

川南石刻图像特征提取方法研究^{*})

李雅梅 吴中福

(重庆大学计算机学院 重庆大学艺术学院 重庆 400044)

摘要 本文以四川南部地区南宋墓葬石刻艺术为切入点,提出石刻图像特征提取的具体方法,并通过仿真试验证明了该方法的有效性,最后指出了进一步的研究方向。

关键词 石刻图像,模式识别,特征提取

On Feature Extraction Method for Carved Stone Image

LI Ya-mei WU Zhong-fu

(College of Computer Science of Chongqing University, College of Art of Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract This paper puts forward the feature extraction method for carved stone image taking the Southern Song Dynasty grave in the south of Sichuan as the contact point, and proves the validity of this method through Simulation experiment, in the end, pointing out further research direction.

Keywords Carved stone image, Model identification, Feature extraction

1 引言

2003年,四川南部地区发掘出南宋时期墓葬石刻艺术群,其分布范围之广、数量之多、雕刻之精美,震惊国内外,被列入我国重大考古发现之一。这些墓葬石刻艺术群表现内容丰富、艺术风格独特、富有浓郁的地域特征,是我国南宋时期川南地区社会生活与民俗风情不可多得的实物形象资料,具有重要的艺术研究价值^[1]。但是,由于目前计算机模式识别技术在艺术领域的应用程度还很低,研究者们至今依然以传统的方式依靠人工识别图像,识别的准确率受到研究者自身知识与经验的制约,没有一个科学的判断标准。因此,我们尝试着对川南石刻艺术图像的重要艺术表现特征,通过物理的、量化的形式用计算机进行识别,对促进川南地区石刻艺术的地域性研究、断代研究及石刻文物的鉴别研究有现实的意义。

特征提取是模式识别研究中最为核心的技术环节,是否提取到了图像的有效特征,将直接决定系统识别的成败。目前国内外学者在图像特征提取方面所采用的研究方法主要有两种:①基于灰度的方法。把定位后的灰度图像的分布整体作为一个特征模式。优点是不需要进行特征检测与分割,可直接通过预处理、定位后进行识别,不受图像整体平均灰度变化的影响,且对分辨率不敏感。缺点是受图像定位不准、背景、光线等因素的制约,随着图像数据库的增大识别率会逐渐下降^[2]。②基于特征的方法。先找出图像特征以形成特征模型,然后再设定阈值进行分类识别。优点是提取的特征维数小,需要的存储空间不大,识别精度较高。缺点是图像质量不好或者特征不明确时,很难提取到有效的特征,识别的正确率完全取决于特征提取质量的优劣^[3]。

本文提出川南地区石刻图像特征提取的方法,具体讨论石刻中发髻、花卉、兽类、朱雀等图像的唯一特性,并以此建立特征模板,实现石刻图像的自动识别系统。试验结果表明本文提出的特征提取方法精度高、维数小、可区分性强,系统识别率达到了令人满意的效果。

2 川南石刻图像识别系统与特征解析

2.1 系统结构

特征提取是识别系统的核心组成部分,对整个识别系统起着至关重要的作用。针对川南地区南宋墓葬石刻艺术图像的特征,我们进行了具体的分析与研究,实现了石刻图像的自动识别系统。该系统识别步骤如下:1.对川南石刻图像进行预处理;a.统一图像尺寸、倾斜角度校正、图像分割、去除噪声等;b.对石刻图像进行灰度处理、二值处理及形态学运算;2.石刻图像特征提取;3.将特征提取的结果存入石刻图像特征库中,并将其做成特征模板;4.设定阈值对石刻图像进行匹配,并根据实验的结果验证识别系统的有效性(如图1所示)。

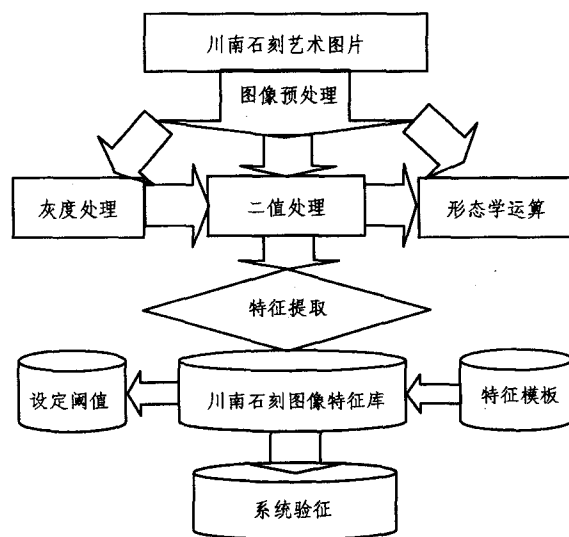


图1 川南石刻图像识别系统结构图

2.2 特征的解析

特征是事物与众不同的象征与标志,是图像内容中最为

^{*} 本课题得到重庆市自然科学基金的资助(CSTC2006BB2003)。李雅梅 博士研究生,主要研究方向为传统视觉艺术与数字图像处理;吴中福 教授,博士生导师。

重要的信息。通常情况下,什么样的特征最容易表达图像的本质,最利于对图像内容进行分类呢?本文根据人在生理、心理与认知方面所呈现的特点,并结合川南石刻图像的具体情况解析如下:

(1)生理学的角度:视觉成像原理中,人的大脑中有一个称为“场”的视觉区域,当一个刺激式样投射到作为“场”的大脑视觉区域时,就会打乱这个场的平衡分布状态,一经被打乱后,场力又会恢复这种平衡状态。因此,根据人生理上的特点,越是简单的图形特征越是让人的视觉感到受用和舒服^[4]。

(2)心理学的角度:格式塔心理学家认为:“任何一个刺激物的形象,总是以最单纯的结构简化形式呈现出来的”。因为人的大脑有趋于最简单的结构倾向的作用,所以,简单的特征与我们人类的心理需求相符合^[5]。

(3)认知学的角度:人们在认知世界的过程中为了对事物加以区别,将事物的形状简单概括为:正方形、长方形、菱形、圆形、三角形等,这些基本的几何形状是构成一切事物特征的重要组成元素,是图像特征中最为基本的表达样式^[6]。

川南墓葬石刻图像的特征可分为:审美特征、文化特征以及艺术风格特征等。尽管这些特征在表现形式上千差万别,但是,最终它们都是通过“形状”的形式呈现出来,并且这些“形状”特征鲜明,是川南地区石刻艺术区别于同时期其它地区石刻艺术的重要标志。因此,对川南地区石刻图像特征提取的研究,就是对“形状”的基本组成元素的不同组合关系进行分析与比较,并挖掘其深层次艺术审美内涵的研究。鉴于上述原因,在川南石刻图像特征提取研究中,我们尽可能提取石刻图像中最有代表性的特征,以简化分类识别的任务,使之更利于系统识别。

3 川南石刻图像特征分析

南宋时期川南地处我国西南一隅,交通十分不便,广大民众在思维意识上发展相对缓慢,正因为如此,在民俗风情上却自成一体,独具地方风格与特色。下面结合我国考古发掘同时期的墓葬石刻与砖雕,对川南地区石刻图像特征的唯一性进行分析。

3.1 发髻特征

在川南地区石刻艺术图像中,发髻的样式非常丰富,比如:少女的双髻、妇女的高髻、舞女的花冠、男子的幞头、武士的头盔等,在这些发髻样式中,有些是对前朝发髻样式的延续,有些是受同时代北方金朝发髻样式的影响,有些与四川东部、西部、北部等地区的发髻样式相互交流,但是,最为重要的是其中部分发髻的样式独具川南地方特色,区别于其它任何地区的发髻样式。下面我们对这些具有唯一特征的发髻样式进行分析:花冠是宋代十分流行的一种冠饰,花冠的制作方式有两种,一种直接用鲜花制成,另一种用假花或精美的花纹装饰制成,因不受时节限制深受广大妇女的喜爱。川南地区泸县出土的舞女花冠属于后一种类型,花冠上装饰着精美的花纹,左右两侧微微向上翘起,顶部有两脚往下微微下垂,因质地柔软,称之为软脚花冠。这种冠饰在造型上具有典型的川南地区本土文化特色,明显不同于我国宋代其它地区出土的花冠样式(如图 2(a)所示)。川南地区南宋墓葬石刻中武士石刻的数量十分惊人,造型也独具特色。同一时期四川广元宋墓、荣昌许溪公社沙坝子宋墓以及成都近郊虞公著宋墓,都有武士石刻出土,但是,在造型样式上远不及川南墓葬石刻丰富。南宋时期川南地区地理位置特殊,与元军对峙达 34 年之久,在此 34 年当中双方虽然在战事上相互对立,但是,在文化上却相互交汇融合,这种融合具体表现在墓葬石刻中武士

的服饰特征上,其造型式样与风格迥异于其它地区。其中女将军石刻是我国历代墓葬中极为罕见的艺术表现题材,女将军头盔的样式明显具有蒙古风帽的造型特色,而头盔下飘逸的巾带又烘托出南方女性的柔美与灵性(如图 2(b)所示)。男武士头盔样式十分复杂,单此一项的区别就不下于十余种,这在我国墓葬石刻艺术中是极为鲜见的。图 2(c),(d)所示是具有川南地域特征的头盔样式,这些头盔样式造型典雅别致,雕刻工整中又有着几分写意的韵味。

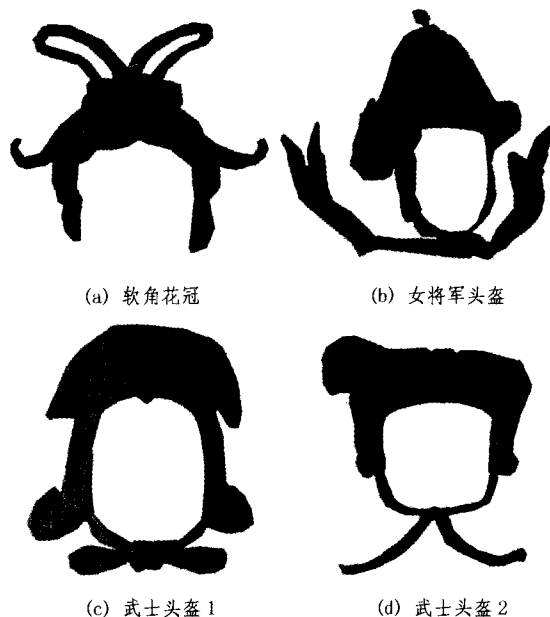


图 2 川南石刻图像发髻特征图

3.2 花卉特征

川南墓葬石刻花卉图像中,莲花不是生长在荷塘中的自然姿态,而是被人采摘以后用丝带系扎,在造型上呈现出略微倾斜的艺术表现形式。这种系扎丝带的莲花表现样式在我国金代甘肃地区墓葬砖雕中有实物出土,不同的是甘肃砖雕中的莲花姿态是端正插入花瓶之中,而川南石刻莲花以折枝的形式出现,且以倾斜的表现形式为主。川南墓葬石刻莲花的造型样式在同时期的川北地区广元宋墓中也有出现,但是,广元宋墓中莲花石刻是雕刻在墓室的横梁上,表现为长方形构图,而川南地区墓葬石刻中的莲花雕刻是在墓室假门上部的格眼位置,因此,为正方形构图。通过以上分析得到:a. 正方形构图;b. 略带倾斜艺术表现形式;c. 系扎丝带等三种特征共同组合构成了川南墓葬石刻中莲花的唯一特征(如图 3(a)所示)。菊花在川南墓葬石刻中数量较多,都是以折枝的形式出现,并且花头硕大,置于画面靠近中心的位置,花瓣层层叠叠,枝叶浓密,花的品种各不相同。同时期北方金墓砖雕中也刻

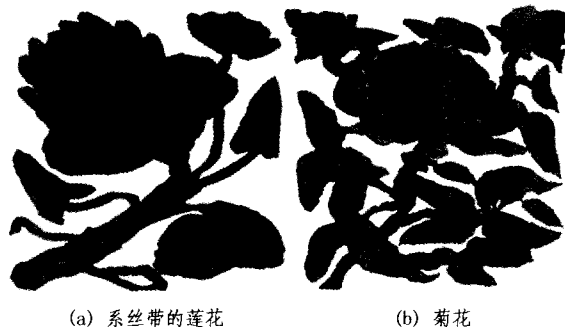


图 3 川南石刻图像花卉特征图

有菊花,但菊花均被插于瓶中且花蕊较大花瓣呈单瓣,其品种与造型样式与川南地区截然不同。与此同时,川北地区广元宋墓中也有菊花石刻,由于在地理位置上处于川南与北方之间,因此,菊花石刻在造型与表现风格上同时具有川南石刻与北方金墓砖雕的艺术特色。菊花在艺术表现上采用折枝的形式,在品种上又统一雕刻成单瓣。因此,根据以上分析:a.折枝形式;b.花头复瓣;c.枝叶浓密,成为川南地区菊花石刻的地域表现特征(如图4(b)所示)。

3.3 鸟禽特征

川南墓葬鸟禽石刻图像中的双凤与双孔雀在造型上体现出强烈的地域特色。北方金朝墓葬砖雕中的孔雀与凤凰都是单只出现的,与花卉组合在一起,雕刻在墓室的屏风之上,构图为方形。而川南墓葬石刻中双凤被安排在一个圆形的边框内,双凤各占据画面一半的位置,并呈现出适合圆形边框的走势。双孔雀被雕刻在一个菱形边框内,孔雀形体富于变化长尾微微向上呈弧形与颈部相连接,构成一个平放的“S”型,孔雀双首相交又呈现出一个强烈的反“S”型,两个“S”型组合使画面充满了优美的韵律。故川南墓葬石刻中的双凤具有:a.圆形;b.一双;c.适合边框构图等特征。双孔雀具有:a.菱形;b.一双;c.“S”型构图等特征,这种独特的艺术表现方式,体现出川南民众对事物具有“阴”、“阳”两方面相互对立与统一关系的独特认识方式,从而具有浓郁的地域特色(如图4(a),(b)所示)。

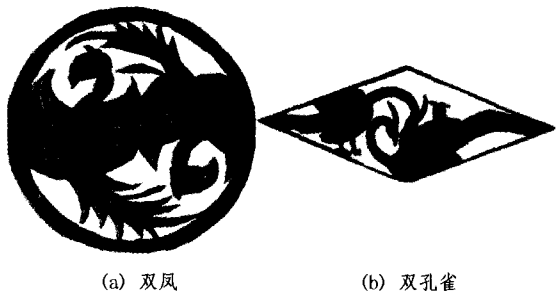


图4 川南石刻图像鸟禽特征图

3.4 兽类特征

川南墓葬石刻中狮子戏球图,着重表现狮子在戏球过程中立、卧、扑、抓等精彩动作,石狮以游戏、表演、杂耍等姿势为主,给人以轻松、愉快的审美感受,表现出川南地区民众滑稽、幽默的地域文化特征与敏锐、灵巧的个性特点,充满了生活的情趣,独具地方风格与特色(如图5(a)(b)所示)。同时期的北方金墓砖雕中,石狮雕刻以表现风驰电掣的奔跑姿势为主,表达的是北方游牧民族强健、彪悍的个性特征,与川南地区的墓葬石狮雕刻截然不同。

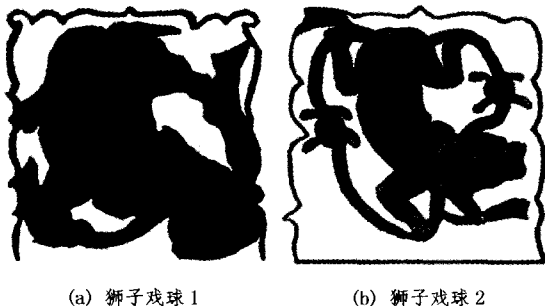


图5 川南石刻图像狮子戏球特征图

3.5 朱雀特征

朱雀是我国古代传说中四神的一种,是南方民族古老的图腾形象,它在墓室中的出现具有护佑灵魂升天的作用。朱

雀的形象在我国宋代主要雕刻在地面之上的碑刻中,其表现姿态为侧面、展翅欲飞。而完全正面的朱雀造型仅在我国辽代一座皇室墓葬中和川南地区的石室墓葬中有实物出土。辽墓中的朱雀身躯庞大,表情凶猛,令人心生畏惧。川南墓葬石刻中的朱雀形象雕刻得十分人性化,朱雀身材小巧玲珑,踏于祥云之上,表情温顺可爱,给人憨态可掬之感(如图6(a),(b)所示)。



图6 川南石刻图像朱雀特征图

本文结合笔者在艺术领域研究的前期成果,深入分析了川南地区石刻艺术图像所具有的地域性特征。地域特征是南宋时期川南地区墓葬石刻图像中独一无二的特征,它独立、显著、鲜明,是判断一幅石刻图像是否属于南宋时期川南地区的标准。

4 川南石刻图像特征提取与识别方法研究

4.1 川南石刻图像特征提取方法

在川南墓葬石刻图像特征提取研究中,针对石刻图像的不同表现内容,其研究步骤与方法如下:

(1)特征分析:先将川南石刻图像与同时期的石刻图像进行横向比较,再与川南地区历代石刻图像进行纵向的比较,分析判断它们之间的相同之处和重要差异。

(2)特征提取:提取川南墓葬石刻图像中最具代表性、区别性的唯一特征,并将其存入到石刻图像特征库中。

(3)特征选择:将提取到的特征在识别系统中进行反复比较,保存最佳特征,消除冗余特征,以进一步提高识别的精度。

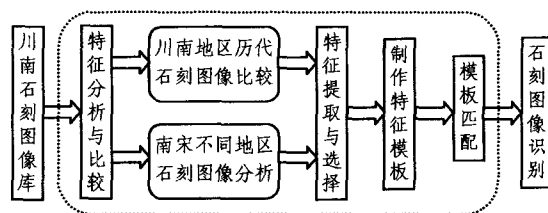


图7 川南石刻图像特征提取结构图

到目前为止,没有任何一种方法能够普遍适用于各种图像识别,因此,针对川南石刻艺术图像的特征,我们对具体问题具体分析,采用多种方法进行试验,找到真正适合川南石刻图像分类识别的方法,这是特征提取研究的关键所在。

4.2 川南石刻图像特征模板选择

在川南地区石刻图像特征提取研究中,特征模板的选择对识别的结果具有重要的影响,经反复的比较,我们将命中率最高的特征图像制作成特征模板,并制定了以下原则:

- (1)识别库中的同类图像要有一定的数量保证;
- (2)每一类别的图像尽可能只提取一幅作为特征模板;
- (3)特征模板具有的特征要显著、可区分性强,并具有唯一性;
- (4)特征模板的外形尽可能要简洁、整体;
- (5)二值图像处理后的特征模板区域闭合情况要好;

- (6)特征区域内像素点的密度要高;
 (7)特征模板在同类图像中所占的区域面积要大;
 (8)模板的特征要稳定、抗干扰能力强,能容忍一定的偏差。

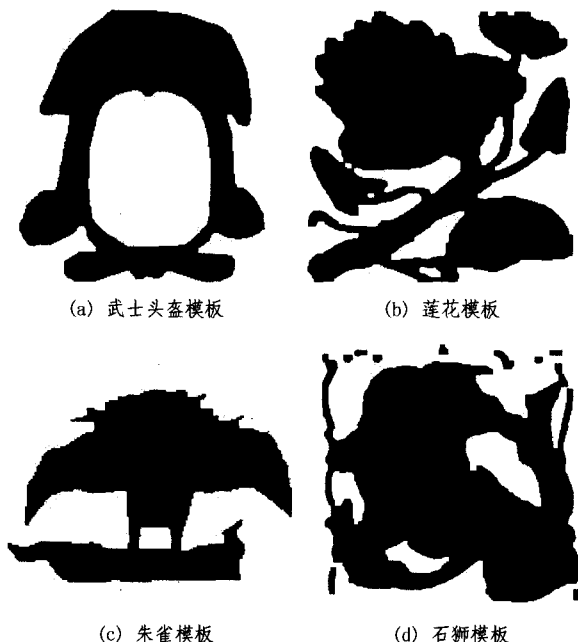


图8 川南石刻图像模板选择效果图

4.3 川南石刻图像特征匹配方法

川南墓葬石刻图像的特征强烈依赖于图像本身的形状信息,几乎不涉及色彩和纹理方面的内容,因此,形状是特征提取研究的重点和关键。形状在计算机模式识别中,通常是对目标范围的二值表示,可以看作是目标的轮廓,也可以看作是目标的区域,具有突出、稳定、对光照与尺度旋转不敏感等性质。目前用于图像识别的形状描述方法主要是基于边缘的和基于区域的形状匹配方法。基于区域的形状匹配方法是通过图像分割技术在图像中提取出感兴趣的“区域”,然后根据特征“区域”内像素点的分布信息来实现图像之间的匹配对应关系,最后利用相似性测度来确定识别的结果,它适合于区域能被较为准确地分割出来的图像,是目前最具有鲁棒性的和有效的图像匹配方法。我们在川南石刻图像识别的前期预处理阶段,由于对图像的边缘轮廓进行了较好的分割,为特征提取与识别研究提供了良好的前提,因此,适合采用基于区域的形状匹配方法。该方法根据图像的区域特征建立两幅图像之间的匹配对应关系,再利用区域内部的像素点集来实现图像之

间的变换映射。该方法操作的关键在于特征提取的有效性、模板选择的精确性以及图像匹配算法与阈值的设定是否恰当等,这些都是特征提取研究必须要考虑的问题。

5 实验结果分析

本研究的实验环境是:操作系统是 Window2000 的 Server;具有 2GB 的内存;仿真软件是 MATLAB;测试数据集使用自建的川南地区南宋墓葬石刻图像识别库,该识别库有彩色石刻图像 300 幅,采用本文提出的特征提取方法,系统识别率达到 92.3%(如表 1 所示)。实验结果表明我们提出的特征提取方法,比基于灰度的识别方法,正确率提高了数倍,比目前人工识别的方法,准确率又有了较大的改善,达到了较好的识别效果。

表1 川南石刻图像识别方法对比表

方法排序	采用的不同识别方法	识别率
1	基于灰度的模板匹配方法	20~30%
2	人工识别石刻图像的方法	65.8%
3	基于特征提取的模板匹配方法	92.3%

结束语 ①针对川南地区石刻图像鲜明的地域特征,本文设计了川南石刻图像识别的系统结构与特征提取的方法,并对特征提取与识别中的关键环节进行了重点研究;②本文结合艺术领域研究的前期成果,分析了川南地区石刻图像的唯一特征,并通过深入的比较剖析形成了这些唯一特征的主要构成元素;③本文根据川南石刻图像的特征情况,建立了石刻图像特征模板选择的基本原则;④本文提出的特征提取方法简单、有效,大大降低了计算的复杂度,在识别中取得了较好的效果;⑤本研究是计算机特征提取研究在艺术领域应用的初步尝试,具有开拓性的意义。如何改进现有特征提取算法使识别精度提高,是进一步的研究方向。

参考文献

- [1] 四川省文物考古研究所编著. 泸县宋墓. 北京:文物出版社,2004
- [2] 王家文,曹宇. MATLAB6.5 图形图像处理. 国防工业出版社,2004
- [3] 张洪刚,陈光,郭军. 图像处理与识别. 北京邮电大学出版社,2006
- [4] 郭茂来,著. 视觉艺术概论. 人民美术出版社,2000
- [5] 美·欧文·洛克. 知觉之谜. 武夷山,译. 科学技术文献出版社,1989
- [6] 鲁道夫·阿恩海姆. 艺术与视知觉. 加州大学出版社,1974

(上接第 260 页)

法只在理想的情况下(每个结点读取相同大小数据,不考虑各进节点之间等待的条件)下实现。下一步考虑在复杂情况对并行算法进行研究。

参考文献

- [1] 李晓梅,等. 并行与分布式可视化技术及应用[M]. 北京:国防工业出版社,2001
- [2] 金哲凡,林海,石教英. 数据分布型 sort-first 并行图形绘制系统的研究与实现. 计算机研究与发展,2004,41(2):376-382
- [3] 袁非牛,廖光焯,范维澄,等. 基于光线投射算法的混合场景可视化. 中国图象图形学报,2005,10(7):850-855
- [4] 刘杰,李政,康克军,等. 高效光线投射体绘制算法研究. 计算机

辅助设计与图形学学报,2002,14(7):629-631

- [5] 马仁安,张二华,杨静宇,等. 不规则地质体的分割与体绘制方法研究. 计算机研究与发展,2005,42(5):883-887
- [6] 马仁安,张二华,杨静宇. 三维地震数据场的快速体绘制方法. 计算机辅助设计与图形学学报,2005,17(5):1008-1012
- [7] Liang K. Interactive parallel visualization of large particle datasets. Parallel Computing,2005
- [8] Strengert M. Large volume visualization of compressed time-dependent datasets on GPU clusters. Parallel Computing,2005
- [9] David E. DeMarle Memory sharing for interactive ray tracing on clusters. Parallel Computing, 2005
- [10] Jianwei, Li Wei-keng, Alok L. Choudhary Parallel netCDF: A High-Performance Scientific I/O Interface. ACM SC'03, 2003(11):15-21