

专利号 ZL 03803702.5

G06K 9/36 (2006.01)
G06K 9/40 (2006.01)
G06K 9/42 (2006.01)
G06K 9/44 (2006.01)
G06K 9/46 (2006.01)
G06K 9/56 (2006.01)

[11] 授权公告号 CN 1315093C

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 8 页

```

graph LR
    102[图像 102] --> 304[图像接收器 304]
    304 --> 314[图像评估器 314]
    304 --> 306[网格产生器 306]
    314 --> 312[重要性映像 312]
    312 --> 308[网格模块 308]
    306 --> 308
    310[重要性映像 310] --> 308
    318[输入纹理坐标 318] --> 308
    308 --> 320[输出纹理坐标 320]
    308 --> 110[扭曲后的图像 110]
    subgraph 302 [ ]
        304
        306
        308
        314
        312
        318
    end
  
```

1. 一种用于根据输入图像内单元图像区域内的信息重要性调整该单元图像区域的方法，该方法包括：

获得重要性映像，该重要性映像划出了输入图像中较高重要性的区域和较低重要性的区域；以及

根据重要性映像扭曲输入图像以便生成扭曲后的图像，从而扩展较高重要性的区域而压缩较低重要性的区域。

2. 根据权利要求1的方法，其中扭曲输入图像包括这样扭曲输入图像，从而在整个图像上每单元区域的信息重要性比率是不变的。

3. 根据权利要求1的方法，还包括扭曲与输入图像相关的纹理坐标的位置以便获得反向扭曲功能。

4. 根据权利要求1的方法，还包括产生所述的重要性映像。

5. 根据权利要求4的方法，其中产生重要性映像包括测量输入图像中的局部频率分量。

6. 根据权利要求5的方法，其中测量局部频率分量包括：

将输入图像的每个单元区域分类到一对活动类；以及

重复该分类操作直到达到了一个活动测量准则为止。

7. 根据权利要求1的方法，还包括根据重要性映像对均匀网格进行松弛，以形成松弛网格，从而收缩较高重要性区域内的网格顶点，并且扩展较低重要性区域内的网格顶点。

8. 根据权利要求7的方法，其中扭曲输入图像包括使用松弛网格将一种变换应用到每个单元区域，以便为输入图像内单元区域的每个位置计算在输入图像中的新的位置。

9. 根据权利要求1的方法，还包括收缩扭曲后的图像。

10. 根据权利要求1的方法，还包括对扭曲后的图像进行反扭曲。

11. 一种用于保持输入图像中的重要信息的系统，输入图像具有与其相关联的输入纹理坐标映射，所述系统包括：

图像接收器，被配置为接收输入图像；以及

耦合于一个重要性映像的图像扭曲器，图像扭曲器被配置为产生扭曲后的图像，从而在扭曲后的图像中对输入图像中较高重要性的区域进行了扩展，而在扭曲后的图像中对输入图像中较低重要性的区域进行了压缩，并且其中重要性映像被配置为划出输入图像中较高重要性区域和较低重要性区域。

12. 根据权利要求 11 的系统，其中图像扭曲器还被配置为产生扭曲后的纹理坐标映射，其中该扭曲后的纹理坐标映射包括输入纹理坐标映射的变换，以便获得反向扭曲功能。

13. 根据权利要求 11 的系统，还包括耦合于图像接收器的图像评估器，该图像评估器被配置为产生重要性映像。

14. 根据权利要求 11 的系统，还包括：

耦合于图像接收器的网格产生器，网格产生器被配置为在输入图像中定义均匀网格；以及

耦合于网格产生器的网格松弛模块，网格松弛模块被配置为根据重要性映像松弛均匀图像网格并生成松弛网格。

空间优化的纹理映射

相关申请

本申请相关于 2002 年 2 月 12 日提交的美国临时申请 No.60/356,441 并要求该临时申请的申请日的权益,并且在此将该临时申请引入作为参考。

技术领域

本发明一般地涉及图像处理,并且尤其涉及图像中的信息内容均衡化,从而图像更能抵抗缩小尺寸失真(downsizing distortion)。

背景技术

纹理图像是一种以低成本增强多边形网格的真实感的简单而有效的方法。当前多数硬件图形加速器都提供有存储器高速缓存以便存储纹理图像。在该高速缓存内的图像可以被图形处理单元(GPU)通过高带宽连接访问,从而提高了帧速率。然而,高速缓存的大小受其成本的限制,特别是在商业的面向游戏的图形板卡和游戏控制台中更是这样。由于不是应用使用的所有纹理都能够在同一时刻驻留在存储器内,所以需要使用复杂的存储器管理算法。在高端应用诸如飞行模拟器中,有大量的高速缓存可以使用,而所使用的纹理总数也成比例地增加了,所以需要同样仔细地分配纹理存储空间。

图像压缩可以减轻纹理存储空间有限的问题。然而,为了获得交互式的帧速率,压缩的纹理必须在着色(rendering)的同时被即时地(on the fly)解码,这需要特殊的硬件。为了最好地使用当今传统的图形板卡上的纹理存储空间,有几位作者已经在研究不需借助复杂的编码而缩小存储纹理图像所需的空间的问题。

除了包括重复图案的简单纹理之外，在图像上细节一般不是均匀分布的。例如，采用 3D 扫描系统所得到的模型通常以包含大量背景象素的图像作为纹理。人和角色的面部在诸如眼睛和嘴等区域需要高分辨率的细节，而其它区域的外貌可以用每单位区域内相对较少的象素捕捉。

发明内容

本发明通过采用一种优化纹理图像所使用的空间的技术解决上述的限制。在本发明的一个实现中，图像的频率成分被均匀地分布在图像上。换言之，图像在高频区域被拉伸而在低频区域被压缩。纹理坐标被以类似的方式重新映射以便将图像失真考虑在内。然后可以较低的速率再采样（收缩）得到的图像，而在包围着高频成分的区域具有最小的细节损失。或者，可以以均匀的视觉保真度损失更主动地对图像在其各区域上进行二次采样。只有纹理图像和纹理坐标受到该优化处理的影响。模型几何形状和其连接性都不会改变。经过优化的较小的图像使用较少的纹理存储空间，而无需使用专用的硬件：通过通用的图形硬件中可以得到的纹理映射功能，可以自动地执行它的“解压缩”。

因此，本发明的一个方面涉及一种用于根据输入图像中单元图像区域内信息的重要性，调整该单元区域的方法。该方法包括一个用于获得重要性映像的获得操作。所述的重要性映像划出了输入图像中的较高重要性区域和较低重要性区域。然后一个扭曲操作对输入图像进行扭曲以便根据重要性映像产生扭曲图像，从而扩展较高重要性区域并且压缩较低重要性区域。

本发明的另一方面是一种用于保持输入图像中的重要信息的系统。所述的输入图像包括与之相关联的输入纹理坐标映射，并且该系统包括一个图像接收器和一个图像扭曲器。图像接收器被配置为用于接收输入图像。图像扭曲器耦合于一个重要性映像，并且被配置为产生扭曲图像，从而在该扭曲图像中扩展输入图像中较高重要性区域，并且在该扭曲图像中压缩输入图像中较低重要性区域。重要性映像被配置为划出输入图像中的较高

重要性区域和较低重要性区域。

本发明的另一方面是一种计算机程序产品，其具有计算机可读的程序代码，所述代码用于根据输入图像中单元图像区域内的信息重要性调整该单元区域。所述计算机可读的程序代码被配置为获得一个重要性映像，并且根据该重要性映像对输入图像进行扭曲，从而扩展较高重要性的区域并且压缩较低重要性的区域。

通过下面结合附图对本发明的各种实施例的更具体的说明，可以明了本发明的上述和其它的特征、用途和优点。

附图说明

图 1A 给出了本发明使用的一个示例性的输入图像。

图 1B 给出了一个划出了较重要和较不重要区域的输入图像。

图 1C 给出了本发明的一个实施例所构思的一个示例性的扭曲图像。

图 1D 给出了本发明的一个实施例所构思的一个示例性的缩小的扭曲图像。

图 1E 给出了本发明的一个实施例所构思的一个示例性的恢复图像。

图 2 给出了本发明所构思的系统执行的操作的示例性流程图。

图 3 给出了本发明的一个实施例所构思的一个示例性系统。

图 4A 给出了本发明所使用的一个示例性输入图像。

图 4B 给出了带有均匀网格的一个示例性输入图像。

图 4C 给出了本发明的一个实施例所构思的一个示例性重要性映像。

图 4D 给出了本发明所构思的一个示例性松弛网格。

图 4E 给出了本发明的一个实施例所构思的一个扭曲图像。

图 5 给出了本发明所构思的一个示例性的小波包扩展 (wavelet packet expansion) 变换处理。

图 6A 给出了本发明所构思的一个示例性的输入图像。

图 6B 给出了本发明所构思的示例性的输入图像坐标。

图 6C 给出了本发明所构思的一个示例性的扭曲图像。

图 6D 给出了本发明所构思的示例性的扭曲坐标。

图 6E 给出了本发明所构思的一个示例性图像模型。

图 6F 给出了本发明所构思的一个示例性的涂绘的图像模型。

图 7A - 7D 给出了在没有使用本发明构思的优化处理的情况下映射到一个三维模型上的图像纹理。

图 8A - 8D 给出了在使用了本发明构思的优化处理的情况下映射到一个三维模型上的图像纹理。

图 9A 给出了本发明所构思的一个示例性的男像柱饰 (atlas) 图像。

图 9B 给出了本发明所构思的一个示例性的经过扭曲的男像柱饰图像。

图 9C 给出了一个已呈现的三维模型。

图 9D 给出了使用初始的男像柱饰图像和扭曲后的男像柱饰图像的二次采样误差图。

具体实施方式

如下面详细说明的, 本发明有益地优化了图像所使用的空间。重要的图像信息被拉伸以覆盖更多的图像区域, 而较不重要的信息被压缩。因此, 产生了作为结果的扭曲后的图像, 从而在整个图像上每个单元区域的信息重要性比率大体上是不变的。此处参考图 1-9 说明本发明。当参考这些图时, 所有图中给出的相同的结构和元素被以相同的标号指示。

在图 1A 中, 给出了适合于根据本发明的一个实施例进行处理的示例性图像 102。图像 102 可以是任意的图像类型, 并且可以使用本领域的技术人员已知的各种技术来编码。例如, 图像 102 可以被压缩的、被解压缩的、黑白的、具有灰度级的或是彩色的。此外, 图像 102 可以存储于计算机存储器内, 或者可以通过计算机网络进行传输。因此, 图像 102 通常消耗一些系统资源, 诸如存储器空间或网络带宽。

在图 1B 中, 给出了图像 102, 该图像具有被划出的较重要的和较不重要的区域。例如, 可以指定包括有显著的面部特征的图像区域比没有这些特征的区域更重要。因此, 对于一个应用来说, 眼部区域 104 和嘴部区域

106 可以被指定为是图像 102 中较重要的区域。相反地，背景区域 108 可以被指定为是图像 102 中较不重要的区域。如下面详细说明的，本发明使用重要性映像来区分图像 102 中的较重要的区域和较不重要的区域。

本发明力图减少图像 102 所消耗的系统资源的数量，而同时最小化被指定为重要的区域内的图像细节的损失量。为了达到这个目的，本发明对图像 102 进行了扭曲，从而根据重要性映像扩展重要的图像区域并且压缩较不重要的图像区域。然后，减小扭曲后的整个图像的尺寸，因此它将消耗较少的系统资源。随后，当使用该图像时，对已减小的扭曲后的图像进行扩展并且进行反扭曲。

在图 1C 中，给出了本发明构思的扭曲后的图像 110。在扭曲后的图像 110 中，在重要性映像中被指定为较重要的区域被扩展了，而被指定为较不重要的区域被压缩了。因此，在扭曲后的图像 110 中眼部区域 112 和嘴部区域 114 比初始图像 102 中相应的眼部区域 104 和嘴部区域 106 大。此外，扭曲后的图像 110 中的背景区域 116 比初始图像 102 中的背景区域 108 小。应当注意，扭曲后的图像 110 的画布 (canvas) 的大小与初始图像 102 的画布大小是相同的。

在图 1D 中，给出了较小的扭曲后的图像 112。较小的扭曲后的图像 112 与初始图像 102 相比使用较少的系统资源。本发明被构思为可以使用本领域的技术人员已知的任意能够减少由扭曲后的图像 110 所消耗的系统资源的图像处理方法。一般地，本发明使用的处理方法是损的压缩方案，例如，图像缩小尺寸、离散余弦变换 (discrete cosine transformation) 或是这些压缩技术的组合。

在图 1E 中，给出了恢复的图像 114。恢复的图像 114 是由对较小的扭曲后的图像 112 进行图像压缩反转和扭曲反转而产生的。因为在扭曲后的图像 112 中较重要的区域被扩展了，所以它们在压缩阶段经受了较少的信息损失。因此，当图像 114 被恢复时，在较重要的区域内保持了更多的图像细节。应当注意，恢复后的图像 114 可以不必占据与初始图像 102 相同的画布大小。例如，恢复后的图像可以被用于在一个三维模型上进行纹理

涂绘，并且可以因此被转换以便显示在呈现的表面上。

图2中给出了在本发明所构思的系统内所执行的操作的流程图。应当注意，给出的逻辑操作可以被实现为（1）在计算系统上运行的一系列计算机执行的步骤和/或（2）计算系统中互连的机器模块。所述实现与做出的选择有关，所述的选择取决于实现本发明的系统所需的性能。因此，此处说明的组成本发明的实施例的逻辑操作被可选择地称为操作、步骤或模块。

所述处理从接收操作202开始。在这个操作中，由系统输入一个图像。如上所述，该图像可以是任意的类型，并且可以使用本领域已知的各种方法编码。在本发明的一个实施例中，该图像是用于涂绘在计算机图像应用中形成三维模型的多边形的纹理图像。一般地，纹理图像包括图像空间中的一组纹理坐标，其允许将图像变换到该模型表面。在接收操作202完成之后，控制被传递给产生操作204。

在产生操作204中，为图像产生重要性映像。这个操作包括从用户或图像开发包接收所述的重要性映像。可选择地，如下面详细说明的，系统可以处理该图像并且自动产生重要性映像。在产生操作204完成之后，控制被传递给扭曲操作206。

在扭曲操作206中，根据重要性映像扭曲该图像，从而图像中较重要的区域被放大，而较不重要的区域被缩小。在本发明的一个实施例中，如下面详细说明的，使用了一种网格松弛算法对图像进行再采样。在扭曲操作206完成之后，控制被传递给收缩操作208。

在收缩操作208中，扭曲后的图像所需的系统资源的数量被减少。该操作可能需要收缩图像尺寸，在图像上使用压缩算法或执行本领域的技术人员已知的其它这类过程。一旦收缩操作208完成了，就可以将扭曲后的图像存储在计算机的图像存储器中，或在通信链路诸如加速图形端口（AGP）上进行传输。当要再次显示扭曲后的图像时，控制被传递给反扭曲操作210。

在反扭曲操作210中，扭曲后的图像被转换回没有失真的图像。这个操作一般地涉及解除前面所执行的收缩和扭曲操作208、206。在本发明的

一个实施例中，如下面详细说的，反扭曲操作 210 包括在多边形网格上进行图像变换以便形成图像的三维图形呈现。一旦完成了反扭曲操作 210，该过程就结束了。

在图 3 中给出了本发明构思的示例性系统 302。根据本发明，形成系统 302 的模块可以是嵌入计算机可读介质中的计算机可读的程序代码。作为例子而不是限制，计算机可读的介质可以包括计算机存储介质和通信介质。计算机存储介质包括用于存储信息，诸如计算机可读的指令、数据结构、程序模块或其它数据的以任何方法或技术实现的易失的和非易失的、可移动的和不可移动的介质。计算机存储介质包括，但是不限于，RAM、ROM、EEPROM、快闪存储器或其它存储器技术、CD-ROM、数字多功能光盘（DVD）或其它光学存储装置、磁带盒、磁带、磁盘存储装置或其它磁性存储设备，或任意其它能够用于存储所需信息并且可由管理代理访问的介质。通信介质通常在调制的数据信号，诸如载波或其它传输机制中嵌入计算机可读的指令、数据结构、程序模块或其它数据，并且包括任意的信息传递介质。术语“调制的数据信号”的含义是这样的信号，其一个或多个特征被以如此的方式设置或改变，以至于在该信号内编码了信息。作为例子而不是限制，通信介质包括诸如有线网络或直接连线连接的有线介质，以及诸如声音、射频、红外线以及其它的无线介质。上面所述的任意的组合也应被包括在计算机可读介质的范围内。

系统 302 包括图像接收器 304，它被配置为接收一个输入图像 102。为了参考，图 4A 中给出了一个示例性的输入图像 102。回到图 3，图像接收器 304 连接于网格产生器 306。网格产生器被配置为在输入图像 102 上定义一均匀的网格。图 4B 给出了带有示例性均匀网格的输入图像 102。可以构想使得网格的行数和列数可适应于输入图像 102。在本发明的一个实施例中，可以根据拉普拉斯平滑过程的收敛状态反复地细化网格的分辨率（在下面有详细的说明）。在这种方法中，起初使网格分辨率低，但是随着网格松弛迭代逐渐地增加。因此，网格中顶点的数目可以取决于图像尺寸、颜色和/或其它图像属性。在本发明的一个特定实施例中，系统用户可以交

互地指定网格的精度，并且因此直接地影响下面说明的扭曲过程的精度。

返回图 3，网格产生器 306 连接于网格松弛模块 308。网格松弛模块 308 根据一重要性映像对均匀图像网格进行松弛处理，以便产生松弛的网格。如上所述，可以由用户指定重要性映像 310，或是由系统 302 产生重要性映像 312。在用户提供重要性映像 310 的情况下，重要性映像 310 可以是另一图像，其中每个象素位置指明了相应的图像象素的重要性。由用户传递重要性映像 310 的可能性使得能够对图像 102 执行特定的转换。

可选择地，连接于图像接收器 304 的图像评估器 314 可以被配置为产生重要性映像 312。在本发明的一个实施例中，使用了小波包扩展变换分析输入图像 102 的频率成分，从而产生重要性映像 312。这个变换将图像分解为一组表明了频率子带特征的系数。

现在参考图 5，其给出了本发明所构想的小波包扩展变换处理。该处理使用了多级的方法为输入图像 102 中的每个象素分配一个重要性值。该处理包括分类循环 502、504、506，以便将每个象素分类到两个重要性类中。分类循环 502、504、506 的每次迭代都将图像的重要性类数目加倍。因此，在分类循环 502、504、506 的第一次迭代之后，图像 102 的每个象素被分类到两个重要性类中的一个内。在分类循环 502、504、506 的第二次迭代之后，每个象素被分类到四个重要性类中的一个内，并且以此类推。重复该分类循环直到在决定操作 506 中满足了一个活动准则为止。

该处理中的分类操作 502 接收输入图像 102，并且将每个象素分类到低频 (LF) 类或高频 (HF) 类。一般地，高频区域包括边缘和小的细节，而低频区域包括强度上的低的变化。为了准确地检测频率改变，对输入图像 102 执行了多尺度分析 (multiscale analysis)。因此，通过寻找细节系数矩阵中的局部最大值，可以有效地检测到边缘。这些值被称为小波最大值 (wavelet maxima)。

因此，在分类操作 502 中，检测每个象素 $I(u,v)$ ，以在包围着相应的小波系数的区域内寻找小波最大值的存在。如果存在这样的最大值，则这种存在就被以 $M(u,v)$ 记录在频率映像中。小波包变换允许在多个尺度

(即, 频率)上发现最大值, 这导致了将图像分类到频率区域。

在分类操作 502 的第一次迭代之后, 将图像变换为一组低通系数(描述在 0 和 $\pi/2$ 之间的频率), 以及三组细节系数(表示 $\pi/2$ 和 π 之间的频率)。对于每组细节系数, 利用根据相应子带的方差估计出的阈值测量小波最大值。因此, 在分类循环 502、504、506 的第一次迭代之后, 象素被分为两组, 并且结果被存储在如下定义的矩阵 $M^1(u, v)$ 中:

$$M^1(u, v) = \begin{cases} 1, & \text{如果发现了局部最大值,} \\ 0.5, & \text{如果没有发现。} \end{cases}$$

在分类操作 502 的第二次迭代之后, 每个子带被再次分为两个半频带。因此, $M^1(u, v)$ 被细化了; 通过在相应的细节矩阵中寻找小波最大值, 将每个先前的个体分类。因此, 新的矩阵 $M^2(u, v)$ 定义为:

$$M^2(u, v) = \begin{cases} 1, & \text{当 } M^1(u, v) = 1, \text{ 有局部最大值时,} \\ 0.75, & \text{当 } M^1(u, v) = 1, \text{ 无局部最大值时,} \\ 0.5, & \text{当 } M^1(u, v) = 0.5, \text{ 有局部最大值时,} \\ 0.25, & \text{当 } M^1(u, v) = 0.5, \text{ 无局部最大值时。} \end{cases}$$

在测量操作 504 中, 进行活动测量以确定分类循环 502、504、506 的另一次迭代是否是必要的。活动测量可以基于各种度量准则, 包括重要性类的数目、分类的精度、提供给用户的预定计算资源、输入图像 102 中的数量信息的大小或是这些活动测量的任意组合。在决定操作 506 中, 如果活动测量没有达到一个阈值级, 控制返回到分类操作 502。如果活动测量达到了该阈值级, 则输出重要性映像 312, 并结束变换。在图 4C 中, 给出了由小波包扩展变换产生的一个示例性的重要性映像 312。

返回到图 3, 根据重要性映像 310 或 312 所指示的, 网格松弛模块 308 使用一松弛算法在输入图像 102 的比较重要的区域中集中网格顶点, 并且在输入图像的较不重要的区域中分散网格顶点。例如, 图 4D 给出了具有

根据图 4C 的重要性映像的松弛网格的输入图像。如图 4D 中所示, 该松弛网格的顶点在包括较多细节的区域中是集中的, 并且在包含较少细节的区域中是分散的。

在本发明的一个实施例中, 使用拉普拉斯平滑过程, 以便在图像上均匀地分布信息, 根据重要性映像拉伸或收缩区域。尤其是, 网格松弛模块 308 通过最小化能量函数 (energy funtion) 对均匀网格进行松弛, 该能量函数为:

$$E_{\sigma}(v) = \sum_{e=(i,j)} \sigma(v_i) \sigma(v_j) |v_i - v_j|^2$$

这个松弛过程将顶点移动到新的位置, 从而由一条网格边 $e=(i,j)$ 连接的两个顶点 v_i 和 v_j 之间的距离 $|v_i - v_j|$ 与该边中点处的频率映像 σ 近似地成反比。松弛过程是一个连续的近似过程, 其中通过将一个位移添加到相应的当前位置 v_i^n 上, 确定顶点 v_i^{n+1} 的新位置。位移向量是利用下式计算的:

$$\delta_U(v)_i = \sum_{j \in i^*} u_{ij} (v_j - v_i) - \left\{ \sum_{j \in i^*} u_{ij} |v_i - v_j|^2 \right\} \frac{\nabla \sigma(v_i)}{2\sigma(v_i)}$$

其中 i^* 是通过一条网格边连接到 i 的网格顶点索引 (vertex index) 的集合, 并且

$$\begin{cases} u_i = \sum_{j \in i^*} \sigma(v_j) \\ u_{ij} = \sigma(v_j) / u_i \end{cases}$$

单元方块的四个角 (它们相应于该网格的四个顶点) 被约束为不能移动, 并且其它边界顶点被约束为仅能沿着它们的支撑直线边界段移动。结果是受约束的位移向量 $\delta(v^n)_i$, 它们随后被用于当前顶点位置,

$$v_i^{n+1} = v_i^n + \delta(v^n)_i \quad i=1, \dots, N$$

返回到图 3, 在网格松弛模块 308 中获得的松弛网格被图像扭曲器 316 用于对输入图像进行再采样, 由此生成扭曲后的图像 110。由图像扭曲器 316 执行的再采样处理包括使用松弛网格 (其位于输入图像域中) 查询扭曲后的图像 110 中的每个象素在输入图像 102 中的位置。所返回的位置被用于获取一个颜色强度, 然后该颜色强度被复制到扭曲后的图像 110 的开始位置。为扭曲后的图像 110 中的每个象素重复这些步骤, 如图 4E 中所示。

本发明在使用纹理映射的图形系统中是特别有益的。在这种系统中, 二维纹理图像与被用于涂绘三维模型的纹理坐标相关联。现代图形加速器一般能够使用所提供的纹理坐标自动地将纹理图像转换 (或纹理映射) 到模型上。

因此, 返回到图 3, 与输入图像 102 相关联的一组输入纹理坐标 318 也被图像扭曲器 316 以与对输入图像 102 相同的方式进行扭曲。特别是, 输入纹理坐标 318 中的每个坐标被扭曲到由松弛网格所规定的新的扭曲后的坐标。结果是相应于扭曲后的图像 110 的一组输出纹理坐标 320。

例如, 在图 6A-6F 中, 给出了说明本发明所构思的纹理映射系统的图像。纹理映射系统包括输入图像 102 和该输入图像域内的一组输入图像坐标 318。输入图像坐标 318 相应于三维模型 602 的坐标, 其中在该三维模型 602 上将涂绘该输入图像 102。因此, 输入图像 102 被映射到该模型 602 上, 生成涂绘的三维图像 604。如所提及的, 大多数现代的图形加速器被配置为当提供了输入图像 102 和输入纹理坐标 318 时, 自动地将纹理映射到三维模型 602 上。

在本发明的一个实施例中, 输入图像 102 和输入坐标 318 两者都根据松弛网格进行扭曲, 由此生成扭曲后的图像 110 和扭曲后的坐标 320。因为该些坐标是与该图像一道扭曲的, 所以当利用扭曲后的图像 110 和扭曲后的坐标 320 涂绘模型 602 时, 三维图像 604 上出现很少失真或没有出现失真。因此, 扭曲后的图像 110 被具有纹理映射功能的现代图形加速器自

动地“反扭曲”了。因此本发明可以被用于压缩图像，而同时通过利用现有的图形加速器技术反扭曲这些处理过的图像来保持它们的细节。

为了更好地说明本发明的优点，现在参考图 7A-7D 以及图 8A-8D。在图 7A-7D 中，在没有使用本发明所构思的优化处理的情况下，将一个图像纹理映射到三维模型。在图 8A-8D 中，在使用本发明所构思的优化处理的情况下，将一个图像纹理映射到该三维模型。图 7A 和 8A 给出了使用初始（未缩小的）图像的纹理映射。图 7B 和 8B 给出了将图像缩小到初始图像的 30% 之后的纹理映射。图 7C 和 8C 给出了将图像缩小到初始图像的 20% 之后的纹理映射。图 7D 和 8D 给出了将图像缩小到初始图像的 10% 之后的纹理映射。比较两组图，显然，没有优化的纹理更能明显看到象素化的矫作物，特别是在 30% 和 20% 的初始图像上。甚至在 10% 的初始大小上，优化的图像也保持了一些没有出现在未优化版本中高频细节。

在图 9A 中，给出了花园守护神（garden gnome）的纹理男像柱饰图像。该男像柱饰图像被用于对一个从各种角度观看的三维模型进行纹理映射。在图 9B 中，给出了根据本发明对初始男像柱饰图像进行了扭曲。初始男像柱饰图像和扭曲后的男像柱饰图像都被用于呈现图 9C 中所示的三维图像。然后在这两个已呈现的图像上以各种图像压缩因子执行图像失真分析，并且在图 9D 中将该分析结果用曲线图表示出来。横轴以初始图像的比例的形式表示再采样图像的尺寸。从右至左，纹理被逐渐收缩。纵轴表示对数标度上的误差。因此，在图 9D 中给出了在使用和不使用本发明的优化处理的情况下由再采样该图像所引入的误差。如图所示，除了很小（小于 10%）的收缩因子之外，对于基本上所有的图像大小而言，优化图像都产生了较小的误差。

为了说明和描述的目的已经给出了前面对本发明的描述。这并不意味着是穷举性的或者是限定到所公开的精确形式，而是根据以上的讲述可以进行其它修改和改变。例如，本发明可以使用可替代的消息序列选择最佳发送和接收节点。因此为了最好地解释本发明的原理及其实际应用而选择并说明了所公开的实施例，由此能够使本领域技术人员最好地在适于所构

思的特定用途的各种实施例和各种修改中使用本发明。所意欲的是，所附权利要求被解释为包括除了现有技术所限定的范围之外的、本发明其它可替换的实施例。

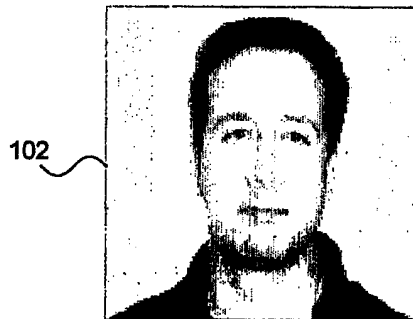


图 1A

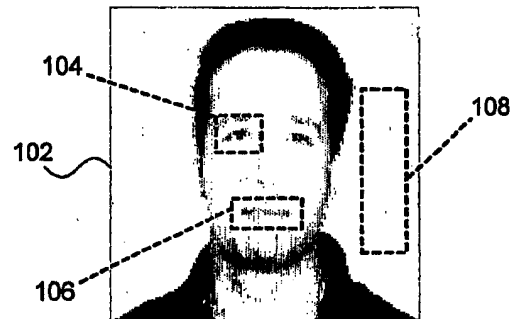


图 1B

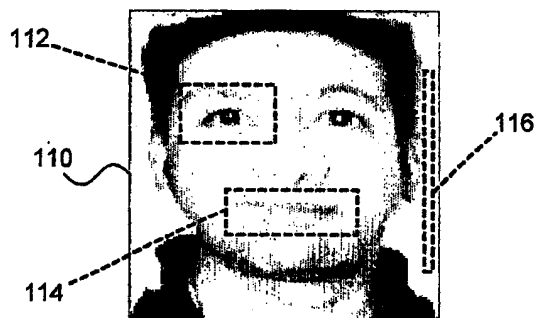


图 1C

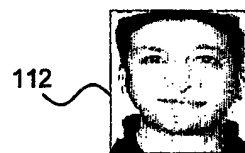


图 1D

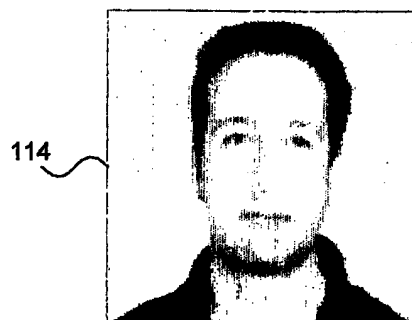


图 1E

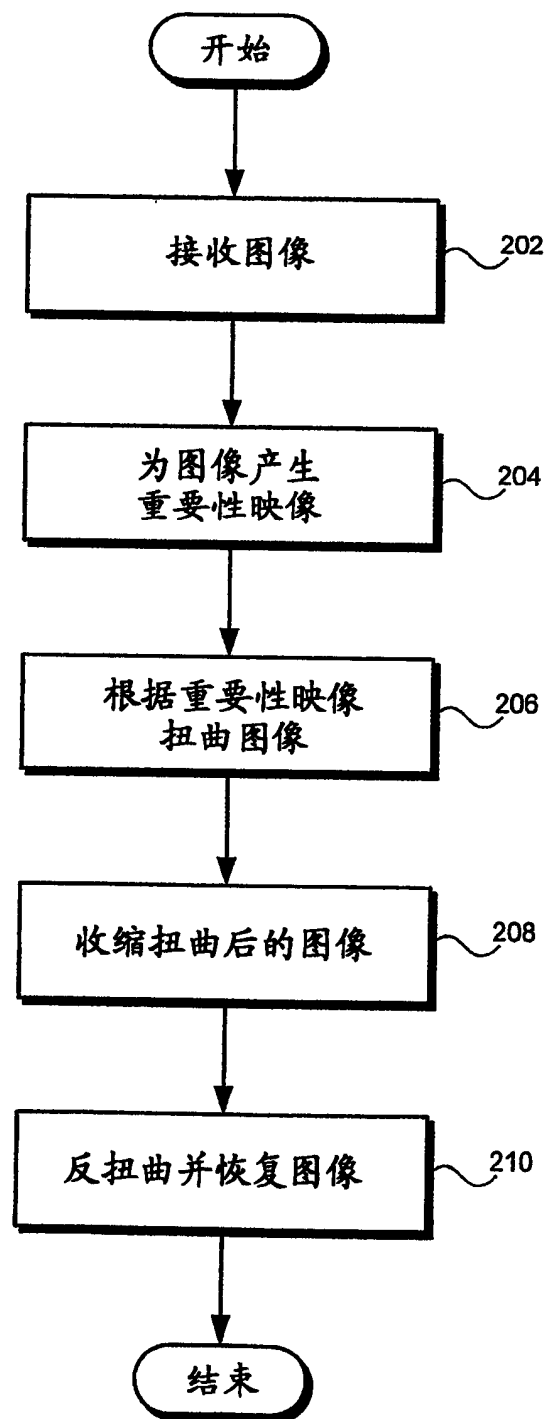


图 2

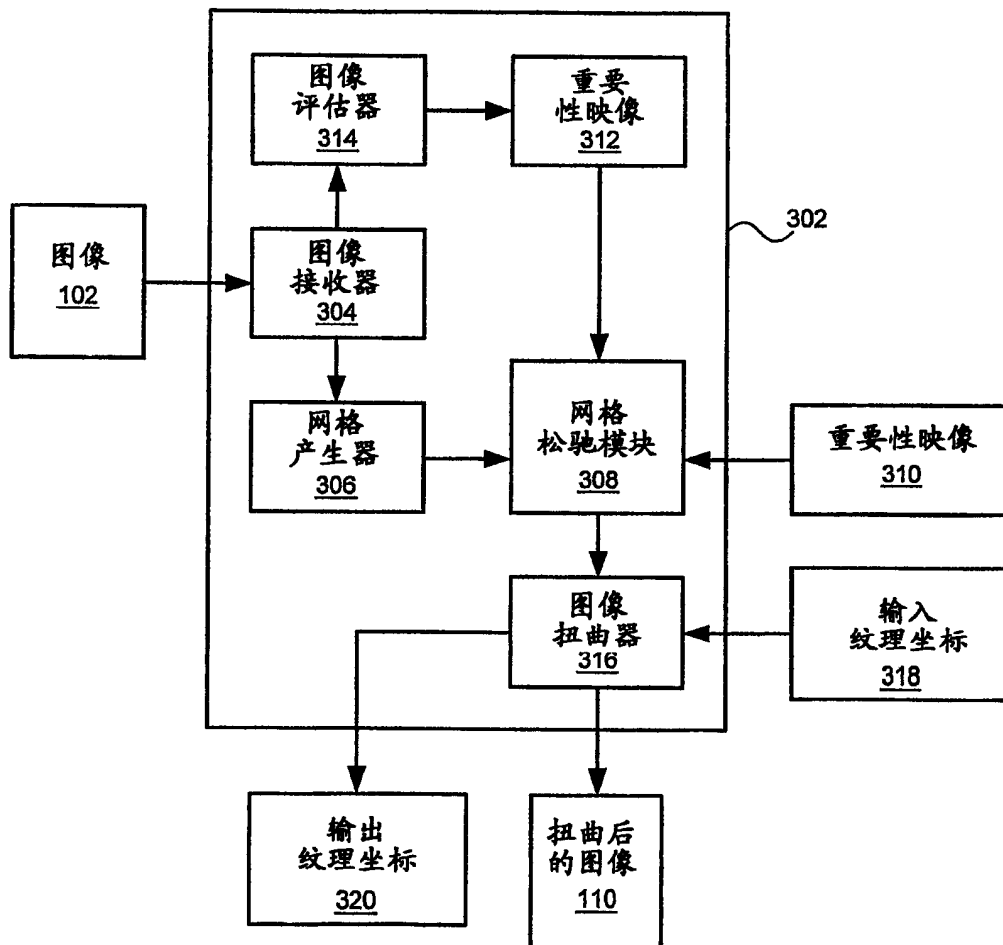


图 3

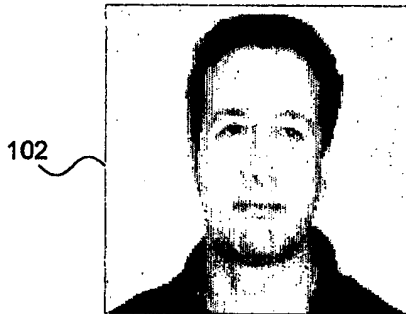


图 4A

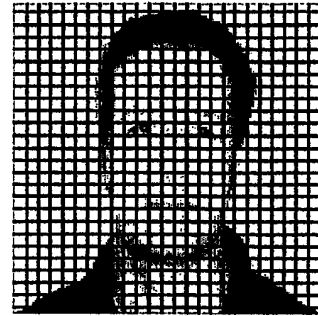


图 4B

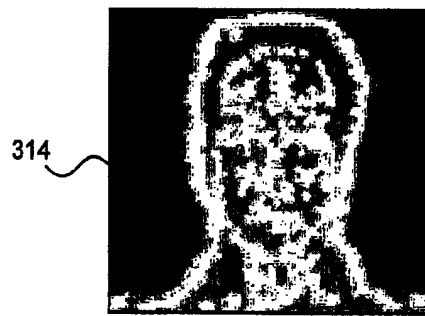


图 4C

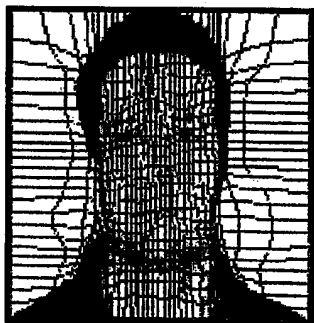


图 4D

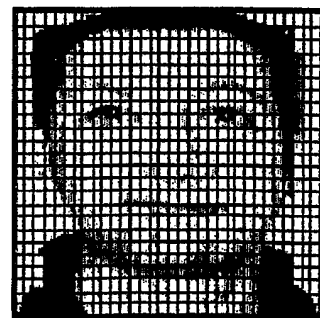


图 4E

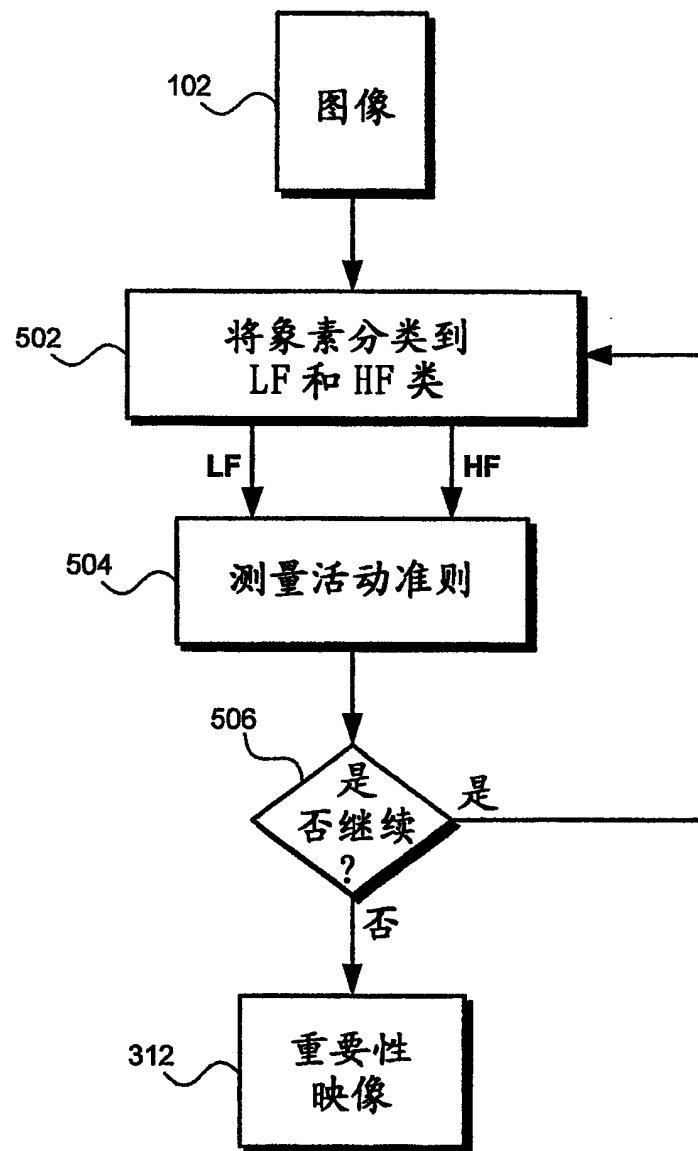


图 5

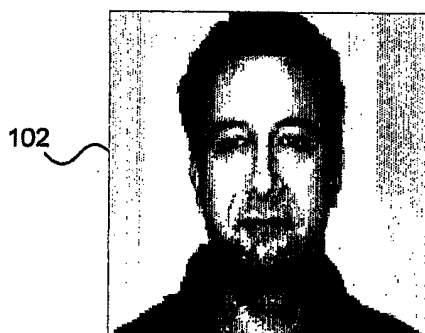


图 6A

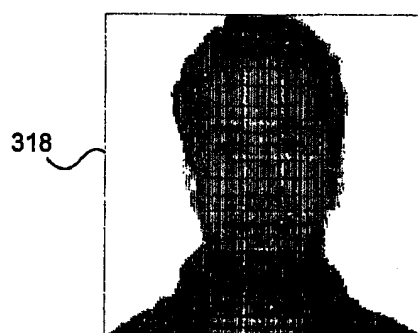


图 6B



图 6C

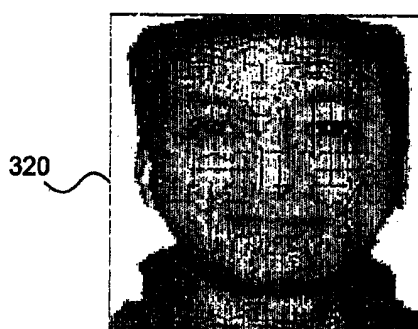


图 6D

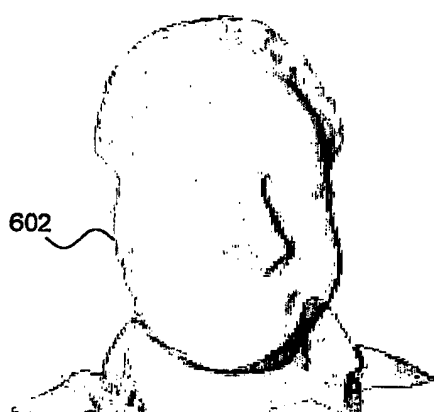


图 6E

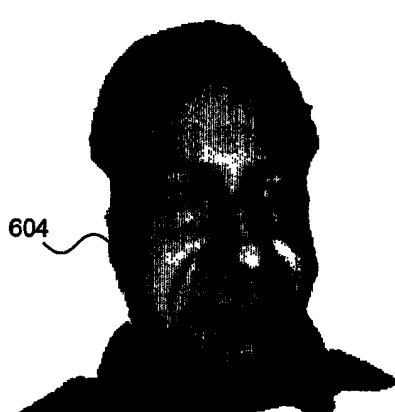


图 6F

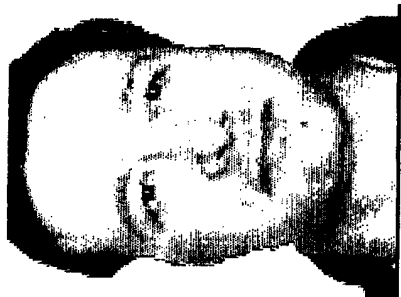


图 7A

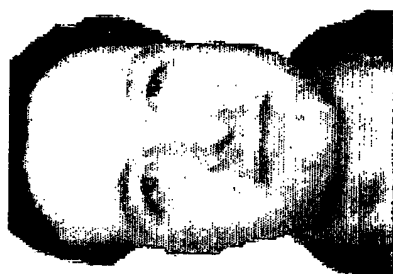


图 7B

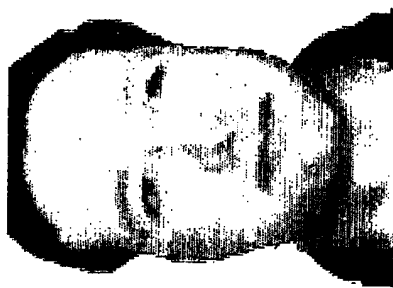


图 7C

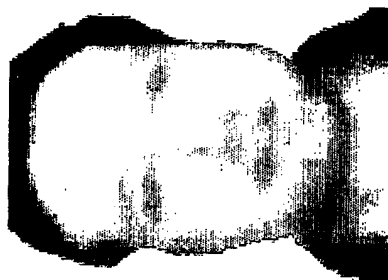


图 7D

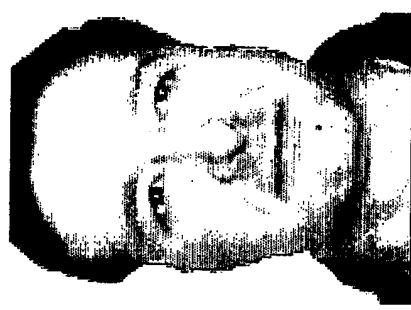


图 8A

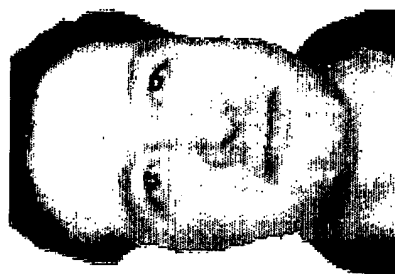


图 8B

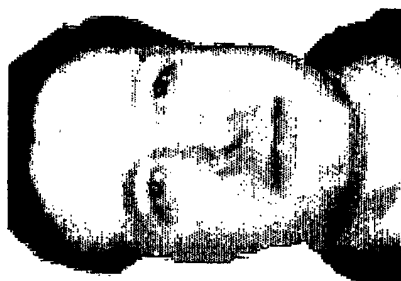


图 8C

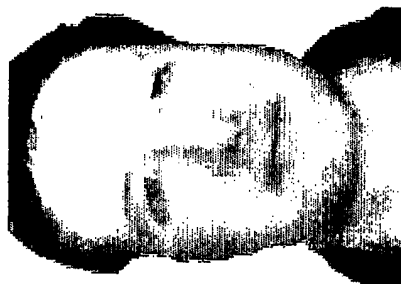


图 8D



图 9A



图 9B



图 9C

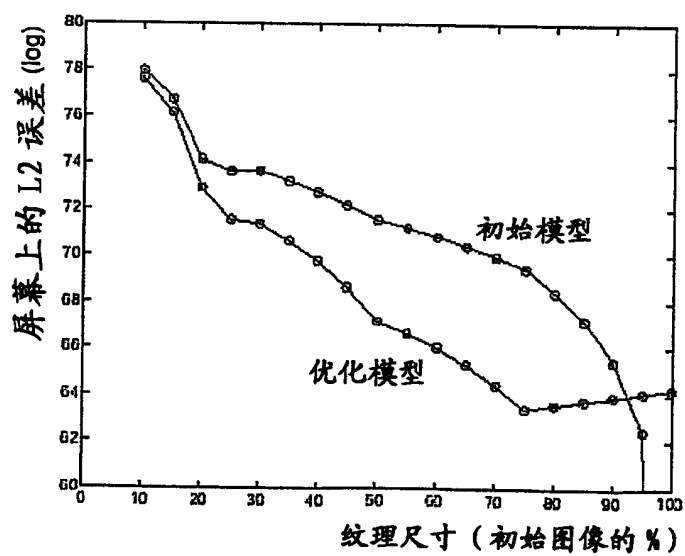


图 9D