



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101764939 A

(43) 申请公布日 2010.06.30

(21) 申请号 200810225860.X

(22) 申请日 2008.11.04

(71) 申请人 新奥特(北京)视频技术有限公司  
地址 100080 北京市海淀区西草场1号北京  
硅谷电脑城15层1501-1506室

(72) 发明人 吴正斌

(74) 专利代理机构 北京天悦专利代理事务所  
11311  
代理人 田明 任晓航

(51) Int. Cl.

- H04N 5/278(2006.01)
- G06T 11/00(2006.01)
- G06T 15/00(2006.01)
- G06T 1/00(2006.01)

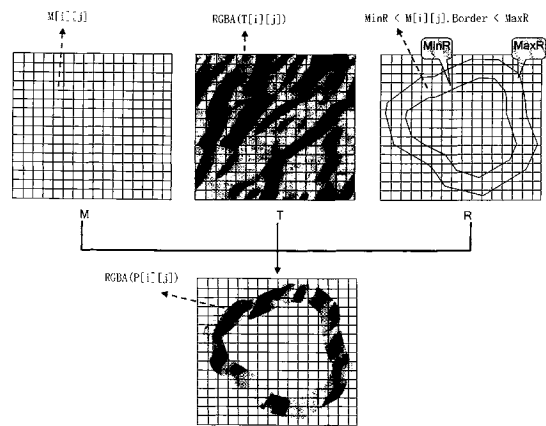
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法

(57) 摘要

本发明涉及电视节目制作领域的字幕渲染技术,具体涉及一种基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法。该方法按照一定的贴图顺序,根据像素空间掩码矩阵和纹理矩阵,在贴图半径内部对原始图像的每个像素的色彩进行赋值,同时对半径边缘的像素进行反走样处理。通过渲染区的灵活划分,可以实现多层图元渲染的效果,使字幕边缘更加圆滑,层次更加丰富,整体效果更加精美。从而便于频道节目包装,提高收视质量,提升电视节目制播机构的整体形象,满足公众的欣赏要求,为电视节目制播机构取得更好的经济效益。



1. 一种基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,包括如下步骤:

- (1) 建立与原始图像具有相同维数的像素空间掩码矩阵和纹理图像矩阵;
- (2) 确定用于字幕对象渲染的纹理贴图的顺序;
- (3) 根据字幕对象加边的类型和边的厚度确定纹理贴图的半径 MinR 和 MaxR;
- (4) 根据需要贴图的图像中的像素点的位置,进行色彩的赋值或反走样处理。

2. 如权利要求 1 所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,其特征在于:步骤 (2) 中字幕对象渲染的纹理贴图的顺序为:内边、面、外边、侧边、影子。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,其特征在于:步骤 (3) 中针对 N 条内边,设每条边的厚度为  $S[i]$ ,  $i \in [0, N-1]$ ,则:

第 1 条内边的  $\text{MinR} = 0$ ,  $\text{MaxR} = S[0]$ ;

第 2 条内边的  $\text{MinR} = S[0]$ ,  $\text{MaxR} = \text{MinR} + S[1]$ ;

第 i 条内边的  $\text{MinR} = S[1] + S[2] + \dots + S[i-2]$ ,  $\text{MaxR} = \text{MinR} + S[i-1]$ ;

第 N 条内边的  $\text{MinR} = S[1] + S[2] + \dots + S[N-2]$ ,  $\text{MaxR} = \text{MinR} + S[N-1]$ 。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,其特征在于:步骤 (3) 中针对 M 条外边,设每条边的厚度为  $W[i]$ ,  $i \in [0, M-1]$ ,则:

第 1 条外边的  $\text{MinR} = 0$ ,  $\text{MaxR} = W[0]$ ;

第 2 条外边的  $\text{MinR} = W[0]$ ,  $\text{MaxR} = \text{MinR} + W[1]$ ;

第 i 条外边的  $\text{MinR} = W[1] + W[2] + \dots + W[i-2]$ ,  $\text{MaxR} = \text{MinR} + W[i-1]$ ;

第 M 条外边的  $\text{MinR} = W[1] + W[2] + \dots + W[M-2]$ ,  $\text{MaxR} = \text{MinR} + W[M-1]$ 。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,其特征在于:步骤 (3) 中针对侧边,  $\text{MinR} =$  所有外边厚度之和,  $\text{MaxR} = \text{MinR} +$  侧边厚度。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,其特征在于:步骤 (3) 中针对影子,  $\text{MinR} =$  所有外边厚度之和,  $\text{MaxR} = \text{MinR} +$  影子厚度。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,其特征在于:步骤 (4) 中如果需要贴图的图像中的像素点在纹理贴图半径 MinR 和 MaxR 所表示的两条等高线围成的区域内,则直接进行色彩赋值;如果需要贴图的图像中的像素点在纹理贴图半径 MinR 和 MaxR 所表示的两条等高线上,则根据像素空间掩码矩阵索引处对应的经过该像素的所有边界围成的多边形的面积 Area 值进行反走样处理。

8. 如权利要求 7 所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,其特征在于:步骤 (4) 中,设需要贴图的图像中的像素点为  $P[i][j]$ ,如果  $P[i][j]$  在纹理贴图半径 MinR 和 MaxR 所表示的两条等高线围成的区域内,则  $P[i][j]$  的色彩值为:  $\text{RGBA}(P[i][j]) = \text{RGBA}(T[i][j])$ ;如果  $P[i][j]$  在纹理贴图半径 MinR 和 MaxR 所表示的两条等高线上,则  $P[i][j]$  的色彩值为:  $\text{RGBA}(P[i][j]) = \text{RGBA}(P[i][j]) \times (1 - M[i][j]. \text{Area}) + \text{RGBA}(T[i][j]) \times M[i][j]. \text{Area}$ ;

其中,

$\text{RGBA}(P[i][j])$  为需要贴图图像中索引  $[i, j]$  处的 RGBA 的值;

$\text{RGBA}(T[i][j])$  为纹理图像矩阵中索引  $[i, j]$  处的 RGBA 的值;

$M[i][j]. \text{Area}$  为像素空间掩码矩阵中索引  $[i, j]$  处对应的经过该像素的所有边界围成的多边形的面积 Area 值。

## 一种基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电视节目制作领域的字幕渲染技术,具体涉及一种基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法。

### 背景技术

[0002] 由于电视字幕具有独立的表意功能,作为一种必备的电视节目要素,电视字幕是一种重要的电视图文的展现形式。随着电视频道、节目内容的细分,各个部门的分工也更加专业化,对于不同类型节目的制作,以单一类型的字幕系统已很难满足要求。另外,电视节目的日益多样性和电视观众欣赏、鉴赏水平的不断提高,也要求电视字幕的应用模式必然朝着多样性的方向发展。

[0003] 从广义的角度来说,电视字幕所处理的字幕对象可以分为图形和文字两个部分。图形包括各种规则形状的图形、由基本图形元素组成的复合图形和任意不规则图形,文字包括世界上各种语种的文字。

[0004] 从计算机展现的角度来说,字幕对象渲染的最终目的是根据图形化的矢量信息和图像纹理,采用数字图像处理的相关算法,得到由 32 位 RGBA 表示的像素组成的一帧图像。因此将字幕对象归一化为一种图形表达形式,有利于数字图像处理算法的统一化。

[0005] 从计算机图形学的角度来说,可以将所有类型的字幕对象视为由一系列直线和曲线组成的图形。计算机图形学的主要研究内容就是研究如何在计算机中表示图形、以及利用计算机进行图形的计算、处理和显示的相关原理与算法。图形通常由点、线、面、体等几何元素和灰度、色彩、线型、线宽等非几何属性组成。从处理技术上来看,图形主要分为两类,一类是基于线条信息表示的,如工程图、等高线地图、曲面的线框图等,另一类是明暗图,也就是通常所说的真实感图形。计算机图形学一个主要的目的就是要利用计算机产生令人赏心悦目的真实感图形。为此,必须建立图形所描述的场景的几何表示,再用某种光照模型,计算在假想的光源、纹理、材质属性下的光照明效果。

[0006] 在计算机图形学中,Bezier 曲线是一种重要的多项式参数曲线。平面中的任意  $N(N \geq 2)$  个点都可以构成一个 Bezier 曲线。这  $N$  个点称为 Bezier 曲线的控制顶点, $N$  个点组成的多边形称为 Bezier 曲线的控制多边形。在字幕渲染技术中,可以使用 Bezier 曲线来表达所有字幕对象的矢量信息,将字幕对象的原始矢量轮廓转化为二次 Bezier 曲线,并将一个内部自相交 Bezier 封闭曲线分成多个封闭轮廓,根据交点将一条 Bezier 线段分割成若干条首尾相连的线段,在字幕矢量轮廓中确定每一条 Bezier 线段的内边 / 外边属性,根据内边 / 外边属性对字幕矢量轮廓进行规并整理,最终得到若干不相交的封闭轮廓。然后,将字幕对象的矢量轮廓离散化为直线段,计算字幕对象的多边形矢量轮廓的属性,进一步根据多边形的方向和加边类型,创建出用来加内边和外边的多边形矢量轮廓。

[0007] 当针对字幕对象的矢量信息进行上述处理后,对字幕进行渲染。由于某一渲染区(渲染基元为一个像素)的渲染属性取决于其相对于曲线轮廓封闭环域的位置,如何按照一定的贴图顺序在贴图半径内部对原始图像的每个像素的色彩进行准确的赋值,是实现字

幕渲染方法的关键所在。

## 发明内容

[0008] 本发明的目的是针对上述基于曲线轮廓封闭环域和像素空间掩码的字幕渲染技术的实现原理,提供一种基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,从而实现在贴图半径内部对原始图像的每个像素色彩的准确赋值。

[0009] 本发明的技术方案如下:一种基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,包括如下步骤:

[0010] (1) 建立与原始图像具有相同维数的像素空间掩码矩阵和纹理图像矩阵;

[0011] (2) 确定用于字幕对象渲染的纹理贴图的顺序;

[0012] (3) 根据字幕对象加边的类型和边的厚度确定纹理贴图的半径  $MinR$  和  $MaxR$ ;

[0013] (4) 根据需要贴图的图像中的像素点的位置,进行色彩的赋值或反走样处理。

[0014] 进一步,如上所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,步骤(2)中字幕对象渲染的纹理贴图的顺序为:内边、面、外边、侧边、影子。

[0015] 进一步,如上所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,步骤(3)中针对  $N$  条内边,设每条边的厚度为  $S[i]$ ,  $i \in [0, N-1]$ , 则:

[0016] 第 1 条内边的  $MinR = 0$ ,  $MaxR = S[0]$ ;

[0017] 第 2 条内边的  $MinR = S[0]$ ,  $MaxR = MinR + S[1]$ ;

[0018] 第  $i$  条内边的  $MinR = S[1] + S[2] + \dots + S[i-2]$ ,  $MaxR = MinR + S[i-1]$ ;

[0019] 第  $N$  条内边的  $MinR = S[1] + S[2] + \dots + S[N-2]$ ,  $MaxR = MinR + S[N-1]$ 。

[0020] 进一步,如上所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,步骤(3)中针对面,在不加内边的情况下,  $MinR = 0$ ,  $MaxR =$  像素空间掩码矩阵中像素点到字幕对象曲线轮廓边界的距离的最大值;在加内边的情况下,  $MinR =$  所有内边厚度之和,  $MaxR =$  像素空间掩码矩阵中像素点到字幕对象曲线轮廓边界的距离的最大值。

[0021] 进一步,如上所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,步骤(3)中针对  $M$  条外边,设每条边的厚度为  $W[i]$ ,  $i \in [0, M-1]$ , 则:

[0022] 第 1 条外边的  $MinR = 0$ ,  $MaxR = W[0]$ ;

[0023] 第 2 条外边的  $MinR = W[0]$ ,  $MaxR = MinR + W[1]$ ;

[0024] 第  $i$  条外边的  $MinR = W[1] + W[2] + \dots + W[i-2]$ ,  $MaxR = MinR + W[i-1]$ ;

[0025] 第  $M$  条外边的  $MinR = W[1] + W[2] + \dots + W[M-2]$ ,  $MaxR = MinR + W[M-1]$ 。

[0026] 进一步,如上所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,步骤(3)中针对侧边,  $MinR =$  所有外边厚度之和,  $MaxR = MinR +$  侧边厚度。

[0027] 进一步,如上所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,步骤(3)中针对影子,  $MinR =$  所有外边厚度之和,  $MaxR = MinR +$  影子厚度。

[0028] 进一步,如上所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,步骤(4)中如果需要贴图的图像中的像素点在纹理贴图半径  $MinR$  和  $MaxR$  所表示的两条等高线围成的区域内,则直接进行色彩赋值;如果需要贴图的图像中的像素点在纹理贴图半径  $MinR$  和  $MaxR$  所表示的两条等高线上,则根据像素空间掩码矩阵索引处对应的经过该像素的所有边界围成的多边形的面积  $Area$  值进行反走样处理。

[0029] 更进一步,如上所述的基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法,步骤(4)中,设需要贴图的图像中的像素点为 $P[i][j]$ ,如果 $P[i][j]$ 在纹理贴图半径 $MinR$ 和 $MaxR$ 所表示的两条等高线围成的区域内,则 $P[i][j]$ 的色彩值为: $RGBA(P[i][j]) = RGBA(T[i][j])$ ;如果 $P[i][j]$ 在纹理贴图半径 $MinR$ 和 $MaxR$ 所表示的两条等高线上,则 $P[i][j]$ 的色彩值为: $RGBA(P[i][j]) = RGBA(P[i][j]) \times (1-M[i][j].Area) + RGBA(T[i][j]) \times M[i][j].Area$ ;

[0030] 其中,

[0031]  $RGBA(P[i][j])$ 为需要贴图图像中索引 $[i, j]$ 处的 $RGBA$ 的值;

[0032]  $RGBA(T[i][j])$ 为纹理图像矩阵中索引 $[i, j]$ 处的 $RGBA$ 的值;

[0033]  $M[i][j].Area$ 为像素空间掩码矩阵中索引 $[i, j]$ 处对应的经过该像素的所有边界围成的多边形的面积 $Area$ 值。

[0034] 本发明的有益效果如下:本发明按照一定的贴图顺序,根据像素空间掩码矩阵和纹理矩阵,在贴图半径内部对原始图像的每个像素的色彩进行赋值,同时对半径边缘的像素进行反走样处理。通过渲染区的灵活划分,可以实现多层图元渲染的效果,使字幕边缘更加圆滑,层次更加丰富,整体效果更加精美。从而便于频道节目包装,提高收视质量,提升电视节目制播机构的整体形象,满足公众的欣赏要求,为电视节目制播机构取得更好的经济效益。

#### 附图说明

[0035] 图1为基于像素空间掩码矩阵的纹理贴图方法的原理示意图;

[0036] 图2为根据像素空间掩码矩阵模型等高线划分不同渲染区域的一种情况示意图;

[0037] 图3为根据像素空间掩码矩阵模型等高线划分不同渲染区域的另一种情况示意图;

[0038] 图4为线段端点的加边方向的向量与加边方向的角度关系示意图;

[0039] 图5为逐层计算像素点到边界的最短距离的方法示意图。

#### 具体实施方式

[0040] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细的描述。

[0041] 由于目前的用于电视节目制作的字幕系统中字幕渲染普遍存在渲染效率低下、边缘锯齿效应、小字模糊不清晰、文字笔画粗细不均匀、渐变效果不真实、无法实现多边多影渲染效果、无法实现艺术字效果等一系列技术上和应用上的问题,因此,可以通过将字幕对象的矢量信息转化为一个基于等高线的像素掩码矩阵,在此基础上进行字幕渲染的技术来加以解决,这一技术称作基于曲线轮廓的封闭环域和像素掩码矩阵的字幕渲染方法(具体内容可参见同期申请的专利)。

[0042] 上述方法的关键步骤首先是有限封闭环域的生成。有限封闭环域为有限个内环、外环(内、外环方向相反)定义的一个多连通闭区域,内环必须在一个外环内。一个输入图元由一个或多个封闭轮廓组成,轮廓以首尾连结的二次Bezier曲线表示。对封闭轮廓进行曲线相交检测,通过裁减曲线、并归轮廓,生成有限环域的内外环。

[0043] 曲线的相交检测利用外接矩形检测选取可能相交曲线对以提高效率,然后递归法对可能相交的Bezier曲线对二分法分割进行局部曲线段的包围盒检测,当分割的曲线段

满足直线拟和精度时,用直线规则求交点,根据交点分割相交曲线对。计算交点相连的曲线的方向进行内、外环分类测试,裁减不满足内、外环属性的曲线,即删除被一个外环包含却与外环方向一致的曲线或者被内环包含的与内环方向一致的曲线。连接首尾端点重合的曲线,生成封闭的内外环。

[0044] 算法的思想基于某一渲染区(渲染基元为一个象素)的渲染属性取决于其相对于环域的位置,即以原始轮廓环域为 0 距线,通过计算渲染基元相对 0 距线的距离得到像素掩码矩阵,由像素掩码矩阵的等高线划分不同的渲染区。渲染区的灵活划分,可以实现多层图元渲染;不同的距离计算方式得到不同的等高线,从而实现不同的区域边界导角特性;像素掩码矩阵做深度信息等转换,实现浮雕等立体效果。

[0045] 因此,算法的另一关键步骤就是像素掩码矩阵中各个属性的计算。离散化曲线环域,根据离散化的轮廓点链的前进方向标记距离映射图中各基元的符号(例如,外环逆时针,则左为正右为负,点链经过的基元为零)。通过对点链中各点的方向矢量及其前后点的方向角平分线方向矢量围成的有限区域范围内计算渲染基元的距离,在映射图中记录各基元的绝对值最小的距离值。

[0046] 基于上述原理,在将一个字幕对象的 Bezier 曲线矢量轮廓离散化为多边形矢量 G 之后,进一步根据多边形的方向和加边类型,创建出用来加内边的多边形矢量 G1 和用来加外边的多边形矢量 G2。然后,就可以对字幕对象进行后续渲染。

[0047] 本发明首先需要建立与原始图像具有相同维数的像素空间掩码矩阵 M 和纹理图像矩阵 T,如图 1 所示。

[0048] 纹理图像矩阵 T 即是根据最终需要得到的图像的纹理效果而确定的,应该注意的是纹理图像矩阵 T 的维数与像素空间掩码矩阵 M 的维数应该相同。

[0049] 像素空间掩码矩阵 M 中每个像素点包括以下属性数据:

[0050] (1). 一个像素到边界的最短距离 Border。该值在加内边、外边时使用。根据方角边、尖角边、圆角边的不同类型,这个距离有不同的意义。

[0051] (2). 一个像素到最外侧边的侧边方向的距离 Side。该值在加侧边时使用。

[0052] (3). 经过一个像素的所有边界围成的多边形的面积 Area。该值在对边界像素进行反走样贴图时使用。因此首先要区分内部像素和边界像素:对于内部像素来说,该值为固定的值(512\*512);对于边界像素而言,该值是一个小于等于 512\*512 的值,表示通过该像素的边与该像素矩形(高和宽均为 512)围成多边形的面积。

[0053] (4). 一个像素的类型 Type。该值用来表示一个像素是侧边边界、外边边界、内边边界、内部像素。

[0054] (5). 一个像素是否已经进行了反走样处理的标志 bAntialiasing。使用这个布尔变量以避免对同一个像素进行多次的反走样处理。

[0055] 以上的 Border、Side、Area 的值都是在 512\*512 的坐标空间中,因此,可以将以上这些数据当作一个像素的掩码。以上属性数据的具体确定方法可以参见同期申请的专利,此处仅对本发明中需要用到的一个像素到边界的最短距离 Border 值以及经过一个像素的所有边界围成的多边形的面积 Area 值的计算进行介绍。

[0056] 如图 4、图 5 所示,计算一个像素到边界的最短距离 Border 值的方法如下:

[0057] (1) 在字幕对象的多边形矢量轮廓边界上选取直线段 (P0, P1), 确定直线段 (P0,

P1) 两个端点 P0、P1 的坐标 (P0. x, P0. y)、(P1. x, P1. y) 以及两个端点的加边方向的向量 (P0. dx, P0. dy)、(P1. dx, P1. dy) ;

[0058] 加边方向的向量与加边方向的角度关系如下 :

[0059]  $P0. dx = \text{Cos}(A0)P0. dy = \text{Sin}(A0)$

[0060]  $P1. dx = \text{Cos}(A1)P1. dy = \text{Sin}(A1)$

[0061] 其中, P0 点的加边方向的角度为 A0, P1 点的加边方向的角度为 A1。

[0062] (2) 设定沿加边方向逐层计算的距离 k、步长 s, 根据 P0、P1 的加边方向的向量依次计算 P0、P1 在加边方向上所对应的点 P2、P3、P4、P5 的坐标 ;

[0063] P2、P4 的坐标根据 P0 点来计算 :

[0064]  $P2. x = P0. x + (k-s)*P0. dx ;$

[0065]  $P2. y = P0. y + (k-s)*P0. dy ;$

[0066]  $P4. x = P0. x + k*P0. dx ;$

[0067]  $P4. y = P0. y + k*P0. dy ;$

[0068] P3、P5 的坐标根据 P1 点来计算 :

[0069]  $P3. x = P1. x + (k-s)*P1. dx ;$

[0070]  $P3. y = P1. y + (k-s)*P1. dy ;$

[0071]  $P5. x = P1. x + k*P1. dx ;$

[0072]  $P5. y = P1. y + k*P1. dy。$

[0073] (3) 由 P2、P3、P4、P5 点围成四边形, 遍历四边形内的所有像素点, 根据点到直线垂直距离的计算公式, 计算每个点到直线段 (P0, P1) 的距离。

[0074] 计算经过一个像素的所有字幕对象的矢量轮廓线段与像素边界围成的多边形面积 Area 值的方法如下 :

[0075] (a) 遍历字幕对象的多边形矢量轮廓, 针对字幕对象的 N 个封闭多边形, 取出一个多边形 Q[i] ;

[0076] (b) 遍历多边形 Q[i] 中的每条边, 针对 Q[i] 中的 M 条边, 取出一条边 L[j] ;

[0077] (c) 根据边 L[j] 前后两个端点的坐标, 确定边 L[j] 经过的像素, 设 L[j] 经过了 F 个像素, 分别是 C[0]、C[1]、.....、C[F-1],  $F \geq 1$  ;

[0078] (d) 从 L[j] 开始, 遍历 Q[i] 中的所有 M 条边, 分别是 L[j] 到 L[M-1], L[0] 到 L[j-1], 将经过像素 C[k] 的边与像素 C[k] 的正方形边界的交点坐标计算出来 ;

[0079] (e) 根据步骤 (d) 计算出来的交点坐标, 由经过像素 C[k] 的边以及像素 C[k] 的正方形边界构成一个多边形, 并将该多边形存放在一个临时数组中, 如果临时数组中已经存在一个相同的多边形, 就直接转至步骤 (f) ; 否则, 根据多边形的顶点坐标和个数, 采用多边形面积计算公式计算出边 L[j] 对像素 C[k] 的面积贡献的值 A[j], 并累加到像素 C[k] 原来的像素面积 Area 值中 ;

[0080] (f) 重复步骤 (d), 直到计算完边 L[j] 对所有经过像素的面积贡献的值 ;

[0081] (g) 重复步骤 (b), 直到处理完多边形 Q[i] 中的每条边 ;

[0082] (h) 重复步骤 (a), 直到处理完字幕对象中的每个多边形。

[0083] 步骤 (e) 中多边形面积计算公式为 :

$$[0084] \quad A = B + 0.5 \times \text{fabs} \left( \sum_{i=1}^{N-2} (Y_{[i]} \times (X_{[i-1]} - X_{[i+1]})) \right)$$

$$[0085] \quad B = 0.5 \times \text{fabs} (Y_{[0]} \times (X_{[N-1]} - X_{[1]}) + Y_{[N-1]} \times (X_{[N-2]} - X_{[0]}))$$

[0086] 其中,多边形的 N 个顶点的坐标为 : $(X[0], Y[0]) \dots (X[N-1], Y[N-1])$ 。

[0087] 在上述像素空间掩码矩阵模型中,具有相同 Border 值的点构成了一系列等高线,利用这些等高线,就形成了多个渲染区域。外边个数、内边个数、侧边个数、影子个数与渲染区域个数的关系如下,假设一个字幕对象的外边个数为 W、内边个数为 N、侧边个数为 C、影子个数为 Y :

$$[0088] \quad \text{则渲染区域个数 } X \text{ 为 : } X = W + (N > 1 ? (N+1) : N) + C + Y + 1$$

[0089] 上式中  $(N > 1 ? (N+1) : N)$  的含义为  $N > 1$  时为  $(N+1)$ , 否则为  $N$ 。

[0090] 图 2 所示的字幕对象具有 2 个外边、3 个内边、2 个侧边、2 个影子,共划分 11 个渲染区域 :

- [0091] (1). 渲染区域 1 :外边 2 与外边 1 之间的区域
- [0092] (2). 渲染区域 2 :外边 1 与原始轮廓之间的区域
- [0093] (3). 渲染区域 3 :原始轮廓与内边 1 之间的区域
- [0094] (4). 渲染区域 4 :内边 1 与内边 2 之间的区域
- [0095] (5). 渲染区域 5 :内边 2 与内边 3 之间的区域
- [0096] (6). 渲染区域 6 :内边 3 之内的面区域
- [0097] (7). 渲染区域 7 :内边 3 与面之间的区域
- [0098] (8). 渲染区域 8 :外边 2 与侧边 1 之间的区域
- [0099] (9). 渲染区域 9 :侧边 1 与侧边 2 之间的区域
- [0100] (10). 渲染区域 10 :影子 1 的区域
- [0101] (11). 渲染区域 11 :影子 2 的区域

[0102] 图 3 所示的字幕对象具有 2 个外边、1 个内边、1 个侧边、1 个影子,共划分 6 个渲染区域。

- [0103] (1). 渲染区域 1 :外边 2 与外边 1 之间的区域
- [0104] (2). 渲染区域 2 :外边 1 与原始轮廓之间的区域
- [0105] (3). 渲染区域 3 :原始轮廓与内边之间的区域
- [0106] (4). 渲染区域 4 :内边之内的面区域
- [0107] (5). 渲染区域 5 :外边 2 与侧边之间的区域
- [0108] (6). 渲染区域 6 :影子的区域

[0109] 建立了像素空间掩码矩阵 M 和纹理图像矩阵 T 后,就需要进行如下纹理贴图的处理步骤 :

[0110] 第一,确定纹理贴图的顺序。在基于像素空间掩码的纹理贴图中,字幕对象渲染贴图的顺序为 :内边 (多个)、面、外边 (多个)、侧边、影子。

[0111] 第二,确定纹理贴图半径 MinR 和 MaxR。MinR 和 MaxR 表示的是两条等高线。

[0112] (1). 针对 N 条内边,假设每条边的厚度为  $S[i], i \in [0, N-1]$ , 则 :

[0113] 第 1 条内边的  $\text{MinR} = 0, \text{MaxR} = S[0]$  ;

[0114] 第 2 条内边的  $\text{MinR} = S[0], \text{MaxR} = \text{MinR} + S[1]$  ;



- [0115] 第  $i$  条内边的  $\text{MinR} = S[1]+S[2]+\dots+S[i-2]$ ,  $\text{MaxR} = \text{MinR}+S[i-1]$  ;
- [0116] 第  $N$  条内边的  $\text{MinR} = S[1]+S[2]+\dots+S[N-2]$ ,  $\text{MaxR} = \text{MinR}+S[N-1]$  ;
- [0117] (2). 针对面, 则 :
- [0118] 如果不加内边, 则  $\text{MinR} = 0$ ,  $\text{MaxR} =$  像素空间掩码矩阵 MASK 中最大的 Border 值 ;
- [0119] 如果加内边, 则  $\text{MinR} =$  所有内边厚度之和,  $\text{MaxR} =$  像素空间掩码矩阵 MASK 中最大的 Border 值 ;
- [0120] (3). 针对  $M$  条外边, 假设每条边的厚度为  $W[i]$ ,  $i \in [0, M-1]$ , 则 :
- [0121] 第 1 条外边的  $\text{MinR} = 0$ ,  $\text{MaxR} = W[0]$  ;
- [0122] 第 2 条外边的  $\text{MinR} = W[0]$ ,  $\text{MaxR} = \text{MinR}+W[1]$  ;
- [0123] 第  $i$  条外边的  $\text{MinR} = W[1]+W[2]+\dots+W[i-2]$ ,  $\text{MaxR} = \text{MinR}+W[i-1]$  ;
- [0124] 第  $M$  条外边的  $\text{MinR} = W[1]+W[2]+\dots+W[M-2]$ ,  $\text{MaxR} = \text{MinR}+W[M-1]$  ;
- [0125] (4). 针对侧边 :  $\text{MinR} =$  所有外边厚度之和,  $\text{MaxR} = \text{MinR} +$  侧边厚度 ;
- [0126] (5). 针对影子 :  $\text{MinR} =$  所有外边厚度之和,  $\text{MaxR} = \text{MinR} +$  影子厚度。
- [0127] 第三, 纹理贴图。假设像素空间掩码矩阵为 MASK, 简称 M, 纹理图像矩阵为 TEXTURE, 简称为 T, 需要贴图的图像为 PICTURE, 简称 P。M、T、P 的维数相同, 假设为  $w$  和  $h$ 。对于 P 中的一个点  $P[i][j]$ ,  $i \in [0, w-1]$ ,  $j \in [0, h-1]$ , 色彩 RGBA 的值为 :
- [0128] (1). 根据像素空间掩码的 Border 值来判断像素点  $P[i][j]$  是否位于 ( $\text{MinR}$ ,  $\text{MaxR}$ ) 表示的等高线内 ;
- [0129] 如果 ( $M[i][i].\text{Border} < \text{MinR}$  或者  $M[i][i].\text{Border} > \text{MaxR}$ ), 则该像素点不在这个等高线内, 此时不做任何处理。
- [0130] 否则该像素点不在这个等高线内, 进行如下的后续处理。
- [0131] (2). 根据像素空间掩码的 Type 值、 $\text{MinR}$ 、 $\text{MaxR}$  的值来判断像素点  $P[i][j]$  是等高线的内点还是等高线上的点 ;
- [0132] 满足如下条件之一的点为等高线内点 :
- [0133]  $\diamond M[i][i].\text{Type} \neq$  边界
- [0134]  $\diamond \text{MinR} \neq 0$  而且  $\text{MaxR} \neq 0$
- [0135] 否则该像素点就是等高线上的点。
- [0136] (3). 根据上述得到的结果, 进行色彩的赋值。
- [0137] 对于等高线的内点, 直接进行色彩赋值即可 ; 对于等高线上的点, 需要根据像素空间掩码的 Area 值进行反走样处理。
- [0138]  $\diamond$  如果  $P[i][j]$  是等高线内的点, 则 :  $\text{P}[i][j]$  的色彩值为 :  $\text{RGBA}(\text{P}[i][j]) = \text{RGBA}(\text{T}[i][j])$
- [0139]  $\diamond$  如果  $P[i][j]$  是等高线上的点, 则 :  $\text{P}[i][j]$  的色彩值为 :  $\text{RGBA}(\text{P}[i][j]) = \text{RGBA}(\text{P}[i][j]) \times (1 - M[i][j].\text{Area}) + \text{RGBA}(\text{T}[i][j]) \times M[i][j].\text{Area}$
- [0140]  $\text{RGBA}(\text{P}[i][j])$  为需要贴图图像 PICTURE 中索引  $[i, j]$  处的 RGBA 的值 ;
- [0141]  $\text{RGBA}(\text{T}[i][j])$  为纹理图像矩阵 TEXTURE 中索引  $[i, j]$  处的 RGBA 的值 ;
- [0142]  $M[i][j].\text{Border}$  和  $M[i][j].\text{Area}$  为像素空间掩码矩阵 MASK 中索引  $[i, j]$  处对应的 Border 和 Area 的值。
- [0143] 本发明所述的方法并不限于具体实施方式中所述的实施例, 本领域技术人员根据

---

本发明的技术方案得出其他的实施方式,同样属于本发明的技术创新范围。

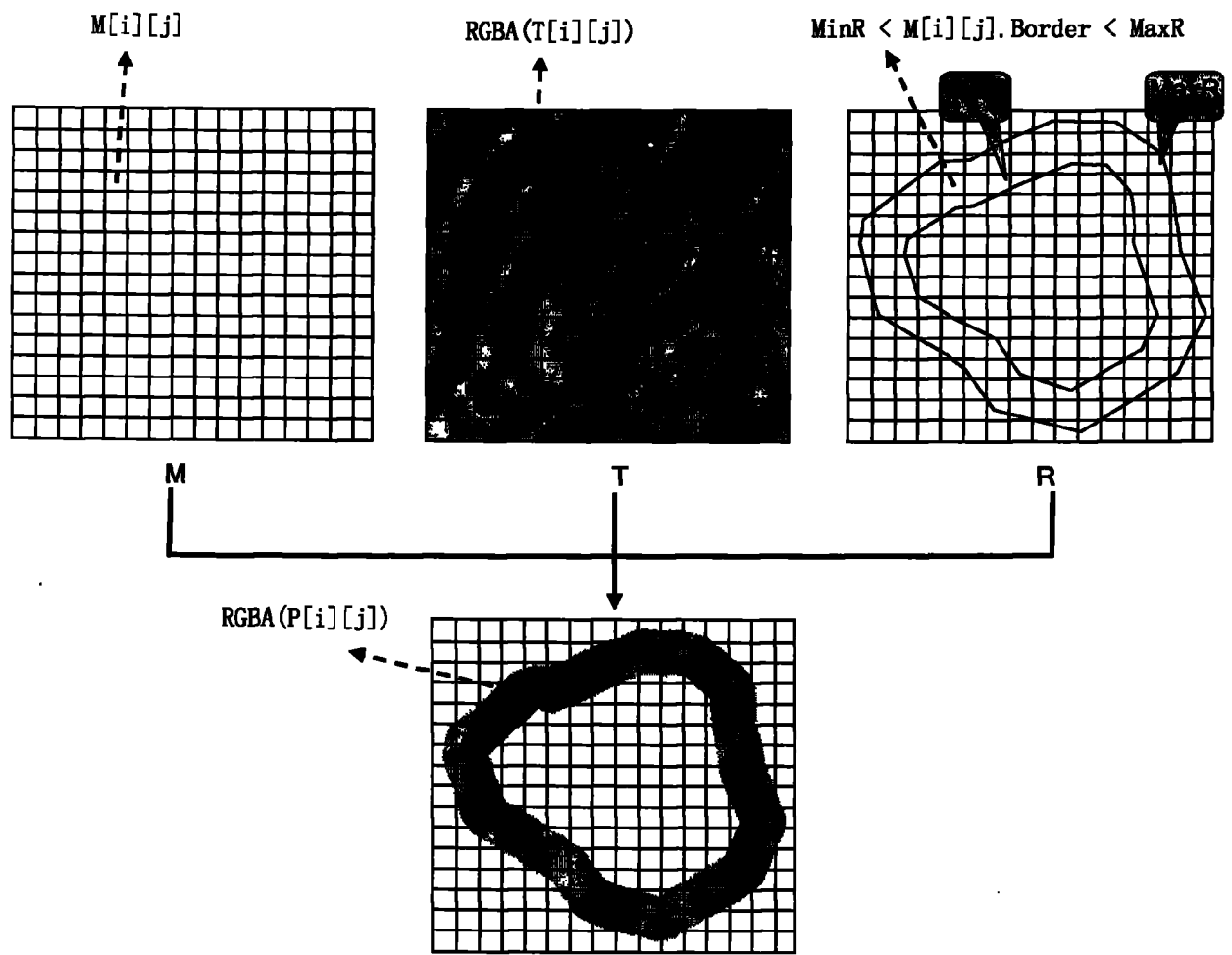


图 1

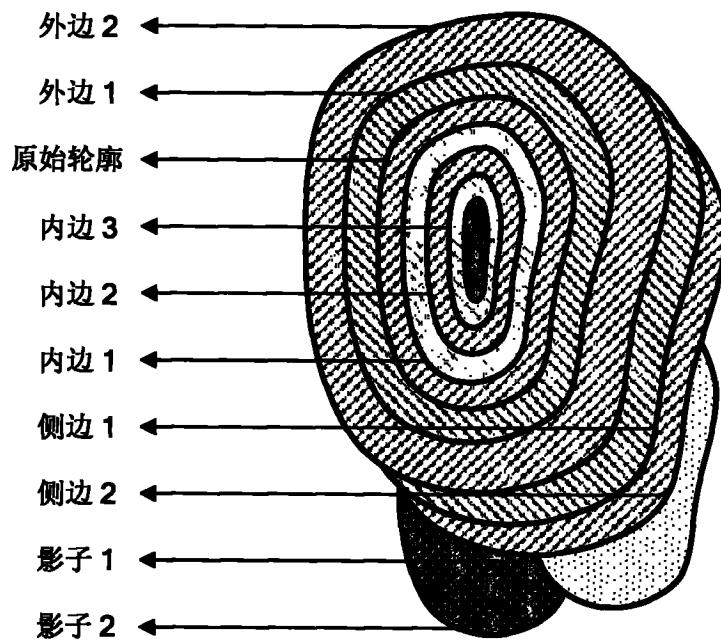


图 2

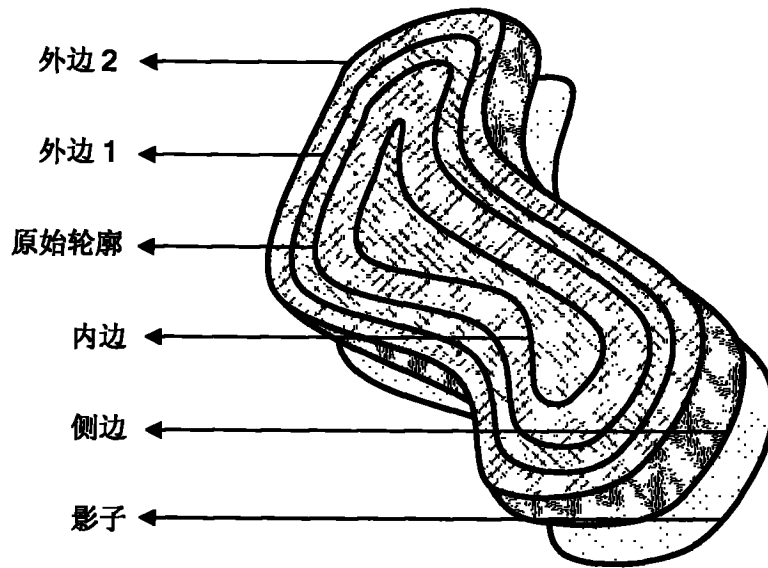


图 3

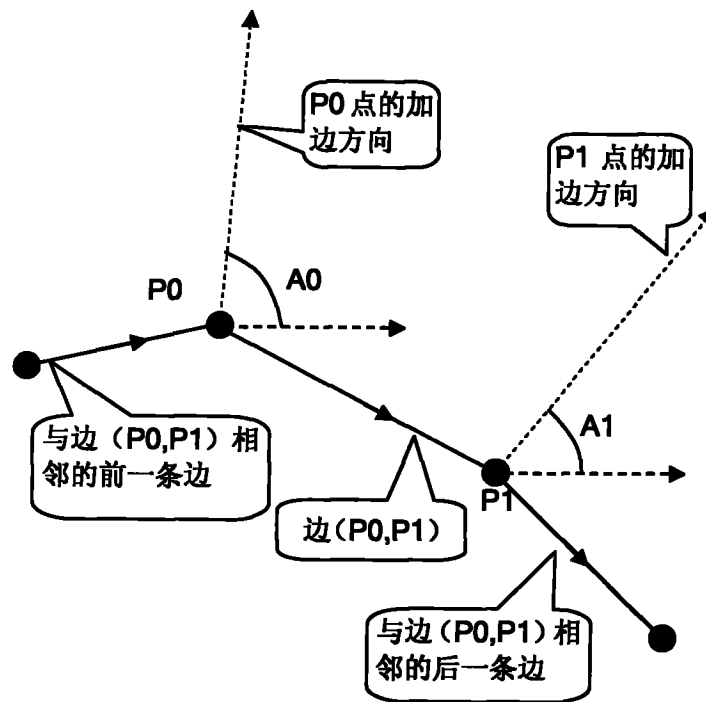


图 4

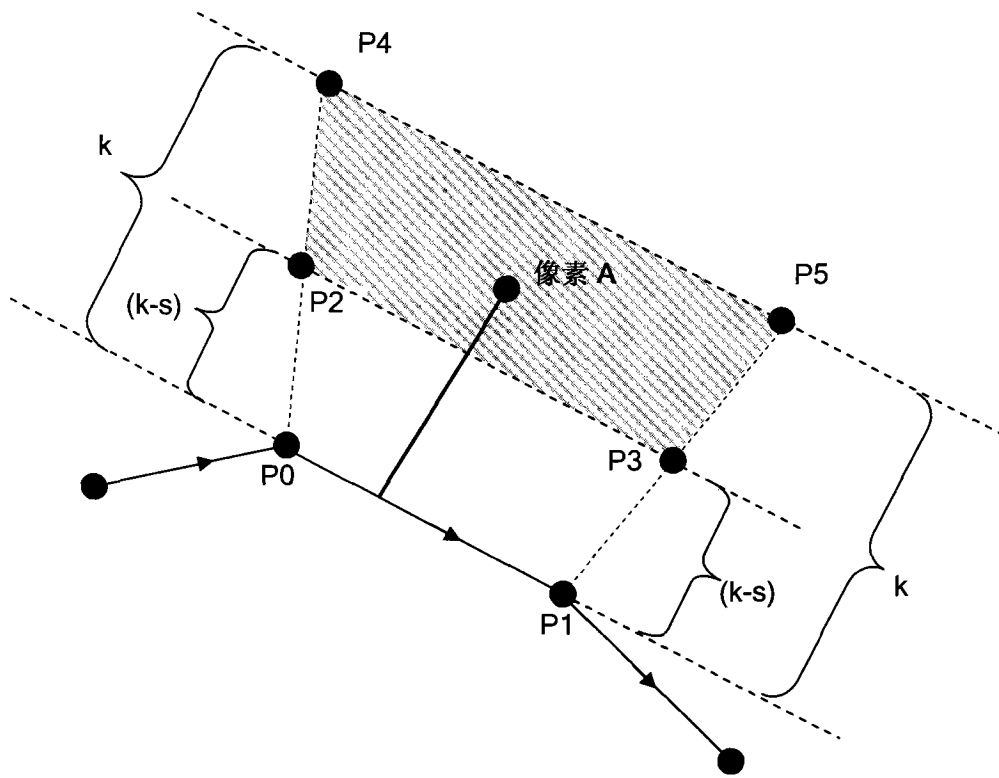


图 5