**《基于立体场景分层的虚实融合技术研究》文献资料综述**

**摘要：**增强现实（Augmented Reality,简称AR）是在虚拟现实技术（Virtual Reality，缩写为VR）的基础上发展出来的，通过计算机实时计算和多传感器融合，将计算机模拟出的现实生活中不存在的虚拟物体与真实场景叠加在同一个画面或空间中，实现对现实的“增强”。增强现实技术的目的是为用户提供包含虚拟物体信息的真实场景，因此虚实融合技术对增强现实技术的真实感起着尤其重要的作用，这也是当前的研究难点之一。

**关键词：**增强现实；虚实融合；立体匹配

**1增强现实技术概述**

“增强现实”一词由波音公司的研究员Thomas Caudell于1990年创造，主要运用环境投影叠加手段，通过对物理结构图像的影响增强，帮助使用人员更为直观地对相关图像信息进行接受，以提高环境应用真实性[1]。目前对增强现实有两种定义：一种由Azuma提出，认为虚拟现实应包括虚拟物与现实融合、实时交互、三维空间注册等三方面的特性；而另一种则由Milgram P和Kishino F提出，认为虚拟世界与真实世界是一个连续体，位于它们中间的部分被称为“混合实境”，其中靠近真实世界那一端的被称为增强现实。由此可以看出增强现实的技术的特点：虚实融合及实时交互[2]。自1990年至今，越来越多的企业、高校对增强现实技术进行了大量理论研究，实践测试，取得了相当大的科研进展。随着计算机硬件软件的发展，增强现实技术已经逐渐从理论研究测试阶段转入行业应用阶段，广泛应用于医疗、教育、军事、娱乐等多个领域。

**2 虚实融合技术的研究现状**

虚实融合技术是增强现实技术的核心之一，对增强现实技术的真实感起着关键作用。一直以来国内外学者都在积极研究虚实融合技术，并发表了很多研究成果。牛津大学计算机系 Simon 教授等研究出无标记的摄像机跟踪算法，实现追踪真实场景中的平坦平面，还原出摄像机位置，把虚拟物体插入到视频序列当中，其结果符合人眼视觉，具有较高的准确性，但他们仍未解决插入的物体相对于原有场景的抖动问题，对光线条件不好的环境和平面移出视线外的状况处理能力较差[3]。

人们大多根据遮挡关系确定物体的位置信息，大部分的虚实融合都只是简单地将虚拟物体叠加在真实场景之前，这样容易使人产生不真实感，难以很好地使虚拟物体和真实场景相融合。因此，为了更好地实现虚实融合，处理好虚实遮挡关系非常关键。文献[4]中对虚实融合技术的虚实遮挡技术进行研究及分析，介绍了虚实遮挡技术几种主要遮挡方法，主要从提取物体背景轮廓，虚实物体遮挡判断与遮挡剔除三方面进行研究，针对从提取物体背景轮廓从背景建模和阴影去除两方面进行改进优化。针对虚实遮挡关系判断通过结合基于深度梯度假设以及像素遍历法的深度分配法实现。针对遮挡剔除通过帧缓存技术实现。文献[5]提出一种利用立体视觉和精确的前景物体边界深度恢复来解决遮挡问题的方法，为了避免阴影的负面影响，设计出一种基于颜色和亮度的前景减法。在此基础上，通过轮廓匹配和深度插值，得到虚拟物体和真实物体之间的正确遮挡深度信息。

实现前景遮挡需要将立体场景按深度分层，根据虚拟物体和真实场景的遮挡关系，将虚拟物体放到合适的深度位置，从而实现前景物体对虚拟物体的遮挡。同时，为了更好的融合效果，前景物体的边缘也要尽可能清晰。其中，将场景按深度分层可以使用立体匹配算法，提取清晰的前景可以使用K-means聚类和Grabcut算法。

**3 立体匹配算法**

立体匹配算法是虚实融合技术的基础。立体匹配的本质就是一个通过优化模型求解最优解的过程。立体匹配算法是在两幅二维图像中以最小代价寻找相似点，即三维物体各点分别在两幅图像上的成像点。其算法的有效性主要依赖于匹配基元、匹配准则和匹配算法3个因素[6]，分别对应构建最优化模型中的决策变量、目标函数和约束条件以及求解过程3个部分。

匹配基元是指用于进行立体匹配的图像特征，可以是像素点或区域块的灰度值或者是边缘。根据基元的不同，立体匹配算法可分为区域立体匹配算法、基于特征的立体匹配算法、基于相位的立体匹配算法。匹配准则确定立体匹配过程中的约束条件。常用到的约束条件包括：极线约束、几何相似性约束、场景约束等等[7]。匹配算法根据算法运行时约束的作用范围，通常被分为局部立体匹配算法和全局（半全局）立体匹配算法两大类[8]。

常见的立体匹配算法有BM、SGBM、GC算法。其中BM算法是是基于局部的匹配，BM算法在进行匹配时，采用从右向左比较的方法，同时，引入两种启发式跳转规则，即坏字符算法和好后缀算法，来决定模板向右移动的步长[9]。SGBM 算法是由 Hirschmuller [10]等人提出的半全局匹配方法，使用互信息的像素匹配，近似于全局二维平滑度约束。算法核心步骤有：匹配成本计算、成本合计、视差计算、多基线匹配和视差优化。GC算法只能在Opencv3.0之前的版本实现，该方法效果好，但是速度慢，不能达到实时匹配效率。BM算法与SGBM算法相比，BM算法计算速度更快，SGBM算法得到的视差图效果更好，由此可得，目前的立体匹配算法中，怎样在提升速度的同时保留精度依旧是长远的研究目标。

有研究学者开始使用卷积神经网络 （Convolutional Neural Network ，CNN ）来获得更准确的视差图 ，其方法是通过真实视差已知的小图像块来训练 CNN ，用网络的输出来获取初始的匹配代价[11]；文献[12]提出了一种基于区域间协同优化的立体匹配算法，该算法以图像区域为匹配基元, 利用区域的彩色特征以及相邻区域间应满足的平滑和遮挡关系定义了区域的匹配能量函数,基于协同优化思想对各区域的视差平面参数进行迭代优化，其匹配效果优秀，视差结果接近于真实视差，但对分割错误不具备修正能力，如果分割区域边缘与视差跳跃边缘不一致, 将会导致错误匹配；文献[13]提出一种基于改进Census变换和动态规划的立体匹配算法，该算法基于Census变换，改变窗口形状并增加噪声容限，提高匹配代价计算的可靠性，随后利用引导图滤波器完成代价聚合，并在视差选择阶段改进动态规划算法，消除了扫描线效应；文献[14]提出一种基于视差点的方法来解决在高质量立体视差图生成过程中所出现的遮挡问题，优化核线最优的方法，其匹配效果仅次于几种优秀的全局匹配算法，但其计算复杂度远低于全局匹配算法；文献[15]提出一种改进的非参数Census变换匹配算法，该算法通过在传统非参数 Census匹配过程中增加局部纹理反差值测度，引入图像纹理度量的方向性，使中心像素灰度值不再是唯一决定因素；文献[16]提出了一种融合中心平均Census特征与绝对误差(AD)特征、基于纹理优化的半全局立体匹配算法(ADCC—TSGM)，并利用统一计算设备架构(CUDA)进行并行加速，对速度和精度都有了极大的提升。

**4 K-means聚类算法**

聚类是一个将数据集划分成若干个族（类）的过程，并且这个过程使同一族（类）的数据对象具有较高的相似度，不同族（类）的数据对象不相似。K-means是划分聚类的代表，也称为K-均值聚类算法，是无监督的聚类算法。K-means算法的算法思想是，对于给定的样本集，尽量使簇内的点紧密相连而让簇间的距离尽量的大，从而达到聚类的目的。

K-means聚类算法在图像处理中得到了广泛应用。文献[17]中，将遥感图像按阈值划分成目标和背景两类，将其作为K-means算法的两个初始聚类中心，聚类完成时即实现了图像的分割；文献[18]中将K-means聚类算法和图像熵相结合，实现了一种快速有效的热红外目标检测算法，可以在将目标完整地提取出来的同时很好地保留目标的轮廓；文献[19]中提出了一种将自适应人类优化算法(AHLO)与K-means算法相结合的聚类算法,首先利用 AHLO 算法进行全局搜索，在AHLO 算法达到收敛后，利用 K-means算法进行局部搜索，达到聚类的目的，这种聚类方式速度更快，图像分割效果更好。

**5 Grabcut图像分割算法**

Grabcut图像分割算法是一种有效的从复杂背景中提取前景的交互算法，由微软剑桥研究院根据传统的Graphcut算法改进而来，是现阶段使用较为广泛的提取前景物体的方法之一。该算法在提取前景时需要少量的人机交互操作，用户使用矩形框标记前景物体，则计算机将矩形框内像素识别为前景，矩形框外像素识别为背景，再对图像建立高斯混合模型（GMM：Gaussian Mixture Model），使用 GMM 参数初始化每一个像素，并迭代进行mincut算法从而实现前景分割。

Grabcut作为阶段使用较为广泛的提取前景物体的方法之一，可以得出较好的图像分割结果。文献[20]提出了一种结合模糊高斯混合模型和超绿算法的改进Grabcut算法，该算法先运用模糊高斯混合模型对图像像素进行一次标记，再结合超绿算法 得到二次标记图像;将二次标记的图像作为Grabcut算法的初始化图像，实现复杂背景下或光照不均匀时目标树叶的自动分割；文献[21]提出一种基于GrabCut改进的图像分割新算法，采用多尺度分水岭对梯度图像平滑去噪；对新梯度图像再次进行分水岭运算，在加强切割边缘的同时还减少了计算量。

**6 总结**

综上可得，增强现实技术在未来可以得到广泛应用，而虚实融合技术作为增强现实技术的核心之一也需要不断进步。基于视差的虚实融合技术研究可以运用合适的立体匹配算法实现场景分层，再挑选适当的前景物体提取方法实现前景物体对虚拟物体的正确遮挡，完成虚实融合。这也是本文致力于完成的研究目标。

# 参考文献

1. 张帅. 虚拟现实及增强现实技术的发展现状及前景[J]. 佳木斯职业学院学报,2018,(08):456-457.
2. 吴帆,张亮. 增强现实技术发展及应用综述[J]. 电脑知识与技术,2012,8(34):8319-8325.
3. Simon G, Fitzgibbon A W, Zisserman A. Markerless tracking using planar structures in the scene[A]. Proceedings of the IEEE/ACM International Symposium on Augmented Reality[C]. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2000. 120∼128.
4. 饶少艳. 增强现实中虚实遮挡技术的研究[D].哈尔滨工程大学,2017.
5. Li Lijun,Guan Tao,Ren Bo.Resolving Occlusion Between Virtual and Real Scenes for Augmented Reality Applications.Proceedings of the 12th International Conference on Human- Computer Interaction.Beijing,China: Springer Verlag,2007,4551 LNCS(Part 2):634-642.
6. 游素亚. 立体视觉研究的现状与进展[J]. 中国图象图形学报,1997,(01):17-24.
7. 刘欢. 基于双目视觉立体匹配算法的研究与应用[D].哈尔滨工业大学,2018.
8. 王新艳,潘巍,王月莲,刘鑫玥. 基于全局差错能量函数的立体匹配算法[J]. 计算机工程,2017,43(07):244-249.
9. 张欢,安利,张强,郭迎钢,宋锡宁,高乾.SGBM算法与BM算法分析研究[J].测绘与空间地理信息,2016,39(10):214-216.
10. Hirschmüller Heiko. Stereo processing by semiglobal matching and mutual information.[J]. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence,2008,30(2):.
11. Lim Jaeseung,Lee Sankeun. Patchmatch-Based Robust Stereo Matching Under Radiometric Changes.[J]. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence,2019,41(5).
12. 郑志刚，汪增福. 基于区域间协同优化的立体匹配算法[J].自动化学报,2009,35(5):469-477.
13. 祝世平, 闫利那, 李政. 基于改进Census变换和动态规划的立体匹配算法[J]. 光学学报,2006,36(4): 216-224
14. 文贡坚, 周秀芝. 基于视差点的大遮挡检测和立体匹配方法[J]. 软件学报,2005,16(5):708-716.
15. 梁海波,邹佳玲.改进的非参数Census变换立体匹配算法[J].吉林大学学报(理学版),2019,57(05):1163-1168.
16. 吕倪祺,宋广华,杨波威.特征融合的双目半全局匹配算法及其并行加速实现[J].中国图象图形学报,2018,23(06):874-886.
17. 赵红丹,田喜平. 基于K-means算法分割遥感图像的阈值确定方法研究[J]. 科学技术与工程,2017,17(09):250-254.
18. 王静雷,厉小润.基于Kmeans和图像熵聚类的热红外目标检测算法[J].机电工程,2012,29(12):1490-1493.
19. 王丰斌.基于AHLO与K均值聚类的图像分割算法[J].沈阳工业大学学报,2019,41(04):427-432.
20. 梁耀,黎双文,刘鑫磊,李丰果.复杂背景下目标树叶自动分割的GrabCut算法[J].华南师范大学学报(自然科学版),2018,50(06):112-118.
21. 周良芬,何建农.基于GrabCut改进的图像分割算法[J].计算机应用,2013,33(01):49-52.