

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06T 15/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610057599.8

[45] 授权公告日 2009 年 2 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 100463003C

[22] 申请日 2006.3.16

[21] 申请号 200610057599.8

[73] 专利权人 腾讯科技(深圳)有限公司

地址 518044 广东省深圳市福田区振兴路
赛格科技园 2 栋东 410 室

[72] 发明人 刘 皓

[56] 参考文献

JP2006031561A 2006.2.2

CN1414517A 2003.4.30

US6943805B2 2005.9.13

实时绘制 3D 中国画效果. 张海嵩, 尹小勤, 于金辉. 计算机辅助设计与图形学学报, 第 16 卷第 11 期. 2004

审查员 刘莹莹

[74] 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司
代理人 黄志华

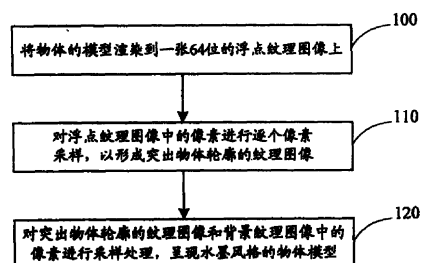
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 6 页

[54] 发明名称

实现水墨风格渲染的方法及装置

[57] 摘要

本发明公开了一种实现水墨风格渲染的方法, 通过 2D 纹理空间进行处理, 该方法将物体的模型渲染到第一浮点纹理图像上; 采样所述第一浮点纹理图像上的各像素并确定为物体轮廓的像素, 以形成突出物体轮廓的第二纹理图像; 采样所述第二纹理图像的各像素, 以及根据各像素的位置从背景纹理图像的对应位置采样像素并与从第二纹理图像采样的对应像素混合, 将混合后的像素输出到所述背景纹理图像上以呈现水墨风格的物体模型。本发明还同时公开了一种实现水墨风格 3D 渲染的装置。



1、一种实现水墨风格渲染的方法，其特征在于，通过 2D 纹理空间进行处理，该方法包括如下步骤：

A、将物体的模型渲染到第一浮点纹理图像上；

B、采样所述第一浮点纹理图像上的各像素并确定其中为物体轮廓的像素，以形成突出物体轮廓的第二纹理图像；

C、采样所述第二纹理图像的各像素，以及根据各像素的位置从背景纹理图像的对应位置采样像素并与从第二纹理图像采样的对应像素混合，将混合后的像素输出到所述背景纹理图像上以呈现水墨风格的物体模型。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在步骤 A 中的渲染过程中，进一步选择光源位置对模型进行光照。

3、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤 B 中，在采样第一浮点纹理图像上的每个当前像素时同时对该当前像素周围的像素进行采样，根据所述周围的像素的深度值的变化程度确定该当前像素是否处于物体的轮廓位置。

4、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在所述步骤 A 和 B 之间还包括对模型的深度值进行过滤处理。

5、如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法，其特征在于，所述步骤 C 中，在采样第二纹理图像的各像素之后，在从背景纹理图像的对应位置采样像素之前还包括步骤：

以采样到的第二纹理图像的各像素的位置为中心对周围的像素进行多次采样，以形成临时纹理图像；

并且，所述步骤 C 中，在从背景纹理图像的对应位置采样像素之后，在将从背景纹理图像采样的像素与从第二纹理图像采样的对应像素混合之前还包括步骤：

根据所述第二纹理图像的各像素的位置从临时纹理图像的对应位置采样

像素，并与从第二纹理图像和背景纹理图像采样的对应像素混合。

6、如权利要求5所述的方法，其特征在于，所述步骤C中，在形成临时纹理图像之后，在从背景纹理图像的对应位置采样像素之前还包括步骤：

根据采样到的第二纹理图像中各像素的位置从噪音纹理图像的对应位置采样像素，并与从第二纹理图像采样的对应像素混合，使临时纹理图像中突出的物体轮廓具有笔画毛糙效果。

7、如权利要求5所述的方法，其特征在于，步骤C中，将第二纹理图像和背景纹理图像中当前采样的像素中的颜色最小深度值作为混合后的像素的颜色值。

8、一种实现水墨风格渲染的装置，其特征在于，包括：

将物体的模型渲染到第一浮点纹理图像上的单元；

采样所述第一浮点纹理图像上的各像素并确定物体轮廓的像素，以形成突出物体轮廓的第二纹理图像的单元；

采样所述第二纹理图像的各像素，以及根据各像素的位置从背景纹理图像的对应位置采样像素并与从第二纹理图像采样的对应像素混合，将混合后的像素输出到所述背景纹理图像上以呈现水墨风格的物体模型的单元。

9、一种实现水墨风格渲染的装置，其特征在于，包括：

将物体的模型渲染到第一浮点纹理图像上的单元；

采样所述第一浮点纹理图像上的各像素并确定为物体轮廓的像素，以形成突出物体轮廓的第二纹理图像的单元；

采样所述第二纹理图像的各像素，并且除了采样当前像素外，还以当前像素的位置为中心对周围的像素进行多次采样，以形成第三纹理图像的单元；

采样第二纹理图像的各像素，以及根据各像素的位置从第三纹理图像和背景纹理图像的对应位置采样像素并与从第二纹理图像采样的对应像素混合，将混合后的像素输出到所述背景纹理图像上以呈现水墨风格的物体模型的单元。

10、如权利要求9所述的装置，其特征在于，该装置进一步包括：

在所述第三纹理图像的单元形成第三纹理图像之后,根据第二纹理图像中各像素的位置从噪音纹理图像的对应位置采样像素并与从第二纹理图像采样的对应像素混合,使第三纹理图像中突出的物体轮廓具有笔画毛糙效果的单元;

所述呈现水墨风格的物体模型的单元采样第二纹理图像的各像素,以及根据各像素的位置从具有笔画毛糙效果第三纹理图像和背景纹理图像的对应位置采样像素并与从第二纹理图像采样的对应像素混合,将混合后的像素输出到所述背景纹理图像上。

实现水墨风格渲染的方法及装置

技术领域

本发明涉及计算机技术领域，尤其涉及一种实现水墨风格渲染的方法及装置。

背景技术

计算机对物体模型渲染可以分为照片真实级渲染（PR，Photorealistic Rendering）和非照片真实级渲染（NPR，Non-Photorealistic Rendering）。PR是指对真实物理光影的研究，做出真实世界的渲染效果；NPR是指研究画家透过画笔勾勒出的抽象意境，目前发展较多而且较成熟的大都与西方绘画艺术有关，如：素描，钢笔，碳笔画，水彩画，卡通画等。其实现有：ATI的DEMO（水彩渲染），PS2上的游戏：如勇者斗恶龙8，忍者神龟系列，龙珠等（卡通渲染）。

目前主要基于物理空间，以计算机的中央处理器（CPU）实现水墨风格的钩边和笔画，以达到水墨化的渲染效果，其主要流程如下：

- 1、查找物体模型轮廓边（由CPU处理，基于3D几何空间）；
- 2、对轮廓边顶点进行可视性剔除（锁住Z-buffer进行逐轮廓边顶点比较剔除）；
- 3、连接轮廓边顶点形成笔划（CPU进行逐可见轮廓边顶点位置比较，进行笔划连接）；
- 4、在笔划上裹上画家笔触（以带有Alpha通道的纹理，作为贴图贴到一个三角形上用来产生笔触）。

虽然采用上述方法能够产生水墨风格的渲染效果，但存在以下缺点：

- 1、由于是基于CPU进行一系列的关键处理，所以对CPU要求很高，在

CPU 性能低的电脑上不仅速度慢，而且效果不佳。

2、处理复杂度与物体的模型有关，如果模型顶点少，则可以以较高的帧率（fps，即每秒钟多少帧）运行，但是如果模型顶点较多的则处理非常困难。

3、仅适用于场景中个别主要简单的模型的水墨化渲染，不适用于整个场景的水墨化渲染。

发明内容

本发明提供一种实现水墨风格渲染的方法，以解决现有技术中实现物体模型的水墨化渲染时存在对硬件设备性能要求高，以及只能对简单模型进行水墨化渲染的问题。

本发明提供以下技术方案：

一种实现水墨风格渲染的方法，通过 2D 纹理空间进行处理，该方法包括如下步骤：

A、将物体的模型渲染到第一浮点纹理图像上；

B、采样所述第一浮点纹理图像上的各像素并确定其中为物体轮廓的像素，以形成突出物体轮廓的第二纹理图像；

C、采样所述第二纹理图像的各像素，以及根据各像素的位置从背景纹理图像的对应位置采样像素并与从第二纹理图像采样的对应像素混合，将混合后的像素输出到所述背景纹理图像上以呈现水墨风格的物体模型。

其中：

在步骤 A 中的渲染过程中，进一步选择光源位置对模型进行光照。

步骤 B 中，在采样所述第一浮点纹理图像上的像素时同时对周围的像素进行采样，根据所述周围的像素的深度值的变化程度确定该当前像素是否处于物体的轮廓位置。

步骤 A 与 B 之间还包括对模型的深度值进行过滤处理。

步骤 C 中，在采样第二纹理图像的各像素之后，在从背景纹理图像的对应

位置采样像素之前还包括步骤：以采样到的第二纹理图像的各像素的位置为中心对周围的像素进行多次采样，以形成临时纹理图像；

步骤C中，在从背景纹理图像的对应位置采样像素之后，在将从背景纹理图像采样的像素与从第二纹理图像采样的对应像素混合之前还包括步骤：根据所述第二纹理图像的各像素的位置从临时纹理图像的对应位置采样像素并从第二纹理图像和背景纹理图像采样的对应像素混合。

步骤C中，在形成临时纹理图像之后，在从背景纹理图像的对应位置采样像素之前还包括步骤：根据采样到的第二纹理图像中各像素的位置从噪音纹理图像的对应位置采样像素并与从第二纹理图像采样的对应像素混合，使临时纹理图像中突出的物体轮廓具有笔画毛糙效果。

步骤C中，将第二纹理图像和背景纹理图像中当前采样的像素中的颜色最小深度值作为混合后的像素的颜色值。

一种实现水墨风格渲染的装置，包括：

将物体的模型渲染到第一浮点纹理图像上的单元；

采样所述第一浮点纹理图像上的各像素并确定物体轮廓的像素，以形成突出物体轮廓的第二纹理图像的单元；

采样所述第二纹理图像的各像素，以及根据各像素的位置从背景纹理图像的对应位置采样像素并与从第二纹理图像采样的对应像素混合，将混合后的像素输出到所述背景纹理图像上以呈现水墨风格的物体模型的单元。

一种实现水墨风格渲染的装置，包括：

将物体的模型渲染到第一浮点纹理图像上的单元；

采样所述第一浮点纹理图像上的各像素并确定为物体轮廓的像素，以形成突出物体轮廓的第二纹理图像的单元；

采样所述第二纹理图像的各像素，以及根据各像素的位置从噪音纹理图像的对应位置采样像素并与从第二纹理图像采样的对应像素混合，以形成所述突出的物体轮廓具有笔画毛糙效果的第三纹理图像的单元；

采样第三纹理图像的各像素，以及根据各像素的位置从背景纹理图像的对应位置采样像素并与从第三纹理图像采样的对应像素混合，将混合后的像素输

出到所述背景纹理图像上以呈现水墨风格的物体模型的单元。

由于本发明在 2D 纹理空间基于像素进行处理，处理的时间复杂度与模型顶点数目没有关系，只与各个输出的临时纹理的大小有关。因此，在 CPU 性能较低的计算机上也能较快的完成处理，也适合于对复杂模型的处理。

附图说明

图 1 为本发明实施例一中实现水墨化渲染的流程图；

图 2 为本发明实施例一中实现水墨渲染装置结构示意图；

图 3A 为本发明实施例一中将模型渲染为浮点纹理图像的示意图；

图 3B 为本发明实施例一中对图 3A 中模型进行光照的示意图；

图 3C 为本发明实施例一中突出物体轮廓的纹理图像示意图；

图 3D 为本发明实施例一中背景纹理图像示意图；

图 3E 为本发明实施例一中进行水墨化渲染后的最终效果图；

图 4 为本发明实施例二中实现水墨化渲染的流程图；

图 5 为本发明实施例二中实现水墨渲染装置结构示意图；

图 6A 为本发明实施例二中采样像素的示意图；

图 6B 为本发明实施例二中物体轮廓笔画具有毛糙效果的纹理图像示意图；

图 6C 为本发明实施例二中进行水墨化渲染后的最终效果图。

具体实施方式

为了降低实现水墨化渲染时对硬件设备的要求以及处理的时间复杂度,本发明基于 2D 纹理空间来对物体模型进行水墨风格 3D 渲染。

实施例一

参阅图 1 所示，在本实施例中对物体模型进行水墨风格 3D 渲染的主要过程如下：

步骤 100、将物体的模型渲染到一张 64 位（并不限于 64 位）的浮点纹理图像上（A16B16G16R16F，表示纹理一共 64 位，A、B、G、R4 个通道，每个通道 16 位，以浮点形式存储）。

在该步骤中，将物体的深度值输出到浮点纹理的 A、G、B 通道上，将物体的亮度值输出到浮点纹理的 R 通道上。

步骤 110、对步骤 100 中得到的浮点纹理图像中的像素进行逐个像素采样，在采样到的像素中确定为物体轮廓的像素，并将物体轮廓的像素和非轮廓的像素以不同的亮度值输出到一张纹理图像上，以形成突出物体轮廓的纹理图像。

步骤 120、对步骤 110 中得到的纹理图像中的像素进行逐个像素采样，同时，根据各像素的位置从选择的背景纹理图像的对应位置采样像素，将从两纹理图像中采样的对应像素进行混合，并输出到所述背景纹理图像上以呈现水墨风格的物体模型。

参阅图 2 所示，本实施例中实现水墨风格 3D 渲染的计算机除了包括实现现有基本功能的单元，如中央处理器 10、存储单元 11 等外，还进一步包括渲染单元 20、第一处理单元 21 和第二处理单元 22。

所述渲染单元 20 用于将物体的模型渲染到浮点纹理图像上；所述第一处理单元 21 用于采样所述浮点纹理图像上的各像素并确定为物体轮廓的像素，以形成突出物体轮廓的纹理图像；所述第二处理单元 22 采样所述突出物体轮廓的纹理图像中的各像素，以及根据各像素的位置从选择的背景纹理图像的对应位置采样像素，将从两个纹理图像中采样的对应像素进行混合，并输出到所述背景纹理图像上以呈现水墨风格的物体模型。

下面以微软的图形着色语言 ShaderModel2.0 实现渲染为例进行详细说明。ShaderModel2.0 包括 VertexShader2.0 和 PixelShader2.0，具有 Nvidia 的 FX5200 以上，或 Ati 的 Radeon9500 以上硬件的计算机即可支持 ShaderModel2.0。

一、由渲染单元 20 将物体模型（Model）渲染到一张 64 位的浮点纹理图像 Image 上（A16B16G16R16F），如图 3A 所示。渲染过程中，在 PixelShader

中进一步进行以下处理:

A、将物体的深度值输出到浮点纹理的 A、G、B 通道上。物体亮度越亮代表物体的深度值越大。

B、以图 3B 中的两个点的位置作为光源的位置对模型进行光照:

$\text{color0} = \text{light0} \times \text{normal}$; color0 //第一光源 (light0) 光照后的颜色;

$\text{color1} = \text{light1} \times \text{normal}$; color1 //第二光源(light1)光照后的颜色;

$\text{colorfinal} = \max(\text{color0}, \text{color1})$ //取两个颜色中的最大值;

将 colorfinal 输出到浮点纹理的 R 通道。

二、第一处理单元 21 绘制和屏幕大小相同的矩形框,并对浮点纹理 Image 进行采样,在 PixelShader 中处理:

A、采用横向和纵向过滤器对浮点纹理图像 Image 的 A 通道进行过滤。由于 A、R、G 通道的值是相同的,所以只需要对 A 通道进行过滤,当然也可以分别对 A、R、G 通道过滤。

B、对纹理图像 Image 进行逐像素采样并处理,并且对本像素的周围 8 个像素也进行采样。

SobelX	SobelY	Sobel
1 0 -1	1 2 1	s00 s01 s02
2 0 -2	0 0 0	s10 s11 s12
1 0 -1	-1 -2 -1	s20 s21 s22

$\text{float sobelX} = \text{s00} + 2 * \text{s10} + \text{s20} - \text{s02} - 2 * \text{s12} - \text{s22};$
 $\text{float sobelY} = \text{s00} + 2 * \text{s01} + \text{s02} - \text{s20} - 2 * \text{s21} - \text{s22};$
 $\text{edgeSqr} = (\text{sobelX} * \text{sobelX} + \text{sobelY} * \text{sobelY}).$

其中, SobelX 表示对 X 方向进行过滤后每个过滤到的像素的权值, SobelY 表示对 Y 方向进行过滤后每个过滤到的像素的权值, Sobel 表示整个过滤器的过滤像素的位置 (3 * 3 的方格); S11 表示当前像素, edgeSqr 表示本像素周围像素值的变化激烈程度。

如果 edgeSqr 大于设定的阈值 n (n 一般取 0.005, 可以适当微调), 则说明

当前像素周围的像素的值变化激烈，而像素的值是表示像素的深度信息，因此也说明当前像素周围像素的深度变化激烈，则可以确定当前像素是物体的轮廓。如果 edgeSqr 小于阈值 n ，那么说明当前像素不是物体的轮廓。对于为物体轮廓的像素，以该像素的 R 通道（亮度）的值输出到一张纹理图像 Edge 上，对于不为物体轮廓的像素，以该像素的 R 通道的值为 0 输出到纹理图像 Edge 上。

完成对浮点纹理图像 Image 的采样处理后，形成的纹理图像 Edge 如图 3C 所示。

三、第二处理单元 22 绘制和屏幕大小相同的矩形框，对纹理图像 Edge 和选择的背景纹理图像 paper 进行采样，在 PixelShader 中处理：

A、逐像素处理，对纹理图像 Edge 进行多样采样，如进行 28 次采样。

一段采样代码如下：

```
for (int i = 0; i < 28; i++)  
{
```

```
    sum += tex2D(Edge, texCoord + dis * samples[i]);
```

```
}//对纹理图像 Edge 进行 28 次采样，并把颜色值相加。
```

其中，Samples[n] 储存的纹理坐标的偏移量，dis 为作为纹理坐标的偏移量的修正，dis 稍微增大会使边框线变粗，但是密度会下降，用前一个步骤得到的较细较密的边框线来弥补； $\text{dis} \times \text{samples}[i]$ 表示对于本像素的位置的偏移量。

B、根据纹理图像 Edge 中的像素位置，对如图 3D 所示的背景纹理图像 paper 中相应位置的像素进行采样，并与 sum 混合。

```
colorFinal = min((1 - hot * sum), paper);
```

取所有采样的纹理颜色中 R 通道的最小值（最黑）作为颜色输出。

最终效果图如图 3E 所示。该图在赛扬 1.5G，Raden9700se，512M 内存的计算机平台上运行，该图的大小为 512×512 ，帧率 fps 在 100 左右。

由于上述方法是基于 2D 纹理空间的处理，而采用 ShaderModel2.0，PixelShader 是基于像素进行操作的，所以处理的时间复杂度与模型顶点数目没有关系，只与各个输出的临时纹理的大小有关系。

实施例二

本实施例在实施一所描述的水墨化渲染过程中，增加进行笔画毛糙效果的处理。

参阅图 4 所示，在本实施例中对物体模型进行水墨风格 3D 渲染的主要过程如下：

步骤 400、将物体的模型渲染到一张 64 位（并不限于 64 位）的浮点纹理图像上（A16B16G16R16F）。

在该步骤中，将物体的深度值输出到浮点纹理的 AGB 通道上，将物体的亮度值输出到浮点纹理的 R 通道上。

步骤 410、对步骤 400 中得到的浮点纹理图像中的像素进行逐个像素采样，在采样到的像素中确定为物体轮廓的像素，并将物体轮廓的像素和非轮廓的像素以不同的亮度值输出到一张纹理图像上，以形成突出物体轮廓的纹理图像。

步骤 420、对步骤 410 中得到的纹理图像中的像素进行逐个像素采样，同时，根据各像素的位置从选择的噪音纹理图像的对应位置采样像素，将从两个纹理图像中采样的对应像素进行混合，并输出到一个临时纹理图像上以形成所述突出的物体轮廓具有笔画毛糙效果。

在对步骤 410 中得到的纹理图像中的像素进行采样时，除了采样当前像素外，还以当前像素的位置为中心对周围的像素进行多次采样。

步骤 430、对步骤 410 中得到的纹理图像中的像素进行逐个像素采样，同时，根据各像素的位置从步骤 420 得到的临时纹理图像上和选择的背景纹理图像的对应位置采样像素，将从三个纹理图像中采样的对应像素进行混合，并输出到所述背景纹理图像上以呈现水墨风格的物体模型。

参阅图 5 所示，本实施例中实现水墨风格 3D 渲染的计算机除了包括实现

现有基本功能的单元，如中央处理器 10、存储单元 11 等外，还进一步包括渲染单元 20、第一处理单元 21、第二处理单元 22 和第三处理单元 23。

所述渲染单元 20 用于将物体的模型渲染到浮点纹理图像上；所述第一处理单元 21 用于采样所述浮点纹理图像上的各像素并确定为物体轮廓的像素，以形成突出物体轮廓的纹理图像；所述第三处理单元 23 采样所述所述突出物体轮廓的纹理图像中的各像素，以及根据各像素的位置从噪音纹理图像的对应位置采样像素并与从突出物体轮廓的纹理图像中采样的对应像素混合，以形成所述突出的物体轮廓具有笔画毛糙效果；所述第二处理单元 22 采样所述突出物体轮廓的纹理图像中的像素，以及根据各像素的位置从具有笔画毛糙效果的纹理图像和背景纹理图像的对应位置采样像素，将从三个纹理图像采样的对应像素混合，并输出到所述背景纹理图像上以呈现水墨风格的物体模型。

下面以微软的图形着色语言 ShaderModel2.0 实现渲染为例进行详细说明。

(一)、渲染模块 20 形成浮点纹理图像 Image 的处理过程与实施例一中相同（不再赘述）。

(二)、第一处理模块 21 形成纹理图像 Edge 的处理过程与实施例一中相同（不再赘述）。

(三)、第三处理模块 23 绘制和屏幕大小相同的矩形框，对纹理图像 Edge 和选择的噪音纹理图像 noise 进行采样，在 PixelShader 中处理：

A、对纹理图像 Edge 进行逐像素采样处理。在采用当前像素时，还进一步以当前像素位置为中心，对周围的像素进行 31 次采样（PixelShader2.0 支持对纹理最多 32 次采样）。

采样示意如图 6A 所示，其中除中间的当前像素外，其余 31 次纹理采样（黑色）分散分布，其实这相当于画家的笔触。

一段采样代码如下：

```
for (int i = 0; i < 31; i++)  
{
```

```
sum += tex2D(Edge, texCoord + samples[i]);
} //对像素进行 31 次采样并把颜色值相加
```

其中: Samples[n]储存的纹理坐标的偏移量。

B、根据纹理图像 Edge 中的像素位置,对噪声纹理图像 noise 中相应位置的像素进行采样并与 sum 混合,以达到笔画毛糙的效果。

```
ColorFinal = (1 - hot* sum)+noise /mix;
```

其中, hot 用来修正输出像素的亮度, mix 用以修正噪声纹理对颜色的影响程度,将颜色输出到纹理图像 temp。

完成对纹理图像 Image 和噪音纹理图像 noise 的采样处理后,形成的临时纹理图像 temp 如图 6B 所示。

(四)第二处理单元 22 绘制和屏幕大小相同的矩形框,对纹理图像 Edge、临时纹理图像 temp 和选择的背景纹理图像 paper 进行采样,在 PixelShader 中处理:

A、逐像素处理,对纹理图像 Edge 进行多样采样,如进行 28 次采样。

一段采样代码如下:

```
for (int i = 0; i < 28; i++)
{
    sum += tex2D ( Edge, texCoord + dis × samples[i] );
}
```

其中, Samples[n]储存的纹理坐标的偏移量, dis 为作为纹理坐标的偏移量的修正, dis 稍微增大会使边框线变粗,但是密度会下降,用前一个步骤得到的较细较密的边框线来弥补。

B、根据纹理图像 Edge 中的像素位置,对临时纹理图像 temp 和背景纹理图像 paper (如图 3D 所示)进行采样,并与 sum 混合。

```
Finalcolor = min(min((1 - hot* sum)+noise/mix,temp),paper);
```

取所有采样的纹理颜色中 R 通道的最小值（最黑）作为颜色输出。

最终效果图如图 6C 所示。

在本实施例，如果不要求笔画毛糙的效果，在形成图像纹理 Edge 时，则不对噪声纹理图像 noise 进行采样，这样形成的图像纹理 Edge 只有笔触效果。相应的，在装置中第三处理单元 23 采样所述突出物体轮廓的纹理图像中的各像素采样，除了采样当前像素外，还以当前像素的位置为中心对周围的像素进行多次采样，以形成临时纹理图像 temp；所述第二处理单元 22 对图像纹理 Edge 进行逐像素采样，并根据像素的位置从临时纹理图像 temp 和背景纹理图像 paper 中的相应位置采样像素，并与 sum 混合。其余处理过程同理，不再赘述。

显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

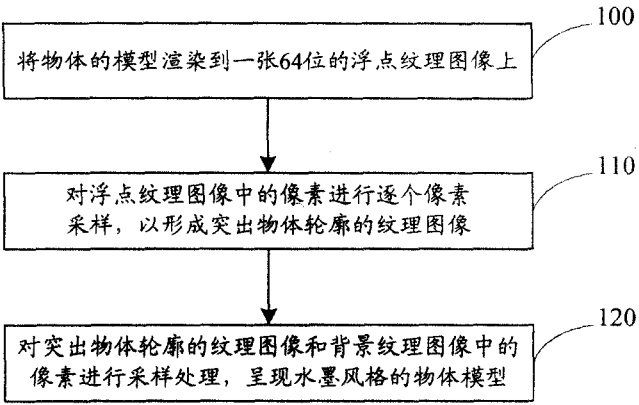


图 1

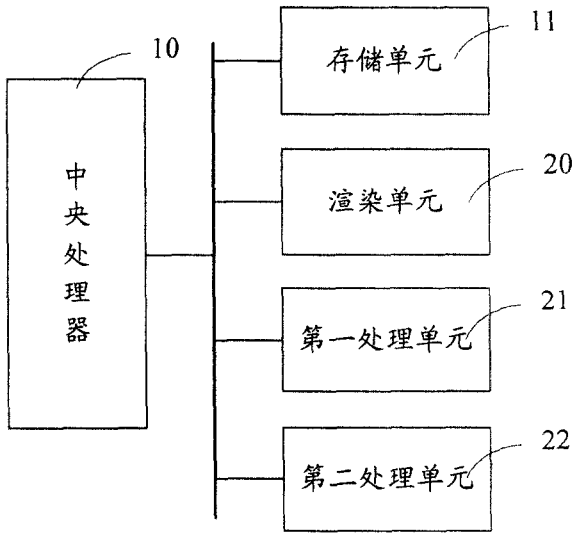


图 2

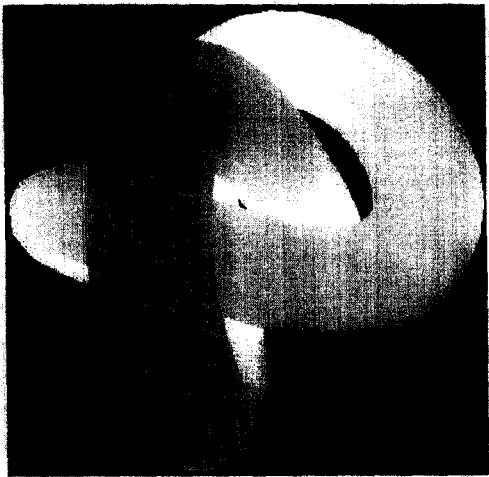


图 3A

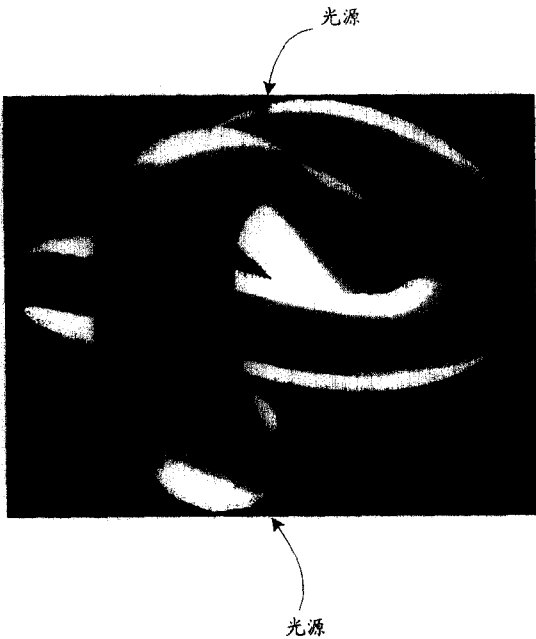


图 3B

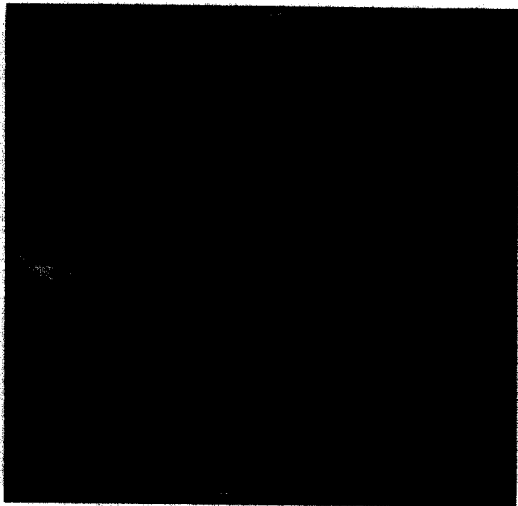


图 3C

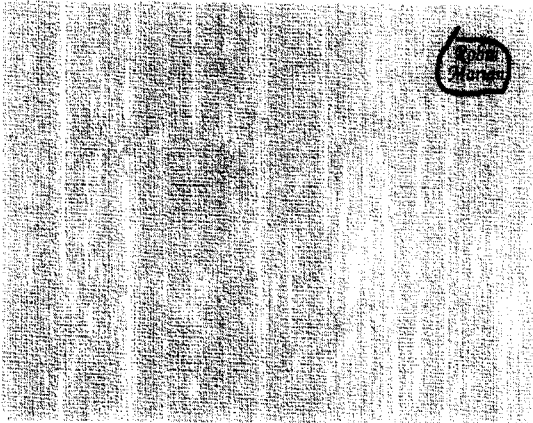


图 3D

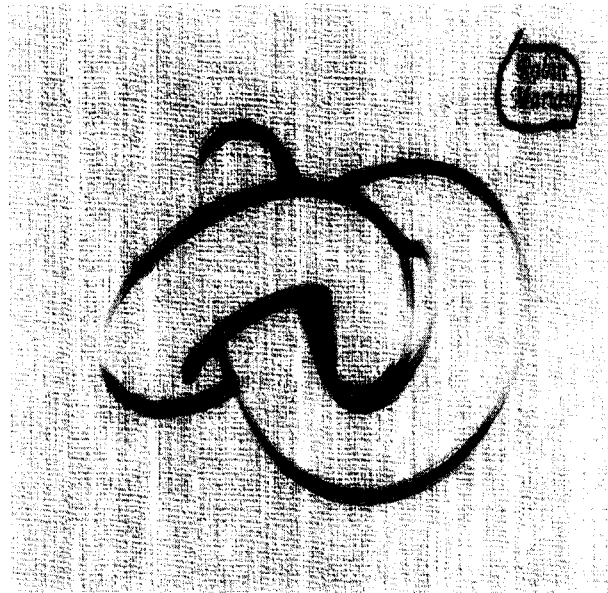


图 3E

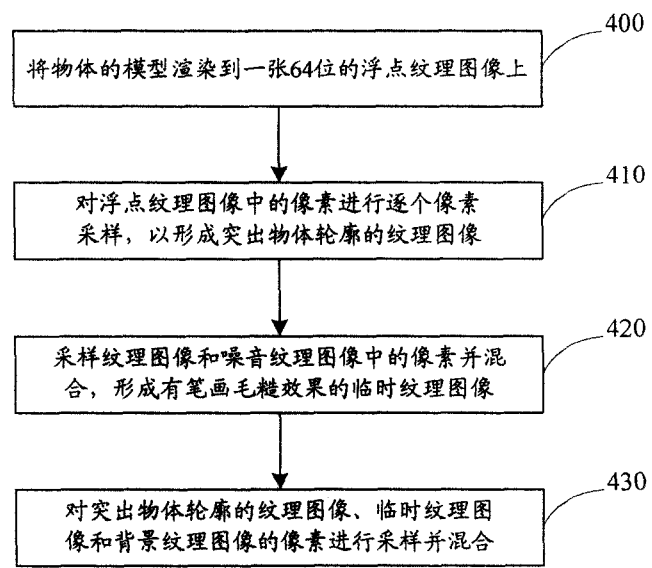


图 4

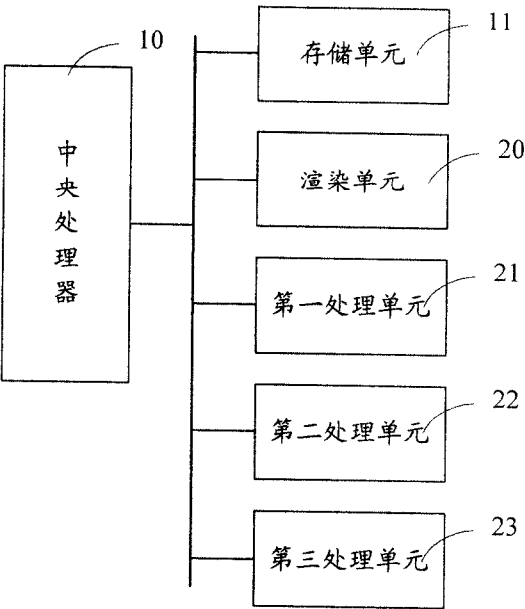


图 5

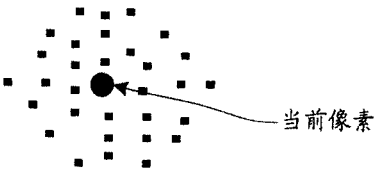


图 6A

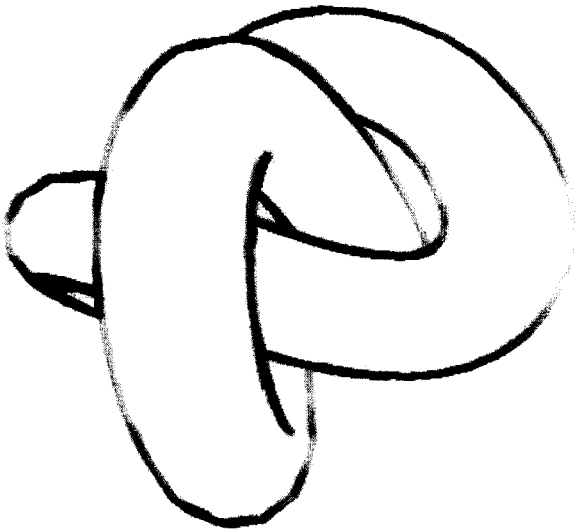


图 6B

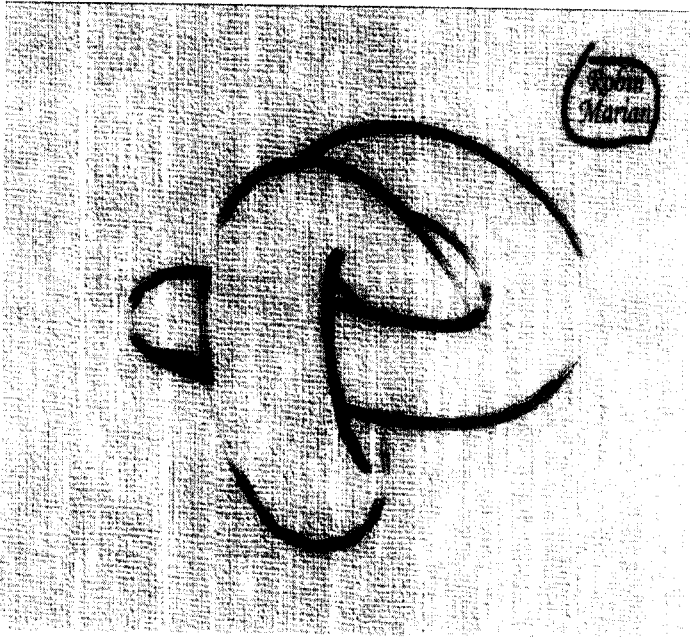


图 6C