

基于 AutoCAD 和 3DSMAX 的虚拟校园 三维场景构建研究

王长春¹, 唐明双²

(1. 长春工程学院 建筑与设计学院, 长春 130000; 2. 长春工程学院 计算机中心, 长春 130000)

摘要: 当前的虚拟校园三维场景构建方法是利用 osgEarth 获取 GoogleEarth 数据, 构建虚拟校园三维地图, 然后依据本地地形信息与三维场景模型完成对虚拟校园的三维场景构建; 该方法在三维场景构建过程中没有考虑到校园后续建设发展, 只凭现在所需进行三维场景构建, 导致虚拟校园三维场景杂乱, 存在虚拟校园三维场景构建顾虑不周的问题; 为此, 提出一种基于 AutoCAD 和 3DSMAX 的虚拟校园三维场景构建方法; 该方法首先利用 Kinect 的 RGB 深度摄像头获取校园平面数据、影像数据和贴图资料, 采用相机阵列合成算法对所得校园图像进行特征提取, 然后依据非局部均值滤波方法对获取的校园图像进行去噪操作, 最后利用边缘方向和梯度表示中的结构方向与强度, 对校园图像外轮廓的纹理特征进行收敛, 依据外轮廓纹理特征收敛实现校园图像内轮廓的准确定位, 将校园图像与虚拟校园三维场景构建所需图像进行匹配, 由此完成对虚拟校园三维场景的构建; 实验结果证明, 所提方法是虚拟校园三维场景构建领域革命性的突破, 提高了学校的招生率, 增加了校园文化历史的展现机会, 为该领域的研究发展提供了有效依据。

关键词: AutoCAD; 3DSMAX; 虚拟校园; 三维场景构建

Virtual Campus Based on AutoCAD and 3DS Max 3D Scene Building Research

Wang Changchun¹, Tang Mingshuang²

(1. Changchun Institute of Technology, School of Architecture & Design, Changchun 130000, China;
2. Changchun Institute of Technology, Computer Center, Changchun 130000, China)

Abstract: The current method of building virtual campus 3 d scene is using osgEarth obtain GoogleEarth data, construct the virtual campus 3 d map, and then on the basis of the local terrain information and 3 d scene model to complete the 3 d scene building of virtual campus. The method in the process of building a 3 d scene without considering the construction of campus follow-up development, only by now needed to build three-dimensional scene, result in 3 d virtual campus scene clutter, there are 3 d virtual campus scene construction concerns the problem of bad. For this, put forward a kind of virtual campus based on AutoCAD and 3 ds Max method of establishing three-dimensional scene. This method is first used to access depth of RGB camera obtain campus planar data, image data and map data, USES the camera array synthesis algorithm on the campus image feature extraction, and then on the basis of the nonlocal average filtering method to obtain the campus image denoising operation, the use of edge direction and gradient structure in the direction and intensity, outside of the campus image contour texture characteristics of convergence, based on the outer contour convergence in the campus image texture feature contour of accurate positioning, the campus image and 3 d virtual campus scene to build the required image matching, thus complete the virtual campus construction of 3 d scene. The experimental results show that the proposed method is virtual campus building a revolutionary breakthrough in the field of 3 d scene, improved the school enrollment rate, increases the chances of the history of the campus culture show, provide the effective basis for the research and development in the field of.

Keywords: AutoCAD; 3DSMAX; Virtual campus; 3 D scene building

0 引言

现如今, 随着经济水平和科学技术的迅猛发展, 促使着三维场景构建不断进步, 由于三维场景构建可以虚拟化地还原真实场景, 因此被应用于社会各个领域, 如军事测绘导航、医疗救护、装备制造、虚拟战场、无人操作机、商务大楼建设等^[1], 三维场景构建不仅可以智能化的查询定位, 还可以使浏览者有身临其境之感。虚拟校园三维场景构建一直是当今社会的重点讨论对象之一, 受到该领域研究学者的高度重视^[2-3]。由于虚拟校园三维场景构建具有可调节性、多变动性、真实性等性质^[4], 大多数虚拟校园三维场景构建方法无法对其进行资

源管理规划性能强、精度高的三维场景构建, 导致在虚拟校园三维场景构建时, 存在视觉理解效率低、建设效果不理想等问题^[5]。在这种情况下, 如何增加虚拟校园三维场景构建的真实感, 提高场景构建的速度成为急需解决的问题。而基于 AutoCAD 和 3DSMAX 的虚拟校园三维场景构建方法, 可以对虚拟校园进行全方位、立体化、可靠稳定地三维场景构建, 是解决上述问题的有效途径^[6], 成为三维场景构建领域的主要研究课题, 同时也得出很多优秀成果^[7]。

文献 [8] 提出了一种基于 3DRC 的虚拟校园三维场景构建方法。该方法首先利用 3DRC 设计虚拟校园三维场景模型, 并对三维场景模型进行整合与格式转换处理, 转换成虚拟校园场景系统可以识别的文件格式, 然后采用 3DSMax 设计虚拟校园地表结构, 最后将上述素材进行调整, 从而完成对虚拟校园的三维场景构建。该方法虽然简单, 但是存在三维场景构建整体性能弱的问题。文献 [9] 提出了一种基于 VRML 技术的虚

收稿日期: 2017-04-17; 修回日期: 2017-05-11。

作者简介: 王长春(1964-), 男, 吉林农安人, 硕士研究生, 副教授, 主要从事计算机图形学虚拟现实方向的研究。

拟校园三维场景构建方法。该方法先以虚拟校园场景构造程序为线索,对虚拟校园造型节点以及编组节点进行了研究,完成对虚拟校园场景数据的组织,然后依据 VRMLPad 实现虚拟校园场景的建模、测试和校验,最后针对上述建模过程研究虚拟校园三维场景捕捉方法,并以此方法为基础完成对虚拟校园的三维场景构建。该方法下的三维场景构建效率较高,但是过程过于繁琐。文献 [10] 提出了一种基于 Google SkechUp 的虚拟校园三维场景构建方法。该方法首先通过 UltraCamD 立体影像获取高精度的 DEM,并结合 SketchUP 软件对校园的建筑物进行三维场景构建,然后以此为基础,利用 GoogleEarth 平台展现校园的景观与建筑。该方法虽然将校园地形和校园三维模型进行了准确的叠加,但是存在用时较长的问题。

针对上述产生的问题,提出一种基于 AutoCAD 和 3DSMAX 的虚拟校园三维场景构建方法。该方法首先利用 Kinect 的 RGB 深度摄像头对校园图像进行获取操作,以获取的图像为基础,采用相机阵列合成算法对所得图像进行特征提取,然后通过非局部均值滤波方法对获取的校园图像进行去噪,最后以校园图像和虚拟校园三维场景构建所需图像的匹配,实现虚拟校园三维场景构建。仿真实验证明,所提方法可以高精度地对虚拟校园三维场景进行构建,同时成为该领域前进发展的指向标。

1 基于 AutoCAD 和 3DSMAX 的虚拟校园三维场景

1.1 虚拟校园三维场景图像获取与图像特征提取

实现虚拟校园三维场景构建,首先要获取校园平面数据,影像数据和贴图资料,本文采用 Kinect 的 RGB 深度摄像头对校园的地势,环境以及具体情况进行全方位的拍摄和录像。在校园图像获取之前,需要对 RGB 深度摄像头的视觉效果进行修正,使拍摄效果和录像效果可以重叠,将拍摄的录影和图片作为虚拟校园三维场景构建的依据,此拍摄结果在以下叙述中统称为校园图像。

以拍摄的结果为基础,利用相机阵列合成算法对所得图像进行特征提取。校园图像的细节特征越丰富,说明所获图像的亮度值变化越明显,且含有的信息越丰富,有利于虚拟校园三维场景构建精度的提高,所以通过校园图像区域特征方差和均值来描述校园图像细节特征的量。校园图像像素的自适应特征被称为校园图像的区域特征,假设某个校园图像像素点 $W(i, j)$ 的区域特征,是以 $W(i, j)$ 为中心的某个图像区域特征,则将此区域特征记作该像素点的特征。将该区域特征设置为一个 $(2f+2) \times (2f+2)$ 的正方形图像特征区域,则 $W(i, j)$ 的区域特征方差定义为:

$$V(i, j) = \frac{1}{b} \sum_{n=i-fm}^{i+f} \sum_{m=j-f}^{j+f} [W(n, m) - \bar{W}(n, m)]^2 \quad (1)$$

其中: V 代表校园图像区域特征方差值, i 代表校园图像区域特征数目, j 代表拍摄的校园图像数目, f 代表校园图像特征提取的控制阈值,设其单位为 z ,实验证明,此阈值取值区间控制在 $1 \sim 2$ 时,校园图像特征提取的误差率最小, b 代表以点 $W(n, m)$ 为中心, $(2f+2) \times (2f+2)$ 特征区域内的校园图像像素点个数, W 代表完成拍摄的某个校园图像, $W(n, m)$ 代表校园图像在 (n, m) 点的图像像素值, $\bar{W}(n, m)$ 代表校园图像特征区域内的图像像素平均值,则区域特征的均值可定义为:

$$\bar{W}(i, j) = \frac{1}{b} \sum_{n=i-fm}^{i+f} \sum_{m=j-f}^{j+f} W(n, m) \quad (2)$$

由上式可知,某个图像像素的区域特征方差可表示为:以该校园图像像素为中心的某个图像特征区域中,每个图像像素点与其平均值间差值的平方和,该平方和越大,说明该校园图像像素点周围的像素差异就越大,细节特征就越丰富。

某幅校园图像像素细节特征确定后,如果要将多幅图像像素不同的细节特征提取到最终虚拟校园三维场景构建中。需要对高动态拍摄的校园图像像素值进行计算:

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^q \beta(W_{ij}) W_{ij}}{\sum_{j=1}^q \beta(W_{ij})} \quad (3)$$

其中: W_{ij} 代表第 j 幅校园图像像素点在 i 处像素值, q 代表低动态校园图像数量, $\beta(W_{ij})$ 代表校园图像在 $W(i, j)$ 像素点的权重,此权重可表示为:

$$\beta(W) = 166 - W \quad (4)$$

其中: $\beta(W)$ 代表校园图像在 $W(i, j)$ 像素点的权重函数值。以上述权重为基础,假设 q 幅校园图像中某幅校园图像像素的特征区域为: $[V_1(i, j), V_2(i, j), \dots, V_q(i, j)]$, 那么将校园图像特征提取函数定义为:

$$\beta_f = \frac{|V_f(i, j)|}{\sum_{f=1}^q |V_f(i, j)|} \quad (5)$$

其中: β_f 代表校园图像特征提取函数值,根据该函数完成对校园图像的特征提取。

1.2 虚拟校园三维场景构建

以 2.1 中各项数据为基础,为提高虚拟校园三维场景构建精度,需要利用非局部均值滤波方法对获取的校园图像进行去噪,具体过程如下:

假设,对于给定的校园图像 $x = \{x(a) | a \in D\}$, D 代表校园图像坐标域,利用非局部均值对图像中任何像素点 a 进行滤波操作,该像素点去噪估计值可表示为:

$$AZ[x](a) = \sum_{c \in A} f(t, r) x(c) \quad (6)$$

其中: $AZ[x](a)$ 代表图像去噪估计值, d 代表对校园图像的去噪次数, t 代表校园图像亮度矩阵 N_t 的亮度值, r 代表校园图像亮度矩阵 N_r 的亮度值, A 代表校园图像像素集, c 代表校园图像像素子集,利用上式结果,引入校园图像邻域间的相关系数,该系数是衡量校园图像间相关度的指标,可以更好地对邻域图像间的相似性进行评价,有利于图像去噪效果增强,其定义表达式为:

$$RP(t, r) = \frac{\eta(t - \bar{t}, r - \bar{r})}{\sqrt{\eta(t - \bar{t}, t - \bar{t}) \eta(r - \bar{r}, r - \bar{r})}} \quad (7)$$

其中: RP 代表校园图像邻域间的相关系数, η 代表控制图像去噪的参数,设其单位为 e ,实验证明,该参数取值区间为 $0.4 \sim 0.5$ 时,图像去噪精度最高, \bar{t} 和 \bar{r} 分别代表校园图像亮度矩阵 N_t 和 N_r 的亮度平均值。依据式 (7) 的计算,将邻域亮度矩阵间相似参数设定为:

$$d(t, r) = \frac{5 - RP(t, r)}{2} \quad (8)$$

其中: $d(t, r)$ 代表邻域亮度矩阵间相似参数, $d(t, r)$ 取值范围在 $0 \sim 1$,当 2 个邻域亮度矩阵相同时, $d(t, r) = 0$,当 $d(t, r)$ 值比较大时,2 个邻域亮度矩阵相似程度比较低。将邻域亮度矩阵相似参数 $d(t, r)$ 与 NLN 去噪相结合,则新的邻域亮度

矩阵相似性参数为:

$$l(t,r) = \frac{d(t,r)}{NUM(r)} \|x(N_t) - x(N_r)\|^2 \quad (9)$$

其中: $l(t,r)$ 代表新的邻域亮度矩阵相似性参数, 将得到的新邻域亮度矩阵相似性参数应用至校园图像去噪中, 公式为:

$$Q_t = l(t,r) = \sum_{j=1}^i x(N_t) - x(N_r) \quad (10)$$

其中: Q_t 代表新邻域亮度矩阵相似性参数应用至校园图像中的去噪值。由此完成对校园图像的去噪过程。

利用边缘方向和梯度表示将去噪后的校园图像与虚拟校园三维场景构建所需图像进行匹配, 具体匹配过程如下所示:

采用计算某个校园图像像素点的梯度值, 表示所有图像像素点边缘结构方向, 假设一个校园图像的亮度点 (K,L) , 该亮度点的局部梯度为 (g_i, g_j) , 由此得到该亮度点的方向角:

$$\theta = \tan^{-2}(g_i, g_j) \quad (11)$$

其中: θ 代表校园图像亮度点的方向角, 通过非线性函数获取该亮度点的边缘方向以及强度信息, 表达式为:

$$(g'_i, g'_j) = f(g)(g_i/g, g_j/g) \quad (12)$$

其中: (g'_i, g'_j) 代表校园图像与虚拟校园三维场景构建所需图像的非线性函数值。 $f(g)$ 代表图像亮度点的边缘方向, $(g_i/g, g_j/g)$ 代表强度信息值。以上述的边缘方向和梯度的表达式为依据, 校园图像亮度向量为:

$$g_r = [g'_{i1}, g'_{i2}, \dots, g'_{j1}, g'_{j2}, \dots] \quad (13)$$

其中: g_r 代表校园图像亮度向量值, g'_{i1}, g'_{i2} 代表校园图像亮度矩阵 N_t 的向量, g'_{j1}, g'_{j2} 代表校园图像亮度矩阵 N_r 的向量。利用校园图像边缘方向以及强度信息建立, 校园图像与虚拟校园三维场景构建所需图像的匹配模型, 加入了图像边缘结构方向与强度, 校园图像的纹理特征得到了丰富, 而纹理特征可以有效的将匹配模型快速收敛校园图像的外轮廓, 外轮廓进行精准匹配, 有利于加快校园图像内部轮廓特征点的准确定位, 由此完成校园图像与虚拟校园三维场景构建所需图像的匹配, 实现了虚拟校园三维场景的构建。

2 仿真实验

为了证明基于 AutoCAD 和 3DSMAX 的虚拟校园三维场景构建方法的整体有效性, 需要进行一次仿真实验。

2.1 仿真实验方法及步骤

在 MATLAB7.02009 的环境下搭建虚拟校园三维场景构建实验仿真平台。实验数据取自于东北师范大学三维场景构建研究室, 利用本文所提方法对实验数据进行三维场景构建, 观察其是否具有可利用性和可靠性。具体步骤如下:

1) 采用 Kinect 的 RGB 深度摄像头对校园的地势、环境以及具体情况进行全方位、立体化的拍摄和录像, 而且在图像获取之前, 对 RGB 深度摄像头的视觉效果进行修正, 使拍摄效果和录像效果可以重叠, 减少图像获取时间, 加快虚拟校园三维场景构建速度;

2) 确定校园图像特征提取控制阈值 f 的取值范围, 进而分析其对图像特征提取误差率 (%) 的影响;

3) 采用相机阵列合成算法对所得校园图像进行特征提取, 分析图像特征提取误差率;

4) 通过将图像数量与图像匹配时间的进行对比, 研究所提方法去噪精度对虚拟校园三维场景影响程度。

2.2 仿真实验结果分析

表 1 是文献 [8] 所提方法与本文所提方法校园图像获取时间 (s) 的对比。

表 1 不同方法下图像获取时间对比

获取图像数量 / 个	文献[8]方法图像获取 时间/s	本文方法图像获取 时间/s
100	15	4
200	23	9
300	36	12
400	48	15
500	52	18
600	68	21

分析表 1 可知, 本文所提方法的图像获取时间明显低于文献 [8] 所提方法图像获取时间, 这主要是因为利用本文方法进行图像获取时, 证明了本文所提方法的可实践性较强。表 2 是本文所提方法下的, 校园图像特征提取控制阈值 f 的取值范围对图像特征提取误差率 (%) 的影响。

表 2 图像特征提取控制阈值对特征提取误差率的影响

图像特征提取控制 阈值 f/z	图像特征提取 误差率/%
1	5
2	6
3	12
4	15
5	20

由表 2 可知, 图像特征提取阈值的取值范围, 对图像特征提取的误差率影响很大, 当图像特征提取阈值的取值范围超出 1—2 时, 图像特征提取误差率持续增长, 而当图像特征提取阈值的取值范围在 1—2 时, 图像特征提取误差率仅为 5%—6%, 基于 AutoCAD 和 3DSMAX 的虚拟校园三维场景构建方法, 采用了相机阵列合成算法对所得校园图像进行特征提取, 保证了图像特征提取精度, 降低了特征提取的误差率, 进一步证明了本文所提方法的整体有效性较强。图 1 是文献 [8] 所提方法、文献 [9] 所提方法、文献 [10] 所提方法及本文所提方法, 图像数量 (万个) 与图像匹配时间 (s) 的关系对比。

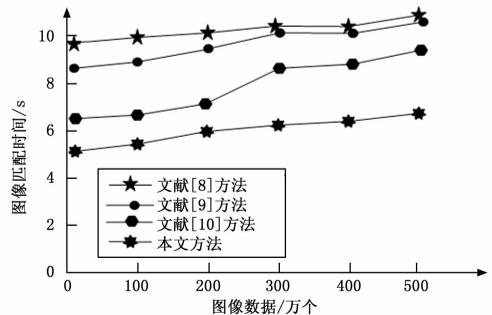


图 1 不同方法下图像匹配时间对比

通过图 1 可知, 不同方法下的图像匹配时间差异很大, 文献 [8] 和文献 [9] 所提方法图像匹配时间较为贴近, 且用时 (下转第 299 页)

模型 [J]. 西安交通大学学报, 2015, 4: 73-77.

[3] Zhang Z Y, Wang K. A trust model for multimedia social networks [J]. Social Network Analysis and Mining, 2013, 3 (4): 969-979.

[4] Tang J, Gao H, Sarma A D, et al Trust Evolution: Modeling and Its Applications [J]. IEEE Transactions on Knowledge & Data Engineering 27. 6 (2015): 1-1.

[5] 鲍捷, 程久军. 基于社交网络的群体信任算法 [J]. 计算机科学, 2012, 39 (2): 38-41.

[6] Huang J, Nie F, Huang H, et al. Social Trust Prediction Using Heterogeneous Networks [J]. ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data, 2013, 7 (4): 1774-1778.

[7] Fernandez-Gago C, Agudo I, Lopez J. Building trust from context similarity measures [J]. Computer Standards & Interfaces, 2014, 36 (4): 792-800.

[8] Chen S H, Wang G J, Jia W J. Kappa-FuzzyTrust: efficient trust computation for large-scale mobile social networks using a fuzzy implicit social graph [J]. Information Sciences, 2015, 318: 123-143.

[9] Connelly B L, Certo S T, Ireland R D, et al. Signaling theory: a review and assessment [J]. Journal of Management, 2011, 37 (1):

39-67.

[10] Kirmani A, Rao A R. No Pain, No Gain; a critical review of the literature on signaling unobservable product quality [J]. Journal of Marketing, 2000, 64 (2): 66-79.

[11] Hess T J, Basoglu K. A. Online business reporting: a signaling theory perspective [J]. Journal of Information Systems, 2014, 28 (2): 67-101.

[12] Cheung C M K, Xiao B S, Liu I L B. Do actions speak louder than voices? The signaling role of social information cues in influencing consumer purchase decisions [J]. Decision Support Systems, 2014, 65 (1): 50-58.

[13] Mavlanova T, Benbunan-Fich R, Koufaris M. Signaling theory and information asymmetry in online commerce [J]. Information & Management, 2012, 49 (5): 240-247.

[14] Guarino N. Formal ontology and information System [M]. Trento: IOS Press, 1998.

[15] Lamport L. The temporal logic of actions [J]. ACM Transactions on Programming Languages & Systems, 1994, 16 (3): 872-923.

[16] 刘照洋. 基于行为时序逻辑 TLA 的网络协议的描述与验证 [D]. 贵州: 贵州大学, 2015.

(上接第 267 页)

都很长, 文献 [10] 所提方法虽然相对文献 [8]、文献 [9] 图像匹配时间较短, 但是图像匹配时间曲线波动较大, 效果不理想。本文所提方法下的图像匹配时间, 虽然在一定程度上随着图像数量的增加而增加, 但是时间曲线波动不大, 较为稳定, 有利于虚拟校园三维场景的构建, 证明了本文方法具有一定的兼容性和可扩展性。图 2 是图像去噪参数 η 取值区间对去噪精度 (%) 的影响。

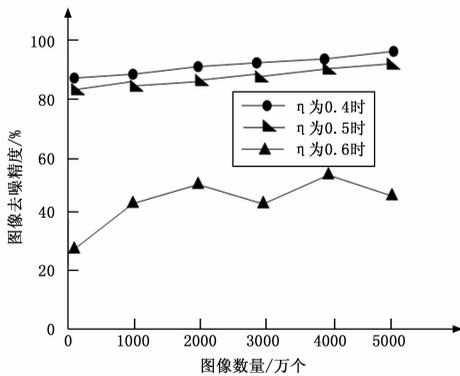


图 2 图像去噪参数对去噪精度的影响

利用图 2 中的数据可知, 图像去噪数量对图像去噪精度就有一定程度地影响, 在常理中图像去噪精度会随着去噪图像数量的增加而逐渐降低, 但在去噪参数 η 的影响下, 去噪精度反增不降, 说明了去噪参数对去噪精度有很大影响。当去噪参数值为 0.6 时, 图像去噪精度曲线波动很大, 呈不稳定趋势; 当去噪参数为 0.4~0.5 时, 图像去噪精度曲线平稳上升, 波动较小, 证明了本文所提方法的可取性较强, 适用于虚拟校园三维场景构建。

仿真实验证明, 所提方法可以高效稳定地对虚拟校园三维场景进行构建。提高了虚拟校园三维场景构建的交互性和真实

性, 提升虚拟校园三维场景的层次化管理精度, 实现教育教学过程可视化, 减少校园真实建设中财务成本和时间成本, 是数字化校园工程建设重要组成部分。

3 结束语

采用当前方法对虚拟校园三维场景构建时, 无法保证场景还原的真实性, 导致三维场景的构建与实物不符, 存在虚拟校园三维场景构建精度偏差大的问题。本文提出一种基于 AutoCAD 和 3DSMAX 的虚拟校园三维场景构建方法。并通过仿真实验证明, 所提方法可以高效精确地对虚拟校园三维场景进行构建, 为学校的高速发展提供了可靠支撑。

参考文献:

[1] 梁明, 孙毅中, 胡最. 基于图形识别的建筑模型三维重建 [J]. 测绘科学, 2014, 39 (1): 125-128.

[2] 马天, 韦冠. 西科大临潼校区三维虚拟校园系统设计实现 [J]. 西安科技大学学报, 2014, 34 (1): 67-70.

[3] 吴勇, 罗腾元. 全景三维虚拟系统构建方法研究 [J]. 计算机工程与设计, 2014, 35 (5): 1858-1861.

[4] 刘登均, 贺小兵, 王明贵, 等. 虚拟仿真技术构建三维模型在腰椎转移性肿瘤中的应用 [J]. 中国组织工程研究, 2014, 18 (48): 7844-7848.

[5] 李聪, 赵红蕊, 傅昱. 基于独立三视图的图像序列三维重建 [J]. 计算机应用研究, 2015, 32 (6): 1869-1873.

[6] 刘发久. 基于 Unity3D 的虚拟校园 [J]. 电子设计工程, 2016, 24 (12): 37-39.

[7] 李劲澎, 姜挺, 肖达, 等. 基于关系图的无人机影像三维重建 [J]. 光学精密工程, 2016, 24 (6): 1501-1509.

[8] 吴倩, 孙飒爽, 赵哲民, 等. 基于 3DSOM 的植株三维重建方法研究 [J]. 农机化研究, 2017, 39 (9): 148-153.

[9] 杨玲, 阮心玲. 模型导向的矩形建筑物三维重建 [J]. 计算机工程与应用, 2014, 50 (21): 24-28.

[10] 翟志强, 杜岳峰, 朱忠祥, 等. 基于 Rank 变换的农田场景三维重建方法 [J]. 农业工程学报, 2015, 31 (20): 157-164.