

写真画像を用いた樹木の表示法

5K-2

金田 和文 秋信 敏男 中前 栄八郎
(広島大学)

1 はじめに

近年、都市再開発などにおいて、景観の事前評価のために、完成予想画像を作成することが多くなってきている。コンピュータグラフィックスによる景観予測画像の作成は、従来の手描きによる方法や、モデルを作成する方法に比べ、あらゆる視点からの画像を安価に作成することができるという特徴をもつ。しかし、ビルなどの人工物に比べて樹木などの自然物を表示する方法が問題となる。すなわち、樹木を含んだ景観予測画像作成のためには、1) 樹木のデータベースが容易に構築でき、2) 樹木表示のための計算コストが安く、3) あらゆる視点位置からの表示や、アニメーション化を行なうことができる必要がある。そこで本論文では、実際の樹木を撮影した写真を複数の透明平面にマッピングすることにより、樹木を疑似的に3次元表示する方法について述べる。

2 透明平面の設定とマッピング方法

1本の樹木を表示するために、地面に垂直な透明平面1枚と地面に水平な透明平面を数枚使用する。なお、地面に垂直な透明平面の法線が、常に視線の水平成分と一致する方向を向くように設定する。(図1参照)

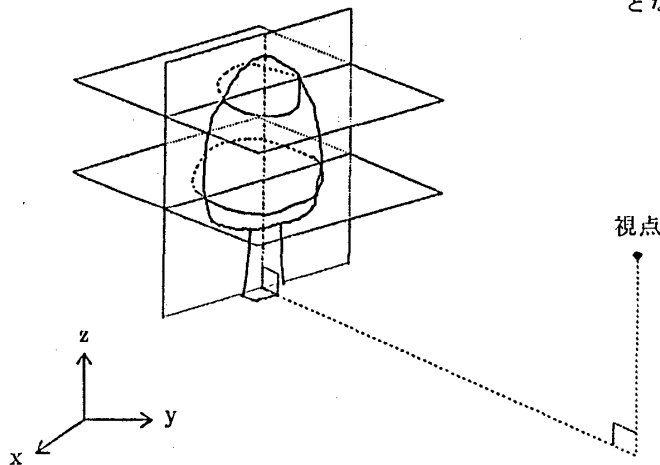


図1: 透明平面の設定

垂直透明平面には、樹木を横方向から撮影した写真画像をマッピングし、また水平透明平面には、上方向から撮影した写真画像をその透明平面が存在する位置にあわせて大きさを変えるなどしたテクスチャをマッピングする。

表示の際には、視点が連続的に変化する場合でもできるだけ自然に樹木を表示するため、次式を用いて各透明平面上のテクスチャ要素を合成した色Cを表示する。(図2参照)

$$B_{k+1} = (1 - t_{k+1})C_{k+1} + t_{k+1}B_k,$$

$$B_1 = C_1,$$

ここで、 B_k は視線と各透明平面の交点のうち視点からの距離の遠い方から順にk番目の交点までのテクスチャ要素を合成したものであり、 C_k はk番目の交点におけるシェーディングと影を考慮したテクスチャ要素の色である。また、 t_k はk番目の交点の持っている透明平面の透明度である。この透明度は視点と面のなす角度によって決定される連続関数(たとえば、 $t_k = 1 - \cos \theta_k$ 、ただし、 θ_k は透明平面の法線ベクトルと視点からのその透明平面の中心点へのベクトルのなす角度)を用いる。

視線と交点を持つ透明平面がm枚とすると $C = B_m$ となる。

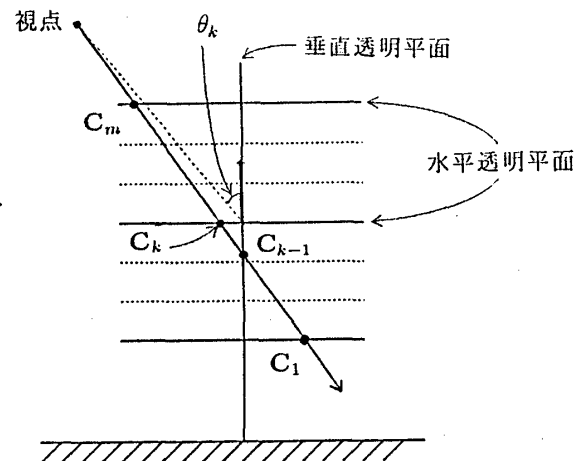


図2: 樹木の色の決定法

3 照度計算

樹木の形状を大別すると鉛筆型、楕円体、逆円錐の3つのタイプに分類できることが知られている。これらの3つのタイプに合わせて樹木を外包する樹木外観モデルを定義し、これらのモデルを用いて以下の方法により照度計算を行なう。

まず、透明平面を、あらかじめ小領域に分割し、それぞれの領域に単位法線ベクトルを割り付ける。このベクトルは、葉を1枚の平面と考えたときの向きを意味している。次に、視線と樹木外観モデルとの交点 P' を求める。(図3参照)そして、視線と透明平面 k との交点 P を含む小領域 i に割り付けられている単位法線ベクトル $N_{k,i}$ を点 P' にマッピングしたベクトル $N'_{k,i}$ を用いて照度計算を行なう。

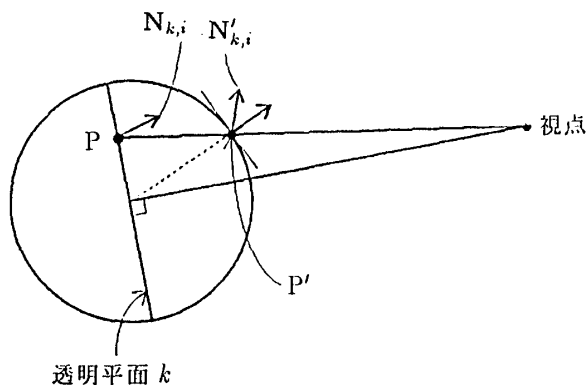


図3: 照度計算に使用するベクトル

4 影付け

樹木に落ちる影の表示は、葉が繁っている樹木と葉が繁っていない樹木に分けて、処理を行なう。

4.1 葉が繁っている樹木

照度計算用の樹木外観モデルを多面体近似し、それに落ちる影を利用して樹木への影付けを行なう。すなわち、近似物体と視線との交点の位置が、影を落とす物体のシャドウボリュームの中に含まれる場合は、影の内として処理する。ただし、このままでは樹木に落ちる影の境界がはっきりして不自然となるため、乱数を用いて影の境界をぼかす。

4.2 葉が繁っていない樹木

葉の繁みの少ない樹木は、樹木外観モデルの表面上に葉が存在する確率が低いいため、確率的に葉の位置を決定し、影の処理を行なう。すなわち、図4に示すように、テクスチャ上の点 P での葉は、視点と樹木外観モデルの交点 A, B 間の直線上に存在するはずである。そこで乱数を用いて線分 AB 上での葉の位置 C を決定し、この点が影の領域に入っている場合は、影内として処理を行なう。

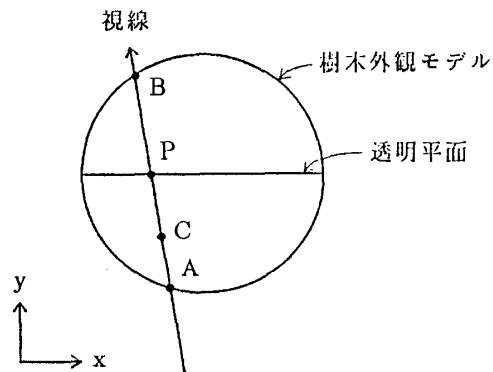
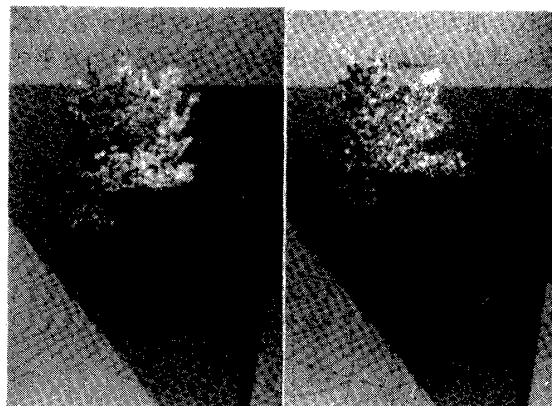


図4: 葉の繁っていない樹木の影付け

5 適用例

図5(a),(b)に、それぞれ物体による影が葉の繁った樹木、および葉の繁みが少ない樹木に落ちた例を示す。また、本手法を駐車場の設計に適用し景観予測画像を作成した例を図6に示す。



(a) 繁った樹木 (b) 繁みの少ない樹木

図5: 樹木に落ちる影

6 おわりに

樹木を撮影した写真を用いて、都市再開発などの景観予測画像のための樹木の表示方法を提案した。提案手法を用いれば、樹木に関する深い知識がなくても、樹木の写真を撮影するだけで簡単にリアルな樹木を表示することができる。また視点位置を連続的に変え、アニメーションを作成することも可能である。

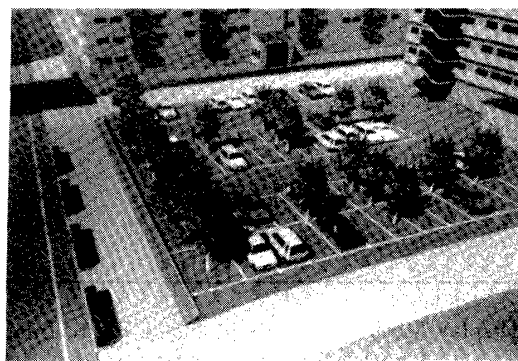


図6: 駐車場の景観予測画像