶ、これも枠を描くものと中身のあるものと2つある。

ツール上でダブルクリックすると、角の数を指定できる

直線や自由多角形を描くペンツールで自由曲線を描く

ペンツールを選ぶ、細かな内容は次回の説明にあるが、Illustratorと似ている

これも、枠だけのものと中味のものもある（ツールボタンを押し続けると2つめが見える）。

平面の押し出し機能で立体化

平面を選択しておいて、押し出し（Extrude）ツールを選び、ドラッグする。

オブジェクトフローティングパレットで、ベベルの形を設定できる。

穴の開いたものなどは、以下の形で指定できる。

内側ベベルあり・反転内側・内側ベベルなし

スケールボタンで、ベベルがルータベベルか、スケールベベルか指定できる。

平面の旋回機能で立体化

旋回（Lathe）ツールで、ドラッグする。中心などを指定できる。

紫色のハンドルをドラッグすることで、中心や、回転方向を調整できる。

オブジェクトフローティングパレットで、スケール、スイープ、傾斜度などを、各軸に対して詳細に設定できる（次回にでも紹介する）。

平面のパスにしたがった立体化

エクステンションフローティングパレットの、パス押し出しツールで行なう。

線を書いておき、丸などの平面をこのツールを選んだ後、線にドラッグする。赤くなるまで

メタボールを使ったモデリング

球（あるいは楕円体でも良い）を2つ以上選び、エクステンションフローティングパレットのメタボールを選ぶ。

→オブジェクトフローティングパレットで、結びつきなどを調整できる

★レンダリングとレンダリング画像の保存の仕方

レンダリングメニューから「レンダリング開始」を選ぶ。

→ダイアログがでる。右下の「開始」ボタンを押すとレンダリングが始まる。

あるいは、Renderツール（ツールパレットの一番下の大きなカメラ）を選んで、画面上でクリックするレンダリングされたウィンドウにおいて、ファイルメニューの保存を選び、JPEG、PICTなどのファイルのフォーマットを指定して保存する。

★モデルの保存の仕方

ファイルメニューの「保存」を選び、Strata3Dの形式で保存できる。

ファイルメニューの「新規保存」を選び、VRML、VRML2、DXFなどの形式でモデルを保存することができる。複雑度などを設定できるので、ファイルサイズが大きくなるようにしよう。

★VRMLで保存されたモデルをWebで見してみる

VRMLか、VRML2で保存し、Internet ExplorerやSafariで見してみる。

■Strata3Dについて

★授業で用いているStrata3Dplus 3.9Jについて

Strata社（www.strata.com）がStrata3Dproの廉価版として出したものになっている。この版から、MacOS X上でClassicなしで稼働（Nativeに稼働）するようになった。アカデミックで1万6千円

★参照ページ（その1）

内容は限られるが、Strata 3D Pro用の簡単な自習教材や、インテリア向けのパース教材、あるいはギャラリーなどが以下のページにある。参照されたい。

<http://www.swtoo.com/product/strata/index.html>

本家の米国の開発元のページは以下の通り。

<http://www.strata.com>

★OpenGLとStrata3Dについて

Strata3Dには、Macintosh版、Windows版がある。OpenGL（3Dを高速に処理するライブラリでSGIが開発された）が載っているマシンである必要がある。MacintoshのG3以降の機種は、OpenGLをサポートしたATI RageベースあるいはnVidiaのGeForceベースのビデオカードが標準で載っているのが大丈夫だが、Windowsのラップトップにはそのビデオカードが載っていない可能性もあるので、仕様を詳しくチェックすること。

★WebブラウザVRML用のプラグインについて

VRMLのプラグインは、いろいろ出ている。なお、QuickTimePlayerで、昔はVRMLや3DMFを見ることができたが、新しい版では見えなくなった。以下のようなプラグインなどは、結構Macintoshなどで用いられている。

<http://www.parallelgraphics.com/products/cortona/> Cortona Player

この、Cortona Playerについては、登録が面倒なので、以下にコピーを置いておいた。

<http://www.cuc.ac.jp/~minohara/downloads/Cortona-1.0.1.dmg>

■引用・参考文献

Strata 3D plus パワフルガイドブック、木村菱治、ローカス、3,000円、ISBN-4-89814-269-5

■レンダリング画像の作り方

★レンダリングを行なう

→ツールパレットのカメラが表示されているツール（レンダリング）ツールをクリックし、レンダリングしたいウィンドウの上でクリックする。あるいは、ウィンドウ上でドラッグするとその範囲だけをレンダリングする。

・ScanLine (SL) / OpenGL (GL) / RayTracing (RT) がある。

スキャンラインは、屈折以外の属性が表現できるので、大抵の場合は、レイトレーシングより高速である。たまに時間がかかることもある。

・画像のサイズは、そのときのウィンドウサイズになる。

★詳細な設定

レンダリングメニューの「レンダリング開始」を選び、ダイアログで設定。

→詳細設定は、レンダリングの種類に応じて、その内容を詳細を指定できる。

→画像のサイズなども指定できる。ポップアップメニューで、予め指定したサイズから選ぶことも可能

★画像として書き出す

→レンダリングした画像を選択しておいて、ファイルメニューの「書き出し」で、TIFF/JPEG/PICT形式など