

中图法分类号: TP391.41 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2014)04-0512-08

论文引用格式: 周漾, 郑顺义, 黄荣永, 马电. 面泊松融合结合色彩变换的无缝纹理辐射处理[J]. 中国图象图形学报, 2014, 19(4): 512-519.
 [DOI:10.11834/jig.20140403]

面泊松融合结合色彩变换的无缝纹理辐射处理

周漾, 郑顺义, 黄荣永, 马电

武汉大学遥感信息工程学院, 武汉 430079

摘要: **目的** 消除3维模型纹理接缝上的辐射差异, 实现接缝处色彩的自然、连续的过渡。**方法** 本文在标准的泊松融合(Poisson blending)基础上, 结合色彩变换技术(color transfer), 提出了一种新的以面为基元的泊松融合无缝纹理辐射处理方法。首先以影像上的纹理三角形为处理单元, 以色彩变换参数为未知数, 根据模型的三角网边邻接拓扑关系建立泊松方程组, 然后全局最小二乘解求局部色彩变换参数, 最后进行全局最优解下的局部色彩变换。**结果** 既保证了色彩的均匀过渡, 又能更好地改正影像间的整体色差。**结论** 相比使用标准的像素级泊松融合方法进行无缝纹理处理, 本文方法拥有计算上的优势, 更适用于复杂模型的处理, 且有更好的整体色差改正与过渡效果。理论分析和大量实验表明了本文方法的优越性。

关键词: 纹理映射; 无缝纹理; 辐射处理; 泊松融合; 色彩变换

Face-wise Poisson blending with color transfer in seamless texturing

Zhou Yang, Zheng Shunyi, Huang Rongyong, Ma Dian

School of Remote Sensing & Information Engineering, Wuhan University, Wuhan 430079, China

Abstract: **Objective** Removing photometric discrepancy on seam-lines of 3D model textures, and achieve natural and continuous color transition across the texture seam-lines. **Method** We propose a new photometric processing method of face-wise Poisson blending, which is based on the standard Poisson image editing approach combined with color transfer techniques. First, we regard the texture triangle on images as the processing unit, and the color transfer parameters as the unknowns; then the Poisson equations set is constructed according to the edge adjacent topology on the triangular mesh; after that, the color transfer parameters are resolved using global least square; at last, color correction is locally performed with the global solution. **Result** Our method assures the smooth and continuous color transition besides the seams and simultaneously removal of the global color difference between images more effectively. **Conclusion** Compared with standard pixel-wise Poisson blending method, our procedure has the advantages in computing and implementation, which is more appropriate for seamless texture processing on complicated models. Even more, our approach has a better effect in global color difference correction and transition. Theoretical analysis and experiments prove the superiority of our method.

Key words: texture mapping; seamless texture; photometric processing; Poisson blending; color transfer;

0 引言

当前,带高分辨率真实感纹理的3维模型已成

为许多领域的应用需求,例如数字文物、虚拟博物馆、电子商务、动画制作等。其中,如何从多幅不同视角的已知参数的影像,为3维模型生成无缝过渡的纹理是当前的难点之一。

收稿日期:2013-08-14;修回日期:2013-11-05

基金项目:武汉市科技攻关计划项目(2013060501010149);国家自然科学基金项目(41171357,41071293)

第一作者简介:周漾(1986—),男,武汉大学遥感信息工程学院摄影测量与遥感专业在读博士研究生,主要研究方向为近景摄影测量、计算机视觉、3维重建、纹理映射等。E-mail:zhouyang@whu.edu.cn

纹理接缝的产生源自不同影像间的差异, 这种差异可以归结为两种因素: 一是几何因素, 包括几何模型误差、配准和标定残差以及成像的中心投影畸变等, 它引起的接缝主要表现为错位; 二是辐射因素, 主要指由于影像拍摄过程中光照条件、相机感光、拍摄角度的变化等引起的色彩上的差异, 这个因素引起的接缝主要表现为亮度和色彩差异。

无缝纹理常用的生成方法是将3维模型直接展开(简单模型)或分块(复杂模型)映射到不同的参数平面, 然后在参数平面上按照一定的权函数对各原始影像上的同名像点进行融合(blending)^[1-2]。这类方法的优点是能综合多幅原始影像的色彩信息, 缺点是没有顾及纹理接缝中的几何因素的影响: 当影像间存在较大的几何误差时, 容易产生模糊和重影(blurring and ghosting)问题。为避免这个问题, Lempitsky 等人^[3]提出以原始影像像平面为映射平面, 单个三角形的纹理完全取单幅可见影像上的对应区域。此时, 当相邻两个三角形的纹理取自不同影像时, 它们公共边上将形成纹理接缝, 因此对于整个模型而言, 不同的纹理选择方案将产生不同的接缝。为了优化接缝线, Lempitsky 等人^[3]将该问题视为一个标准马尔可夫随机场问题(Markov random field problem)进行优化求解。接缝线经优化后能很大程度上避开因几何因素引起的纹理错位等较大误差。为了进一步消除残留的几何错位, Gal 等人^[4]在 Lempitsky 等人^[3]的方法上引入三角形纹理坐标的局部平移, 优化纹理接缝的同时能改正局部纹理错位, 因而取得了更好的效果。

消除了几何因素的影响后, 针对辐射因素还需进行接缝线的色彩过渡处理, 从而实现真正的无缝纹理效果。为此, Allene 等人^[5]在接缝优化后, 使用多波段融合方法^[6]沿接缝线进行色彩融合, 而 Gal 等人^[4]则使用标准的泊松融合(Poisson blending)^[7]方法。这两种方法都是影像拼接中是接缝色彩融合的经典方法之一, 其辐射处理效果类似, 相对而言, 泊松融合的优点是不需要大范围的重叠区域, 适用性更广^[7]。但本文认为在3维模型的无缝纹理中, Gal 等人^[4]直接应用标准泊松融合方法仍然存在缺点。这是因为标准的泊松融合是像素级(pixel-wise)处理, 在2维影像拼接中, 由于所有影像都被映射(重采样)到同一参数面(如平面、柱面或球面)^[8], 拼接线是整像素且唯一的, 因此像素级泊松融合完全适用。而3维模型的纹理往往是分块映射

到不同的平面, 模型上同一拼接线在不同平面上有不同的参数化表达, 因此像素级处理存在计算量大、受取整误差影响大的缺点。为克服这些缺点, 在泊松融合的基础上, 结合局部色彩变换, 提出了一种新的以面为单位的(face-wise)的泊松融合方法。

假设已有目标的3维几何模型(三角网模型)和多幅相关影像(已完成影像与模型间的配准), 对于这些影像, 将不设任何光照条件或拍摄要求。目的是在使用 Gal 等^[4]的方法完成纹理接缝优化后, 进一步消除接缝两边的辐射差异, 实现接缝处色彩的自然、连续的过渡, 生成没有可见接缝的影像真实感纹理模型。

1 方法基础

1.1 泊松融合

泊松融合又叫泊松影像编辑, 由 Pérez 等人^[7]提出, 主要用于2维影像拼接和编辑^[7]、3维模型纹理的无缝处理^[4,9]、遥感影像融合^[10]等, 其实质为在某个梯度向量场引导下的影像插值(guided interpolation)。基本原理如下:

设2维影像平面 $S(S \in \mathbf{R}^2)$ 上有一闭合子区域 Ω , 其边界为 $\partial\Omega$, V 为定义在 Ω 上的梯度向量场, f 为定义在 S 上的标量函数, 已知 f 在 $\partial\Omega$ 上的取值为 f^* , 则 f 在 Ω 内取 V 引导下的插值函数, 即求解极值问题

$$\min_f \iint_{\Omega} |\nabla f - V|^2 \quad f|_{\partial\Omega} = f^*|_{\partial\Omega} \quad (1)$$

式中, ∇f 为 f 的梯度。因为该问题的解构成泊松方程, 所以该方法被称为泊松融合, 即

$$\Delta f = \operatorname{div} V, \quad f|_{\partial\Omega} = f^*|_{\partial\Omega} \quad (2)$$

式中, Δ 为拉普拉斯算子, div 为散度算子, $f|_{\partial\Omega} = f^*|_{\partial\Omega}$ 为狄利克雷边界条件。

对于数字影像, 式(1)的离散化形式为

$$\min_f \sum_{\langle p, q \rangle \cap \Omega \neq \emptyset} (f_p - f_q - v_{pq})^2 \quad (3)$$

式中, $\langle p, q \rangle$ 为一对4连通相邻像素点, f_p, f_q 分别为 f 在像素点 p 和 q 上的取值(例如灰度或色彩), v_{pq} 为向量场 V 中由 p 到 q 的向量, 边界条件变为 $\forall p \in \partial\Omega: f_p = f_q^*$ (f_q^* 为 f^* 在像素点 q 上的取值)。

1.2 色彩变换

色彩变换最初由 Reinhard 等人^[11]提出, 其原理是在 LAB 色彩空间将源影像的均值和方差变换为目

标影像的均值和方差,使得两幅影像表现出相似的整体特征。Xiao 等人^[12]证明在 rgb 空间的变换具有同样的效果。Tai 等人^[13]对其进行了改进,首先将影像分割为不同的概率区域,然后对每个区域进行统计并以分割概率为权进行变换,将此方法称之为局部色彩变换(local color transfer),并将 Reinhard 等人^[11]的方法称之为全局色彩变换(global color transfer)。

色彩变换基本原理如下:设源影像 I 的灰度(在 rgb、lab 空间则为各通道分量的值)均值和标准差分别为 μ 、 σ ,目标影像 I^* 的灰度均值和标准差分别为 μ^* 、 σ^* ,则从影像 I 到目标影像 I^* 的色彩变换为

$$f(p) = \frac{\sigma^*}{\sigma} [g(p) - \mu] + \mu^*, \forall p \in I \quad (4)$$

式中, $g(p)$ 为影像 I 变换前像点 p 处的灰度, $f(p)$ 为变换后的灰度值。源影像 I 经过色彩变换,将与目标影像 I^* 有相同的均值和方差。从视觉感受上说,影像的均值代表了影像的整体亮度,而标准差则反映了影像的内容差异^[14],因此色彩变换后两幅影像将表现出相似的整体特性^[11,14]。色彩变换在影像拼接^[15]、无缝纹理^[16]中都有广泛的应用。

2 本文方法

在本文方法中,将单个三角形在纹理影像上对应的区域视为“局部”,对其进行色彩变换,因此每个三角形都有两个未知数:目标均值和目标标准差。然后根据三角网边邻接拓扑关系,将整个三角网对应的纹理区域联系起来,建立泊松方程组,并在最小二乘原则下同时求解所有变换参数,因此最终的色彩变换是全局最优下的局部色彩变换。

设输入数据为 1 个 3 维模型 M (包含 m 个三角形)和 n 幅已知内外方位元素(即已完成配准)的相关纹理影像,记 $\phi_k(x): \mathbf{R}^3 \rightarrow \mathbf{R}^2$ 为第 k 幅影像物方到像方的映射。经过最优接缝计算,每个三角形都完成了最佳纹理影像选择及其相应的纹理坐标计算,即每个三角形都有一个唯一的纹理三角形,为方便叙述,记三角形 $T_i (i \in [1, m])$ 的最佳纹理片为影像 $I_i (I_i \in [1, n])$, $t_i = \phi_{I_i}(T_i)$ 为 T_i 在影像 I_i 上对应的纹理三角形,记 μ_{t_i} 、 σ_{t_i} 分别为 t_i 内的像素灰度均值和标准差(彩色影像则统计各

通道分量)。

本文辐射处理方法分为两步,1)列方程求解变换参数,即求解 t_i 色彩变换的目标均值和标准差($\mu_{t_i}^*$ 和 $\sigma_{t_i}^*$);2)逐纹理三角形的色彩变换。目标均值与目标标准差的计算分别独立进行,过程类似,以目标均值 $\mu_{t_i}^*$ 为例,详细阐述其求解过程:

在第 k 幅影像像平面上,记集合 $\Omega_k = \{t_i | I_i = k, i \in [1, m]\}$,即所有纹理取自该影像的三角形对应的纹理区域集合,在 Ω_k 内定义梯度场 V^μ ,其表达式为

$$v_{ij}^\mu = \mu_{t_i} - \mu_{t_j} \quad (5)$$

$$t_i \in \Omega_k, t_j \in N(t_i) \cap \Omega_k$$

式中, $N(t_i)$ 为 t_i 的边邻接三角形。由于 Ω_k 内所有纹理三角形位于同一幅影像上,它们之间的色彩本身就是连续的,因此其目标均值应保持这种连续性,即

$$\mu_{t_i}^* - \mu_{t_j}^* = v_{ij}^\mu \quad (6)$$

$$t_i \in \Omega_k, t_j \in N(t_i) \cap \Omega_k$$

由于一个三角形至多邻接 3 个三角形,因此式(6)需求最小二乘解

$$\min \sum e_{ij}^{\mu^2} = \min \sum [(\mu_{t_i}^* - \mu_{t_j}^*) - v_{ij}^\mu]^2 \quad (7)$$

$$t_i \in \Omega_k, t_j \in N(t_i) \cap \Omega_k$$

另一方面,在 Ω_k 集合的边界上,必然存在边邻接三角形不属于 Ω_k 的情况。定义 t_i 为 Ω_k 的边界三角形,当且仅当 $t_i \in \Omega_k, t_j \in N(t_i)$,且 $t_j \notin \Omega_k$ 。此时 $I_i = k, I_j \neq k$,三角形 T_j 的纹理取自另一幅影像,相邻三角形 T_i 与 T_j 的纹理在像空间上断裂。为保证它们之间的色彩连续性,令

$$\begin{cases} \mu_{t_i}^* = (\mu_{t_i} + \mu_{\phi_{I_j}(T_j)})/2 \\ \mu_{t_j}^* = (\mu_{t_j} + \mu_{\phi_{I_i}(T_i)})/2 \end{cases} \quad (8)$$

$$t_i \in \Omega_k, t_j \in N(t_i), \text{且 } t_j \notin \Omega_k$$

如图 1 所示,式(8)的含义是: t_i 与 $\phi_{I_i}(T_j)$ (T_j 在影像 I_i 上的投影), t_j 与 $\phi_{I_j}(T_i)$ (T_i 在影像 I_j 上的投影)分别为同一影像上的连续区域,因此采用取平均的方式能保证 T_i 与 T_j 纹理的色彩连续性。

实际中,为避免求 $\phi_{I_i}(T_j)$ 与 $\phi_{I_j}(T_i)$,因为它们有可能被遮挡或超出影像范围,进行如下近似: $\phi_{I_i}T_j \approx \mu_{t_i}, \phi_{I_j}T_i \approx \mu_{t_j}$,因此式(8)重写为

$$\mu_{t_i}^* = \mu_{t_j}^* = \frac{\mu_{t_i} + \mu_{t_j}}{2} \quad (9)$$

$$t_i \in \Omega_k, t_j \in N(t_i), \text{且 } t_j \notin \Omega_k$$

综合式(7)与式(9),对于第 k 幅影像,有如下

带边界条件的极值问题

$$\begin{cases} \min \sum_{i_i \in \Omega_k, i_j \in N(i_i) \cap \Omega_k} [(\mu_{i_i}^* - \mu_{i_j}^*) - v_{ij}^\mu]^2 \\ \mu_{i_i}^* |_{i_i \in \Omega_k, i_j \in N(i_i), \text{且 } i_j \in \Omega_k} = \frac{\mu_{i_i} + \mu_{i_j}}{2} \end{cases} \quad (10)$$

对照式(3),式(10)的解构成带狄利克雷边界条件的泊松方程。在实际求解中,令 $\mu_{i_i}^* = \mu_{i_i} + \delta_i$,将式(10)转化为线性方程组,使用高斯-塞德尔迭代方法可以快速解得未知数 δ_i ,从而求得每个纹理三角形的目标均值。

目标标准差的求解与目标均值的求解方式完全相同(彩色影像还需分通道进行)。在求得了目标均值与标准差后,便能逐三角形进行局部色彩变换。

综上,本文接缝色彩过渡方法的核心步骤是以纹理三角形为处理基元,以三角网的边邻接关系为拓扑的面级别泊松融合。

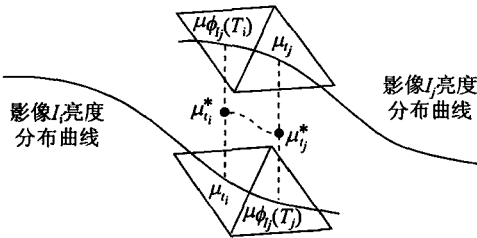


图1 采用取平均的方法保证色彩连续性
Fig. 1 The average strategy is adopted for assuring color continuity

3 实验比较

为了验证本文方法,进行大量的模拟数据和真实数据对比实验:

1)表1是4组实验数据介绍与计算时间对比(硬件环境为CPU-酷睿i5 双核2.5 GHz,内存2 G)。从表1中可以看到本文方法比Gal等人^[4]使用的标准泊松融合方法计算时间要少,说明了本文方法具有计算上的优势。其原因如下:由于标准泊松融合为像素级处理,为构建泊松融合边界条件,根据Gal等人^[4]的描述,首先要在影像上确定出一个像素宽的边界,然后计算这些边界像素在相邻纹理影像上的同名点,最后采用取平均的方式来保证色彩连续性。但是与2维影像拼接不同,3维模型上同一条接缝线在不同影像上是完全不同的两条线,其像素间没有一一对应关系。因此,要准确地确定边界像素在另一幅影像上的同名点,就要进行从2维像点求其对应的3维点,再由3维点投影到影像上内插2维像点的计算。而在本文方法中,如式(10)所示,直接通过模型上的三角网边邻接关系就能确定泊松方程边界条件,因而避免了大量的2D—3D之间的转换计算。另外,由于影像分辨率通常更高,以三角形为基元的泊松方程组,其未知数个数与方程数量都远少于像素级处理,因此,本文方法最终计算优势明显。

表1 标准泊松融合与本文方法计算时间对比

Table 1 The contrast on computing time between standard Poisson blending method and ours

数据	源影像数量	源影像分辨率	几何模型三角形数	标准泊松融合方法/s	本文方法/s
花坛	8	1 280 × 1 024	130 000	29.2	11.4
玩偶	8	1 280 × 1 024	200 000	18.4	13.5
Blue Love	8	1 280 × 1 024	100 000	35.1	10.3
英姿菩萨头像	23	4 288 × 2 848	400 000	239.7	69.4

2)本文方法受边界像素取整误差影响小,对于复杂模型上的尖锐拐角和遮挡严重的区域,本文方法接缝处理效果更好。这是由于在确定接缝线对应的边界像素时必然存在像素取整误差,当几何模型较简单、模型表面光滑时,由取整误差带来的几何误差相对较小,从而色彩差异也不会太大。然而当几何模型存在严重的自遮挡与尖锐拐角时,取整误差将带来较大的几何误差,此时很可

能导致构成错误的泊松融合边界条件,从而影响算法效果。

图2与图3展示了花坛数据和玩偶数据结果,从图2和图3中可以看到,不做色彩过渡处理纹理接缝线明显。而标准泊松方法与本文方法均能取得较好的效果。由于这两个模型相对简单,表面光滑,尤其是花坛数据,几乎不存在尖锐拐角和自遮挡现象,因此两种方法效果几乎没有差别。但是玩偶数

据由于在鼻梁、脸颊八字纹等处存在尖锐拐角,因此本文方法效果将更好(如图4的细节放大对比所示)。图5是Blue Love数据结果,从图5(a)可知,Blue Love模型更加复杂,其帽檐不但是尖锐拐角,而且会对底部产生遮挡。从图5(b)(c)(d)可以看到,本文方法的效果几乎不受影响,而标准泊松融合效果明显受到影响,进一步说明了本文方法在复杂

模型处理上的优势。

3) 本文方法将形成更大、更均匀的色彩过渡区域,可以更好地从整体上消除色差。为了更好地理解泊松融合,在式(3)中,设 $f_p = g_p + \delta f_p$, 则式(3)变成

$$\min_{f|_{\Omega}} \sum_{\langle p, q \rangle \cap \Omega \neq \emptyset} (\delta f_p - \delta f_q)^2 \quad (11)$$



图2 陶瓷花坛数据结果

Fig. 2 The results of a figurine vase

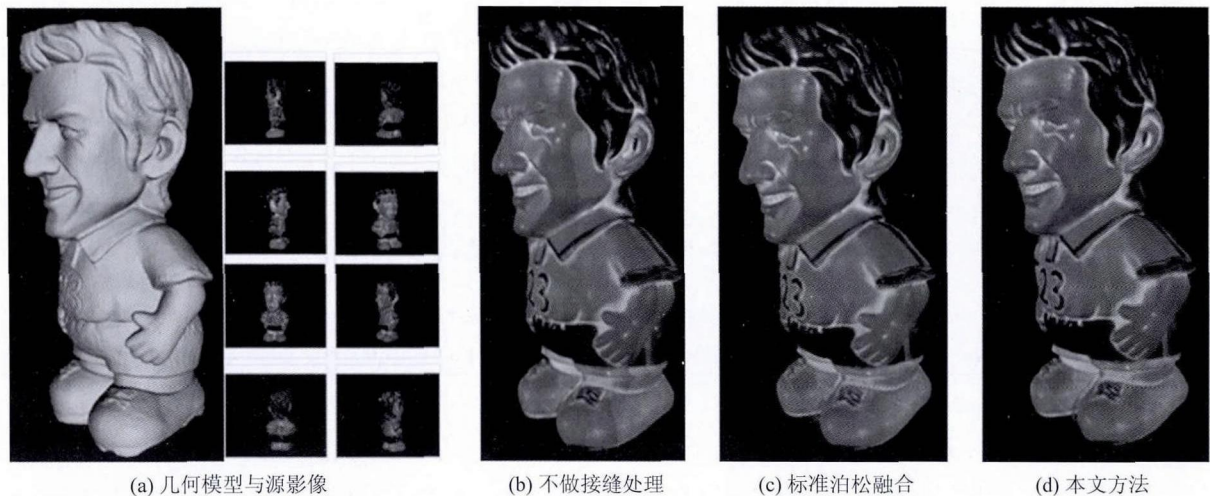


图3 玩偶数据结果

Fig. 3 The results of a player doll

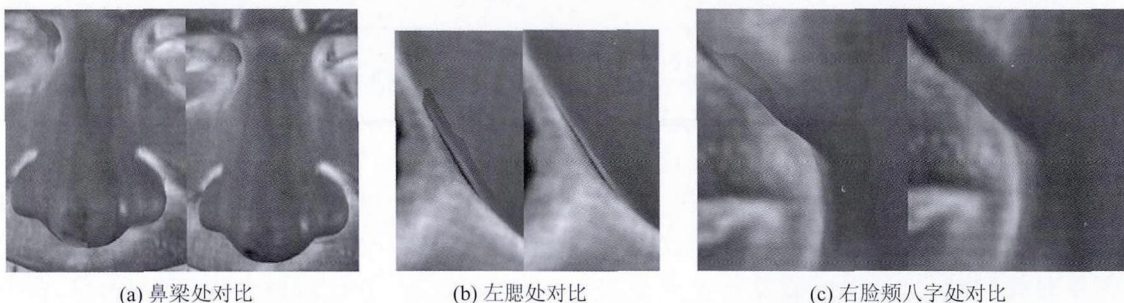


图4 玩偶模型结果细节放大对比图(左侧为标准泊松融合,右侧为本文方法)

Fig. 4 The zoomed-in details of the player doll(left: standard Poisson blending method; right: Our method)

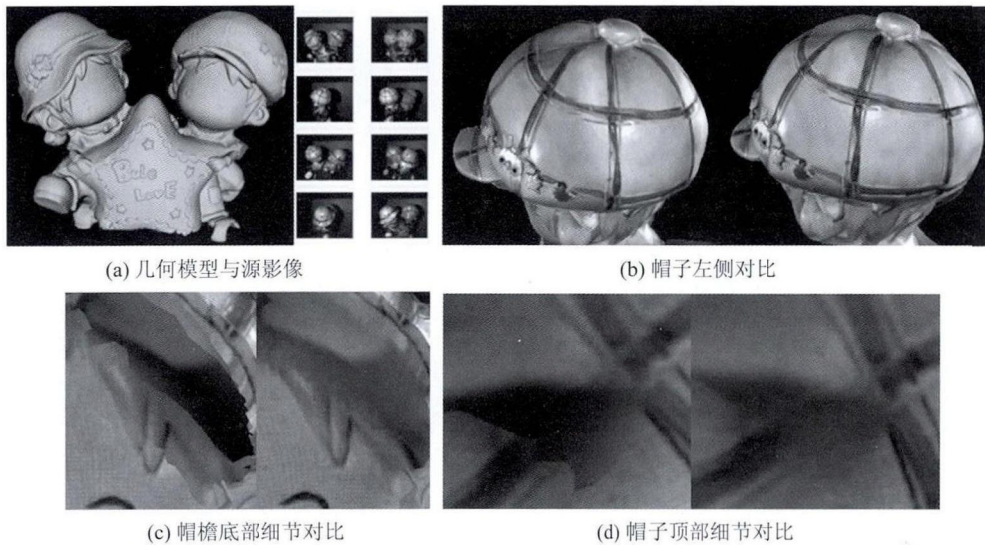


图5 Blue Love 数据结果对比图(左为标准泊松融合方法结果,右为本文方法结果)

Fig. 5 The results of Blue Love(left: standard Poisson blending method; right: our method)

式中, $\forall p \in \delta\Omega: \delta f_p = f_p^* - g_p$ 。式(11)的解满足拉普拉斯方程

$$\begin{aligned} \Delta(\delta f) &= 0 \\ \delta f|_{\partial\Omega} &= (f^* - g)|_{\partial\Omega} \end{aligned} \quad (12)$$

因此,泊松融合可以理解为将边界上的差异薄膜插值(Membrane Interpolation)给区域内的每个像素点^[7]。相比而言,本文方法以三角形为处理单元,未知数更少,因而边界上的差异能更广泛地分布给每个纹理三角形,而一个三角形覆盖多个像素,因而色彩差异能更均匀的分布到每个像素上,这类似于 Uyttendaele 等人^[17]提出的基于块(block-based)的色彩调整方法。且本文引入的色彩变换,除了调整均值外,还调整了标准差,相比标准泊松融合直接修改像素灰度在理论上能得到更好的色彩改正效果。为了实验证明这一优点,进行3组对

比实验:

第1组是图6展示的麦积山英姿菩萨头像的纹理结果。由于该雕塑材质为石膏,因此其表面色彩单一,从图6(b)可以看到,在佛像脸部,标准泊松融合方法结果仅取得了纹理接缝的模糊过渡效果,而如图6(c)所示,本文方法能更好地从整体上取得连续、均匀的过渡效果。

第2组是模拟实验对比。将影像按顺序编辑成黑白相间的纯色影像,此时可以认为是相邻影像的光照差别达到极端情况,即一个全部过曝,一个完全为黑。图7所示是花坛、玩偶和 Blue Love 用于模拟实验的结果截图。从对比结果可以明显看到,本文方法的结果(对比中的右图)其辐射过渡区域更大,过渡更均匀,因此这也可以认为本文方法处理光照变化强烈的影像能力更强。

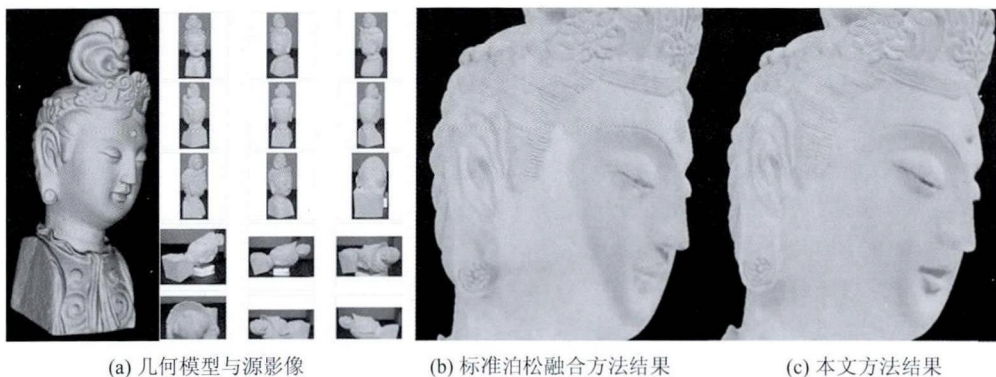
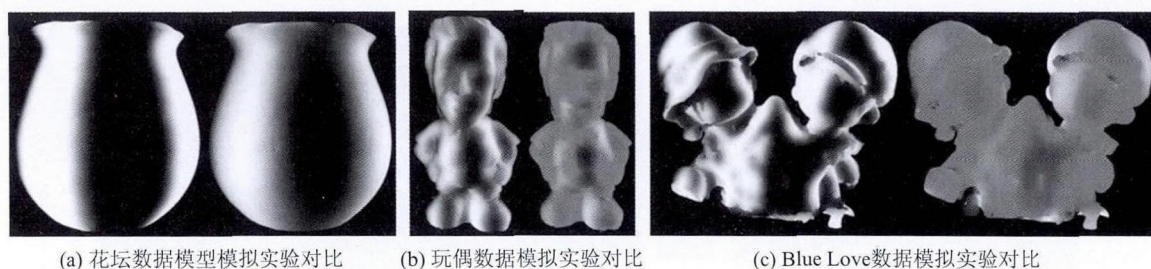


图6 麦积山英姿菩萨头像数据

Fig. 6 The results of YING-ZI Bodhisattva in the Majishan Grotto



(a) 花坛数据模型模拟实验对比

(b) 玩偶数据模拟实验对比

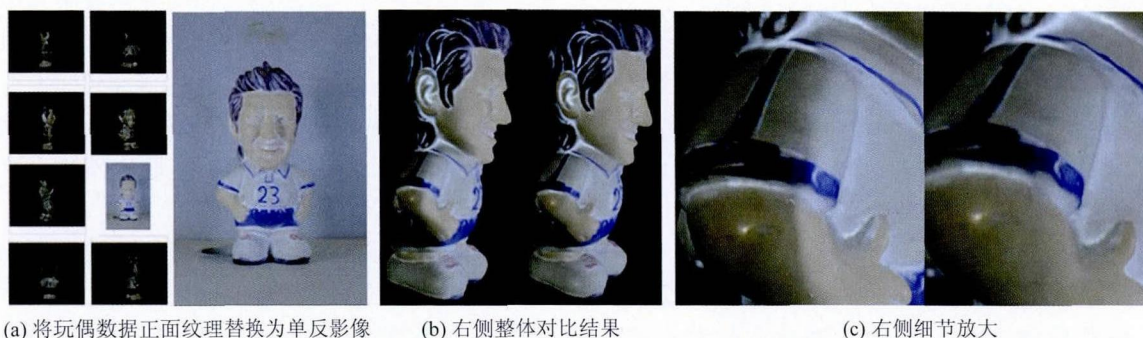
(c) Blue Love数据模拟实验对比

图7 模拟极端情况(黑白相间影像)结果对比(左为标准泊松融合,右为本文方法)

Fig. 7 The results of simulated rest(left: standard Poisson blending method; right: our method)

第3组是混合纹理实验。为进一步说明本文方法在色彩变换上的优势,将玩偶数据的正面纹理影像更换为一幅高清单反数码相机获取的影像,如图8(a)所示,进行混合纹理实验。从图8(a)可以看到,高清影像的色彩和分辨率与其他低分辨率影像差异巨大。从结果对比图8(b)及局部放大对比图8(c)来看,本文方法(对比中的右图)显然能更大范围的消除色彩差异,其过渡和色彩变换效果更好。

最后,本文还进行了室外场景和3维数字城市等大型场景的无缝纹理实验。图9是大足石窟千手观音3维重建结果截图,其几何模型由地面激光扫描仪获取,纹理来自单反相机拍摄的144幅影像(分辨率 $4\,828 \times 2\,848$)。图10展示了某城市局部地区3维重建结果,其几何模型由人工测得,纹理影像来自5幅数字航空影像(分辨率 $7\,312 \times 5\,474$)。这两个数据的数据量相对一般的室内近景场景都大得多,



(a) 将玩偶数据正面纹理替换为单反影像

(b) 右侧整体对比结果

(c) 右侧细节放大

图8 玩偶数据不同相机混合纹理实验(左为标准泊松融合,右为本文方法)

Fig. 8 The results of mixed texture test(left: standard Poisson blending method; right: our method)

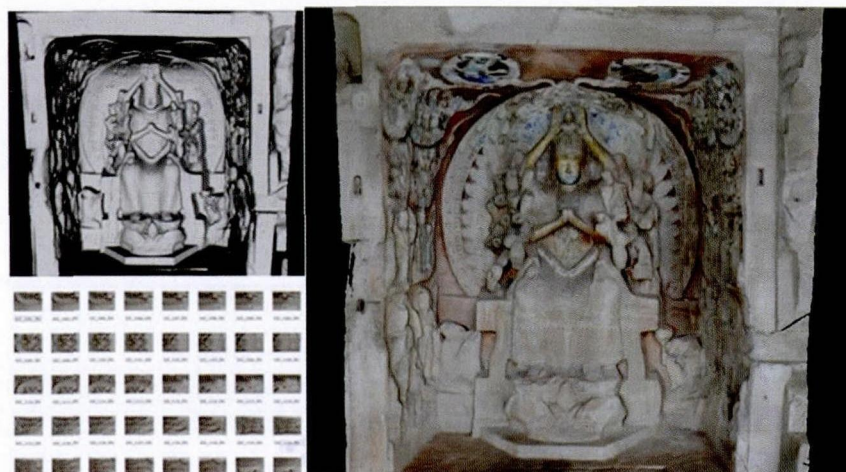


图9 大足千手观音数字洞窟无缝纹理实验

Fig. 9 The results of QIAN-SHOU-GUAN-YIN in the Dazu Grotto

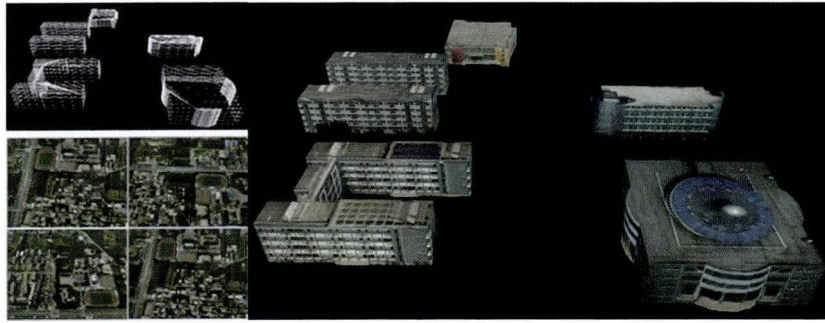


图10 某地区3维数字城市无缝纹理实验

Fig. 10 The results of seamless texture mapping for 3D digital city

且光照都来自室外自然光,使用本文方法都得到了较好的结果,验证了本文方法对于室外场景的适用性。

4 结 论

本文在标准泊松融合的基础上,结合色彩变换,提出了一种新的3维模型纹理接缝色彩过渡处理方法。理论分析和实验对比都证明了本文方法相比标准的像素级泊松融合,更适合于3维模型的无缝纹理处理,尤其是在影像整体色彩差异较大、模型表面复杂的情况下,本文方法能获得更好的效果。

参考文献 (References)

- [1] Callieri M, Cignoni P, Corsini M, et al. Masked photo blending: mapping dense photographic data set on high-resolution sampled 3D models[J]. Computers & Graphics, 2008, 32(4): 464-473.
- [2] Goldluecke B, Cremers D. Superresolution texture maps for multi-view reconstruction[C]// Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Computer Vision. Piscataway, NJ: IEEE, 2009: 1677-1684.
- [3] Lempitsky V, Ivanov D. Seamless mosaicing of image-based texture maps[C]// Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Piscataway, NJ: IEEE, 2007: 1-6.
- [4] Gal R, Wexler Y, Ofek E, et al. Seamless montage for texturing models[J]. Computer Graphics Forum, 2010, 29(2): 479-486.
- [5] Allene C, Pons J P, Keriven R. Seamless image-based texture atlases using multi-band blending[C]// Proceedings of 19th International Conference on Pattern Recognition. Piscataway, NJ: IEEE, 2008: 1-4.
- [6] Burt P J, Adelson E H. A multiresolution spline with application to image mosaics[J]. ACM Transactions on Graphics, 1983, 2(4): 217-236.
- [7] Pérez P, Gangnet M, Blake A. Poisson image editing[J]. ACM Transactions on Graphics, 2003, 22(3): 313-318.
- [8] Szeliski R. Image alignment and stitching: a tutorial[J]. Foundations and Trends® in Computer Graphics and Vision, 2006, 2(1): 1-104.
- [9] Ge Y, Yin B, Sun Y, et al. 3D face texture stitching based on Poisson Equation[C]// Proceedings of IEEE International Conference on Intelligent Computing and Intelligent Systems. Piscataway, NJ: IEEE, 2010: 809-813.
- [10] Gao J, Xie W, Tu Z G, et al. Remote sensing image fusion method with poisson equation interpolation[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2012, 37(12): 1448-1451. [高建, 谢伟, 涂志刚, 等. 使用泊松方程插值方法进行遥感影像融合[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2012, 37(12): 1448-1451.]
- [11] Reinhard E, Adhikhmin M, Gooch B, et al. Color transfer between images[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2001, 21(5): 34-41.
- [12] Xiao X, Ma L. Color transfer in correlated color space[C]// Proceedings of the 2006 ACM International Conference on Virtual Reality Continuum and its Applications. New York, ACM, 2006: 305-309.
- [13] Tai Y W, Jia J Y, Tang C K. Local color transfer via probabilistic segmentation by expectation maximization[C]// Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Piscataway, NJ: IEEE, 2005: 747-754.
- [14] Wang M, Pan J. A new color balance method for large-scale seamless image database[J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2006, (4): 10-13. [王密, 潘俊. 面向无缝影像数据库应用的一种新的光学遥感影像色彩平衡方法[J]. 国土资源遥感, 2006, (4): 10-13.]
- [15] Xiao F, Wu H Z, Xiao L, et al. An ambient light independent image mosaic algorithm[J]. Journal of Image and Graphics, 2007, 12(9): 1671-1675. [肖甫, 吴慧中, 肖亮, 等. 一种光照鲁棒的图像拼接融合算法[J]. 中国图象图形学报, 2007, 12(9): 1671-1675.]
- [16] Bannai N, Fisher R B, Agathos A. Multiple color texture map fusion for 3D models[J]. Pattern Recognition Letters, 2007, 28(6): 748-758.
- [17] Uyttendaele M, Eden A, Skeliski R. Eliminating ghosting and exposure artifacts in image mosaics[C]// Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Piscataway, NJ: IEEE, 2001: 509-516.