

【問1】

円柱，円錐，楕円体を板の上に配置し，ある条件で光線追跡法によりレンダリングをしたところ，図1.1に示す画像が生成できた．このシーンに対して，(a)～(e)のような質感の変更を行い，図1.2をつくることを考える．これらの変更を実現する方法として，最も適するものを解答群から選び，記号で答えよ．なお，図1.1でのすべての物体表面の鏡面反射成分は0であり，点光源を2個用いている．

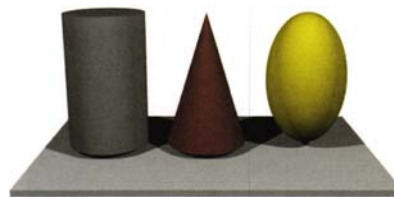


図1.1

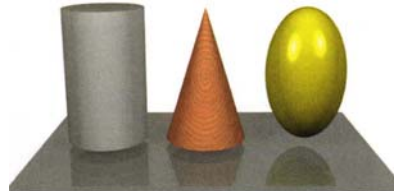


図1.2

(a) 楕円体を，プラスチックのような光沢のある材質に見えるようにする．

【解答群】

- ア．物体面で反射される光の鏡面反射成分を大きくする．
- イ．物体面で反射される光の鏡面反射成分を小さくする．
- ウ．物体面で反射される光の拡散反射成分を大きくする．
- エ．物体面で反射される光の拡散反射成分を小さくする．

(b) 円柱を，石膏のような質感を保ち明るくする．

【解答群】

- ア．物体面で反射される光の鏡面反射成分を大きくする．
- イ．物体面で反射される光の鏡面反射成分を小さくする．
- ウ．物体面で反射される光の拡散反射成分を大きくする．
- エ．物体面で反射される光の拡散反射成分を小さくする．

(c) 物体表面の明るさを暗くすることなく全体の影をもつと薄くする．

【解答群】

- ア．直射光を強くする．
- イ．直射光を弱くする．
- ウ．環境光を強くする．
- エ．環境光を弱くする．

(d) 円錐を木目のような模様にする．ただし，この模様は，円錐を任意の面で切断した場合でも不自然にならないようにする．

【解答群】

- ア．ソリッドテクスチャリングを行う．
- イ．バンプマッピングを行う．
- ウ．環境マッピングを行う．
- エ．フォトンマッピングを行う．

(e) 板を鏡のような材質にし，上に置かれた円柱，円錐，楕円体が映り込んで見えるようにする．ただし，映り込みは，できるだけ正確に計算する．

【解答群】

- ア．物体面で反射される光の鏡面反射成分を大きくする．
- イ．テクスチャマッピングを行う．
- ウ．環境マッピングを行う．
- エ．板の表面において，さらに光源方向に光線追跡を続行する．
- オ．板の表面において，さらに視線の反射方向に光線追跡を続行する．

【問2】

以下は，テクスチャマッピングに関する問題である．図2.1の円柱に対し，図2.2(1),(2)の投影法を用いて図2.3または図2.4のテクスチャをマッピングした．ただし，図2.2では物体上の点Pとテクスチャ面の点Tとが対応付けられていることを示している．また，図2.3と図2.4に示したテクスチャは，それぞれuおよびvのみに依存するものとする．図2.1と同一の視点を用いて，(a)～(d)の設定条件により生成される画像として，最も適するものを解答群から選び，記号で答えよ．

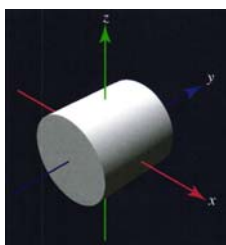


図2.1

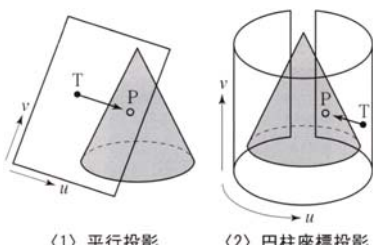


図2.2

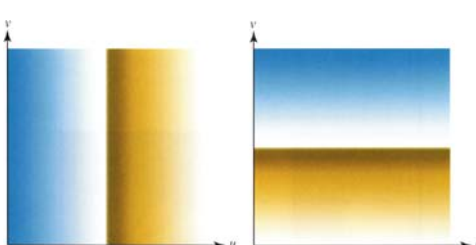


図2.3

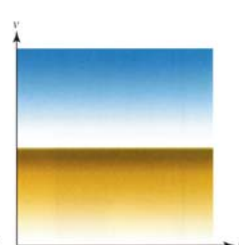
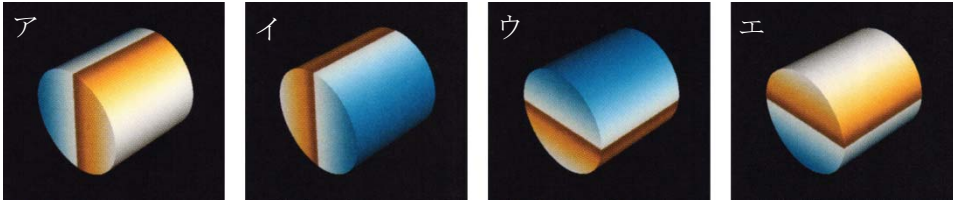
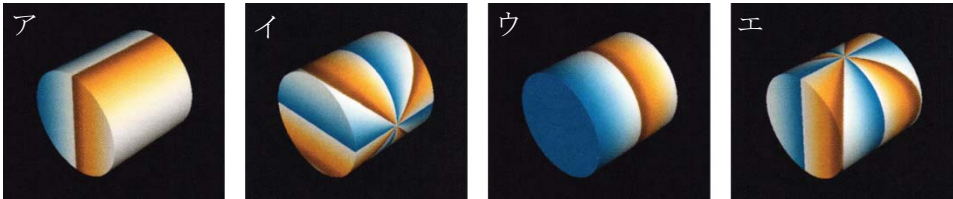


図2.4

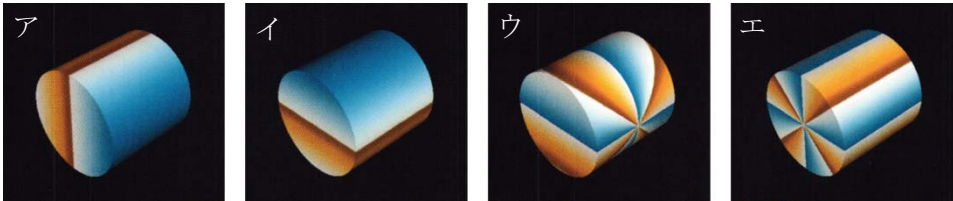
- (a) 図2.3のテクスチャを用い、 y 軸方向から平行投影した。 x 軸の正方向が u 軸の正方向に、 z 軸の正方向が v 軸の正方向に、それぞれマッピングされるように設定した。



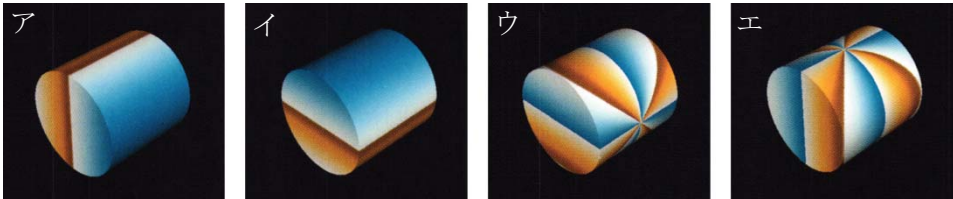
- (b) 図2.3のテクスチャを用い、 y 軸を中心とした円柱座標投影をした。 y 軸の正方向が u 軸の正方向にマッピングされるように設定した。



- (c) 図2.4のテクスチャを用い、 x 軸を中心とした円柱座標投影をした。 x 軸の正方向が v 軸の正方向にマッピングされるように設定した。



- (d) 図2.4のテクスチャを用い、正方向にマッピングされる z 軸を中心とした円柱座標投影をした。 z 軸の正方向が v 軸のように設定した。



【問3】

以下は、レンダリング技法に関する問題である(a)～(e)の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) 図3.1に示すような複数の多角形で構成される表面形状を、図2のように滑らかに見えるようにレンダリングする方法はどれか。

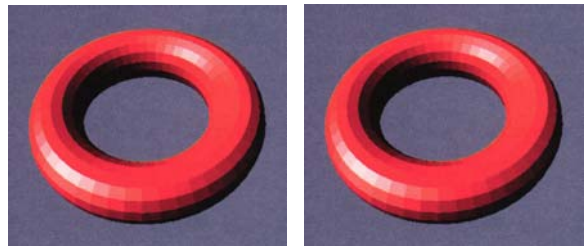


図3.1

図3.2

【解答群】

- ア. アンチエイリアシング
- ウ. フラットシェーディング
- イ. スムーズシェーディング
- エ. レイトレーシング

- (b) 多面体を滑らかに見えるようにレンダリングするためには、多角形内部の輝度を補間処理により算出する。そのうち、頂点の法線ベクトルを線形補間することによって多角形内部の点での法線ベクトルを求め、その点の輝度を計算する方法はどれか。

【解答群】

- ア. ブリン(Blinn)の方法
- イ. ベジエ(Bézier)の方法
- ウ. グロー(Gouraud)の方法
- エ. フォン(Phong)の方法

- (c) 物体の反射成分のうち、どの方向から見ても輝度が一定となる特徴があり、輝度が光の入射角の余弦(コサイン)に比例するものはどれか。

【解答群】

ア. 環境光 イ. 屈折光 ウ. 鏡面反射光 エ. 拡散反射光

- (d) 物体の反射成分のうち、直接光が当たらない面にも有限の輝度を与える効果をもち、周囲からの間接光を一様な光として近似するものはどれか。

【解答群】

ア. 環境光 イ. 屈折光 ウ. 鏡面反射光 エ. 拡散反射光

- (e) 物体の反射成分には、物体表面での直接反射によるものがあり、これによりハイライトが生じる成分がある。強度は、正反射方向と視線方向のなす角の余弦の n 乗($n>0$)に比例する。ハイライト部の面積は、 n の値を大きくするとどのようになるか。

【解答群】

ア. 大きくなる。 イ. 小さくなる。 ウ. 変わらない
エ. ある値で最大値をとる。 オ. ある値で最小値をとる。

【問4】

以下は、レンダリングの手法に関する問題である。(a)~(e)の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) ある視点から複数の物体を見たときに、視点から近い物体によって視点から遠い物体を隠すための代表的な手法の1つである。画像を格納するメモリ領域のほかに、これと同じ解像度のメモリ領域を視点と物体との距離判定のために用い、アルゴリズムが比較的簡単でハードウェア化しやすく、高速表示が可能である手法はどれか。

【解答群】

ア. レイトレーシング法 イ. スキャンライン法
ウ. Zバッファ法 エ. 奥行きソート法

- (b) 光源から直接当たる光だけでなく、物体間の光の相互作用の効果を取り入れることによって、半影や、反射面の色が隣接する面に影響をあたえるといった、間接光がつくりだす柔らかな雰囲気表現する手法はどれか。

【解答群】

ア. レイトレーシング法 イ. ラジオシティ法
ウ. ハーフトーン エ. シェドウボリューム

- (c) 3次元の幾何学的モデルを作成しなくても、実写画像などを用いて、視点移動にともなう画像の変化などの3次元的な効果を写実的に表現できる手法はどれか。

【解答群】

ア. イメージモザイク イ. イメージベースレンダリング
ウ. ポスタリゼーション エ. ソラリゼーション

- (d) 鏡などへの映り込みやガラスなどを通して見える像の歪みなど、反射や屈折の表現が可能な手法はどれか。

【解答群】

ア. レイトレーシング法 イ. ラジオシティ法
ウ. バックフェースカリング エ. シェドウボリューム

- (e) 大理石や木材などの物体を表現する際によく用いられる。3次元空間で定義したテクスチャをさまざまな形状に切り出して、面の境界部でもテクスチャが不連続とならないように表示できる手法はどれか。

【解答群】

ア. バンプマッピング イ. ステレオマッチング
ウ. ソリッドテクスチャリング エ. リフレクションマッピング

【問5】

以下は、シェーディングモデルに関する問題である。[]に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) 図5.1に示すように[]を用いることで、表面に加えて、切断した内部まで連続したテクスチャを表現することが可能になる。とくに大理石や、木材などを表現する際に向いている。

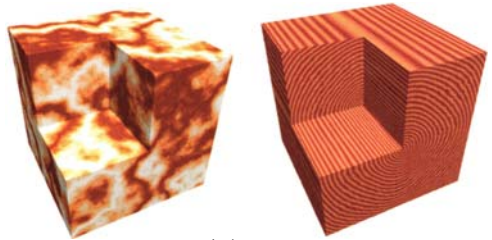


図5.1

【解答群】

- ア. シェドウマッピング イ. ソリッドテクスチャリング
ウ. バンプマッピング エ. アンチエイリアス
オ. 環境マッピング

- (b) 図5.2(1)の滑らかな金属球に対して、図5.2(2)の球体には、[]を用いて、表面の法線に変化を与え、表面のザラザラ感を表現している。

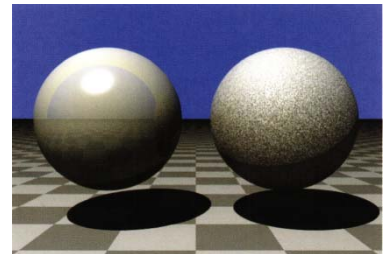


図5.2

【解答群】

- ア. シェドウマッピング イ. ソリッドテクスチャリング
ウ. バンプマッピング エ. アンチエイリアス
オ. 環境マッピング

【問6】

以下は、レンダリングにおけるさまざまな表現手法に関する問題である。(a)～(e)の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) 物理法則に基づく精密な照明計算によって写実的な画像を生成する手法とは異なり、非写実的な画像を作成する手法である。表現したい内容や演出意図が的確に伝わるように、陰影の強調や、不要なものの省略をすることも多い。この手法を何とよぶか。

【解答群】

- ア. フラクタル ウ. ハーフトーンリング
イ. バックフェースカリング エ. ノンフォトリアリスティックレンダリング

- (b) 金属などの物体表面における周囲の映り込みを擬似的に表現するのに適した手法である。物体をとり囲む空間を仮想の球などとして考え、その境界面に物体の周囲の環境を撮影した画像などを貼り付けて、レンダリングを行う。この手法を何とよぶか。

【解答群】

- ア. クロマキー ウ. バンプマッピング イ. 環境マッピング エ. ワーピング

- (c) 絵柄や模様などの2次元画像を、3次元物体の表面に貼り付けて表示する手法である。写実性の高い画像を簡便に生成することができる。この手法を何とよぶか。

【解答群】

- ア. テンプレートマッチング ウ. ステレオビジョン イ. キーフレーム エ. テクスチャマッピング

- (d) 関数などを用いて3次元空間で模様を定義しておき、それをさまざまな形状にマップして表示する手法である。大理石や木材などの模様を表現するのに適している。この手法を何とよぶか。

【解答群】

- ア. トランスファファンクション イ. ガウシアンフィルタ
ウ. ソリッドテクスチャリング エ. ディスプレイメントマッピング

- (e) コンピュータビジョンなどの分野で開発された手法を用いて、実写画像を含むさまざまな2次元画像から、3次元の幾何学的情報や光源に関する情報などを取得し、それらの情報を基に入力画像とは異なる視点からの画像などを生成する手法である。この手法を何とよぶか。

【解答群】

- ア. イメージベースレンダリング イ. グローバルイルミネーション
ウ. ボリュームレンダリング エ. タイムクリティカルレンダリング

【解答1】

(a) ア (b) ウ (c) ウ (d) ア (e) オ

- (a)(b) 表面が均一な材質の場合は、鏡面反射・拡散反射成分の反射係数によって質感が決まります。鏡面反射成分を大きくすれば光沢が強くなり、拡散反射成分を大きくすると、紙や石膏のような質感になります。
- (c) 環境光成分は、直射光の照射状況と関係なくシーン全体を明るくするため、影の濃さに影響がありません。
- (d) ソリッドテクスチャリングは、テクスチャマッピングよりも立体全体の模様につながりが自然になります。
- (e) 簡易的な映り込みでよければ反射(環境)マッピングでよいのですが、正確さが要求される場合は視線の反射方向を忠実に計算して追跡する必要があります。

【解答2】

(a) ア (b) ウ (c) ア (d) イ

円柱座標投影と平行投影による結果において、一般的に、前者では、円筒の中心軸に集まるような図柄になり、後者では、テクスチャをある軸に沿って平行移動したものがつくられることとなります。しかし、図柄によっては、一概にそのようにならないこともありますので、立体の座標系とテクスチャの方向をよく考える必要があります。

- (a) 図2.3をy軸方向から投影しておりx軸とu軸が対応しているので、縦縞になることがわかります。ここで、x軸とu軸の対応から、アになることがわかります。
- (b) 図2.3を円柱の側面に貼り付けているので、u軸とy軸が平行であることに注意し、側面がv軸の変化に対応する模様になっているものを選びます。
- (c) 図2.4をx軸まわりに貼り付けますが、u軸方向の色が同一であるため縞ができません。v軸とx軸の方向が同一であることを考慮すると、正解答はアとなります。
- (d) 図2.4をz軸まわりに貼り付けますが、設問©同様、u軸方向の色が同一であるため縞ができません。v軸とz軸の方向が同一であることを考慮すると、答えが導けます。

【解答3】

(a) イ (b) エ (c) エ (d) ア (e) イ

- (a) スムーズシェーディングは、ポリゴン頂点の輝度や法線ベクトルを補間し、ポリゴン内部の画素の輝度を滑らかに変化させることにより、ポリゴンで構成された物体表面を近似的に滑らかに表示します。しかし、物体の輪郭部分は、多角形近似した形状がそのまま表示されます。また、図1は、各ポリゴン面に対して1個の面法線ベクトルから輝度を計算する、フラットシェーディング(コンスタントシェーディング)法による画像生成例です。
- (b) グローシェーディングとフォンシェーディングの輝度の補間方法の違いに関する問題です。頂点における輝度の値を補間するのがグロー法、法線ベクトルの値を補間するのがフォン法です。
- (c) 物体の輝度の成分は、環境光、拡散反射光、鏡面反射光に分解され、拡散反射光、鏡面反射光は光の入射角により輝度の値が計算されます。このうち、光の入射角の余弦に比例するのは、拡散反射光成分です。
- (d) 環境光があることによって、物体に直接光が当たらない部分が真っ暗にならないようにすることができます。
- (e) 鏡面反射光の輝度成分は、コサイン関数の n 乗に比例します。コサイン関数の絶対値は1以下なので、 n の値が大きくなるほど、入射角の増加に対する輝度の減衰が増すことになり、ハイライト部の面積は縮小することになります。

【解答4】

(a) ウ (b) イ (c) イ (d) ア (e) ウ

- (a) 任意の視点において物体の前後関係を正しく表示するための処理は隠面消去とよばれます。解答群はいずれも隠面消去の代表的な手法です。ウのZバッファ法では、画素の色を格納するフレームバッファと同じ解像度のZバッファとよばれるメモリ領域を用い、画素ごとに奥行き値を格納します。投影面へ投影されたポリゴンの各画素の奥行き値とZバッファに格納されている値とを比較することで、画素単位で物体の前後関係を判定します。

- (b) 物体間の光の相互干渉を考慮した手法は、アのレイトレーシング法とイのラジオシティ法ですが、単純なレイトレーシング法では半影などの表現が困難であることから、ラジオシティ法となります。なお、エのシャドウボリュームは、影付けを行うための手法です。
- (c) 写実的な画像を生成するには、精密にモデル化した3次元の幾何学的データを、光学的に精密なシェーディングモデルでレンダリングする方法が基本ですが、イのイメージベースレンダリングのように、実写画像を活用すれば、モデリングの労力を軽減し、レンダリング速度も向上できます。アのイメージモザイクングにおいても実写画像を利用しますが、3次元的な効果を表現する手法ではありません。エのソラリゼーションは画像の濃淡変換の手法です。
- (d) 光の反射や透過・屈折を表現するには、画素ごとに光線を追跡する必要がありますので、アのレイトレーシング法となります。
- (e) 物体に模様や凹凸を表現する手法は、アのバンプマッピング、ウのソリッドテクスチャリング、エのリフレクションマッピングです。3次元空間でテクスチャを定義し、それをさまざまな形状に切り出して大理石や木材などを表示するのは、ソリッドテクスチャリングです。バンプマッピングは物体の表面に凹凸感を表現する手法であり、リフレクションマッピングは物体の表面に周囲の映り込みを擬似的に表現する手法です。

【解答5】

(a) イ (b) ウ

- (a) ソリッドテクスチャリングとは、形状表面および内部に対して、3次元の関数(ソリッドテクスチャとよびます)を表現する手法です。単に平面や曲面に貼り付ける一般のテクスチャマッピングとは異なり、内部を切断しても、各表面はつながるように表示されます。そのため、大理石や木材などの表現に使用されています。
- (b) 表面の法線ベクトルを変化させ、表示される輝度を変化させることで物体表面の微妙な凹凸(バンプ)を表す手法です。これにより、形状モデルを変えることなく、擬似的に表面に凸凹した感じを表現することが可能になります。

【解答6】

(a) エ (b) イ (c) エ (d) ウ (e) ア

- (a) CGにおいて、写真のように現実を正確に表現する写実的表現がある一方、強調や省略などを行う非写実的表現も行われています。CGで行われる非写実的表現をノンフォトリアリスティックレンダリングとよび、さまざまな手法が提案されています。なお、フラクタルは自己相似性をもつ形状を効果的に表現する手法、バックフェースカリングは視点に対して裏側にある面を除去することです。
- (b) 環境マッピングは、反射による周囲の映り込みをマッピングで擬似的に表現する手法です。リフレクションマッピングともよべれます。物体をとり囲む空間として、球のほかにも立方体も利用されます。なお、バンプマッピングは物体面上に凹凸感を表現する手法です。また、ワーピングとは1枚の画像の変形前後の対応点を指定して画像を変形する手法、クロマキーとは単一色の領域を切り分ける処理です。
- (c) 2次元画像を3次元物体の表面に貼り付けて表示する手法は、テクスチャマッピングです。貼り付ける画像をテクスチャとよび、テクスチャと3次元物体面との対応付けは、マッピング関数で指定します。なお、テンプレートマッチングは2つの画像の相違度を計算するパターンマッチングの一手法です。また、キーフレームは中割りにあたって中心となるフレームのことをいいます。
- (d) 2次元画像のテクスチャではなく、3次元空間で定義されたテクスチャを用いるのがソリッドテクスチャリングです。この手法を用いれば、物体を任意の断面で切断しても隣接する面どうしの境界で連続した模様を表示することが可能です。なお、ディスプレイメントマッピングとは、物体面上に凹凸を表現する際に面の形状も変化させる手法です。また、ボリュームレンダリングにおいて、データ値を色や不透明度へ変換する際に使う関数をトランスファファンクションとよびます。
- (e) 写実的な画像を作成する際に、3次元幾何学的モデル作成の労力を軽減し、レンダリング速度を向上させる手法として活用されているのがイメージベースレンダリングです。実写画像を含むさまざまな画像を入力に用います。なお、グローバルイルミネーションとは、間接光までを含めて照明計算を行うこと、また、タイムクリティカルレンダリングとは、形状の詳細度などを制御することにより、一定の応答性を保証しようとするレンダリング手法です。