

分形图形分布式 并行生成技术

孔令富 王 璿 编著

88
4



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

分形图形分布式 并行生成技术

孔令富 王 璿 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

HW1/69/06

内 容 提 要

本书主要以分形图形为研究对象, 介绍构筑并行/分布式系统的方法。书中的内容是燕山大学并行/分布式处理实验室近几年在并行计算和分布式系统研究方面的成果, 主要目的是为国内从事并行计算和分布式系统研究的工作者提供一本实用的参考书。书中前半部分论述了分形图形的分类、特点、计算的复杂性和利用并行环境生成与处理分形图形的必要性。后半部分介绍了在 PVM 和 MPI 两种并行编程环境下定义并行平台的编译实现、分布式计算处理、图形的生成与输出等内容。书中给出了一些典型的设计实例和实例生成时的一些性能与并行参数分析。

本书具有理论深入, 实用性强等特点, 可作为有关专业教师、计算机科研人员与应用技术人员的业务参考书, 也可以作为高等学校计算机专业本科生和研究生的参考书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

分形图形分布式并行生成技术 / 孔令富等编著. —北京: 电子工业出版社, 2004.1

ISBN 7-5053-9464-9

I.分... II.孔... III.①分布式计算机系统②并行算法 IV.TP338

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 115961 号

责任编辑: 寇国华

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 10.5 字数: 197 千字

版 次: 2004 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 2000 册 定价: 15.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

图形的分布式处理是 20 世纪 80 年代末、90 年代初期发展起来的一项新技术,它是图形学和分布式系统相结合的产物。分形图形学是图形学的一个分支,将分形图形学与分布式系统结合的分形图形的分布式处理是目前的新兴技术。

燕山大学并行分布式处理实验室主要从事分布式处理、并行计算和集群计算方面的研究工作。该实验室在教育部骨干教师基金和河北省教委基金的资助下,从 1999 年开始对分形图形分布式处理技术进行系统研究,并开发了分形图形分布式并行生成系统 DFGGS(Distributed Fractal Graphics Generation System)。

本书结合作者的研究工作介绍了在分形图形分布式处理方面的研究理论和实际应用技术,主要涉及分形图形分布式处理基础理论、分形图形分布式处理开发环境、分形图形分布式生成语言设计、分形图形分布式生成系统设计与实现,以及相关并行编程技术的改进等。

第 1 章~第 3 章从整体角度介绍了分形图形分布式处理技术的理论发展情况,包括分布式处理系统理论基础、分形图形生成算法、分形图形分布式系统生成参数开发准则及并行编程环境。比较国际上已发表的分形图形生成系统,并提出了一个平台的设计目标和思想。

第 4 章讲解了分形图形分布式生成语言 FDL(Fractal Definition Language),本章以复动力分形图形为例,通过对复动力分形公式的分析提取共性特征并参照通用语言的功能,设计了适用于分布式并行处理的分形描述语言。

第 5 章~第 6 章描述了 DFGGS 的软件设计和系统实现,主要涉及 PVM(Parallel Virtual Machine)环境下分形图形生成算法并行化实现的研究、解决并行编译、并行执行、任务的拆解、发送与接收等问题,以及分形图形分布式生成系统图形界面等方面的内容。

第 7 章~第 8 章首先阐述了分形图形生成中关键的着色处理,根据操作系统本身的显示机制,制定分形图形生成系统的调色板;其次分析了现有 PVM 在本系统使用中任务分配方面的弱点,提出了改进算法。

第 9 章~第 11 章介绍了 Linux 进程通信机制和另一并行编程环境 MPI(Message Passing Interface)。比较 PVM 和 MPI 并行编程环境,并给出了 MPI 环境下分形图形生成的实现算法及系统模块设计。为系统的进一步扩展和用户的进一步开发提供了选择余地。

第 12 章介绍了系统安装配置方法及一些应用实例。

本书的目的是介绍一个运行在 Linux 环境下,分布式处理过程对用户透明、用户界面友好、速度快、能够解释分形公式以生成各种复杂分形图形的通用生成工具。希望本书的问世能够对那些迫切需要这方面参考资料的读者有所帮助。

在此，对参与本书工作的燕山大学并行分布式处理实验室全体人员、本书选用参考文献的著作者，特别是参与过本书内容研究工作的我的硕士研究生曹立强、阎镇、周永强、马隽、马梁等同学表示真诚的谢意。

由于水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

孔令富

2003年10月于燕山大学

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 概述	2
1.2 分布式分形图形处理的研究内容	3
1.3 分布式分形图形处理的研究意义	4
1.4 分布式分形图形处理系统的定义	5
1.5 分布式分形图形处理的研究概况	5
1.5.1 消息传递环境	5
1.5.2 分形图形生成平台	6
1.6 分布式分形图形处理技术发展展望	6
1.6.1 分布式分形图形标准化	6
1.6.2 面向对象的分布式分形图形处理	7
第 2 章 分布式分形处理基础	9
2.1 并行处理的基本概念	10
2.1.1 并行算法的目标	10
2.1.2 并行加速比定律与可扩展性	10
2.1.3 分布并行处理模型	12
2.1.4 并行图形生成算法的评价标准	15
2.2 分形图形及其生成算法	17
2.2.1 分形简介	17
2.2.2 分形生成过程	17
2.2.3 分形类型及其并行化分析	18
2.2.4 分形的维数	19
2.2.5 复动力分形算法	20
2.3 分形图形开发平台参数确定准则	22
2.4 本章小结	22
第 3 章 开发环境简介	23
3.1 Linux 简介	24
3.1.1 Linux 概述	24
3.1.2 Linux 图形界面	24

3.1.3	Linux 下的开发工具	25
3.2	GTK ⁺ 简介	25
3.2.1	GTK ⁺ 简介	25
3.2.2	GTK ⁺ 与 Gnome 及各种软件之间的关系	26
3.2.3	GTK ⁺ 的基本编程过程	27
3.3	PVM 系统分析	29
3.3.1	PVM 的特点	29
3.3.2	PVM 系统的结构	29
3.3.3	pvmd 启动过程	30
3.3.4	PVM 系统通信方式	32
3.3.5	PVM 系统性能分析	33
3.4	操作环境	34
3.4.1	设备	34
3.4.2	支持软件	34
3.4.3	安装与配置	35
3.5	本章小结	36
第 4 章	分形语言设计	37
4.1	定义	38
4.1.1	对分形公式的分析	38
4.1.2	FDL 语言设计思路	38
4.1.3	单词	39
4.1.4	EBNF 语法规则	39
4.2	FDL 语法说明	41
4.2.1	一般说明	41
4.2.2	系统内建函数库	42
4.2.3	典型分形公式的 FDL 描述	43
4.3	本章小结	44
第 5 章	软件设计	45
5.1	系统分析	46
5.1.1	研究内容的定义	46
5.1.2	可行性分析	46
5.1.3	需求分析	47
5.2	总体设计	48
5.2.1	程序的流程结构	48
5.2.2	系统的模块划分	49
5.2.3	模块间数据流动说明	50
5.3	关键部分的详细设计	50

5.3.1	编译程序设计方法	50
5.3.2	Compiler 模块的 B 级蓝图设计	51
5.3.3	PVM 模块的蓝图设计	61
5.4	本章小结	65
第 6 章	系统实现	67
6.1	系统描述	68
6.2	系统总体说明	68
6.3	程序说明	69
6.3.1	编译模块	69
6.3.2	子程序	73
6.3.3	检测并处理由标识符引起的语义错误	80
6.3.4	并行模块	81
6.3.5	Slave 中的函数库	83
6.3.6	GTK 模块的编程实现	88
6.4	实现各模块之间的接口	95
6.4.1	实现 PVM 与编译模块接口	95
6.4.2	实现编译模块与 GTK+ 模块接口	95
6.4.3	模块接口涉及的表	95
6.5	本章小结	97
第 7 章	绘制分形图形	99
7.1	使用 16 种颜色绘制分形图形的弊端	100
7.2	使用多种颜色绘制分形图形	100
7.2.1	需要考虑的因素	100
7.2.2	浏览器安全模式调色板	100
7.2.3	分布式分形图形生成系统调色板的构造过程	102
7.2.4	自动颜色循环功能的实现	103
7.3	本章小结	104
第 8 章	提高 DFGGS 的并行性	105
8.1	PVM 自动分配任务策略的缺点	106
8.2	任务均衡分配的启发式搜索算法	106
8.3	一种提高 DFGGS 并行性的方案	108
8.3.1	任务的求模划分方法	109
8.3.2	任务的动态队列调度机制	109
8.3.3	性能分析	111
8.4	本章小结	112

第 9 章 MPI 和 MPI 程序设计	113
9.1 MPI 简介	114
9.1.1 什么是 MPI.....	114
9.1.2 MPI 的目的.....	114
9.2 MPI 程序设计.....	115
9.2.1 MPI 程序的基本结构.....	115
9.2.2 MPI 并行编程模式.....	116
9.2.3 MPI 调用参数.....	117
9.2.4 MPI 的通信机制.....	118
9.2.5 MPI 类型匹配规则和数据转换	120
9.2.6 MPI 消息.....	121
9.3 本章小结.....	121
第 10 章 Linux 进程和进程间通信	123
10.1 Linux 进程的环境	124
10.1.1 main 函数和环境表	124
10.1.2 C 程序的存储空间布局	124
10.2 Linux 进程控制	125
10.2.1 进程标识.....	125
10.2.2 用 fork 函数创建进程	125
10.2.3 exec 系统调用.....	126
10.2.4 wait 和 exit 系统调用	127
10.3 UNIX/Linux 中的进程间通信	128
10.3.1 概述.....	128
10.3.2 管道.....	128
10.3.3 系统 V IPC.....	129
10.4 本章小结.....	131
第 11 章 MPI 模块的设计与实现.....	133
11.1 PVM 和 MPI 比较	134
11.2 MPI 模块设计	134
11.3 性能分析.....	137
11.4 本章小结.....	138
第 12 章 分布式分形图形应用实例.....	139
12.1 配置和调试网络并行计算环境 PVM.....	140
12.1.1 安装 PVM.....	140
12.1.2 配置调试 PVM	140

12.1.3	网络并行计算环境的配置和调试	141
12.1.4	PVM 的典型程序——hello 程序.....	142
12.2	并行分布式处理 matrix 程序.....	142
12.3	经典 Mandelbrot 分形图形使用与未使用 WHILE 循环比较	143
12.4	其他分形图形程序生成实例	143
12.5	安装与配置 MPI.....	143
12.5.1	获得 MPI 的实现版本	143
12.5.2	安装 MPI.....	144
12.5.3	MPI 编译命令	145
12.5.4	MPI 程序运行命令和配置	145
附录 A		147
A1	hello 源程序代码清单	148
A2	matrix 源程序代码清单.....	149
A3	Mandelbrot 源程序代码清单	152
A4	其他公式变换	153
A5	本系统生成的一些分形图形的图例	153
参考文献		155

第 1 章

绪 论

图形的分布式处理是 20 世纪 80 年代末, 90 年代初期发展起来的一项新技术, 它是图形学和分布式系统相结合的产物。分形图形学是图形学的一个分支, 将分形图形学与分布式系统结合起来的分形图形的分布式处理是目前热门的新兴技术。

1.1 概述

随着科学技术的发展, 越来越多的领域(如科学计算可视化和多媒体计算和虚拟现实等)需要更加快速的计算能力。但是单个处理机的计算能力终究有限, 所以并行处理便成为解决这类问题的重要途径。

分形是近 30 多年来科学前沿领域提出的一个非常重要的概念, 具有极强的概括力和解释力。分形理论诞生于 70 年代中期, 创始人是美国 IBM 的研究人员 B.B.Mandelbrot, 他于 1982 年出版的《The Fractal Geometry of Nature》一书是这一学科经典之作。作为研究非线性科学的重要理论, 分形引起了研究者的高度重视和兴趣。国内外许多学者从事这方面的研究, 并且取得了一系列令人瞩目的成果[1,2]。

分形是通过变换与迭代的过程描述自然形态的有效的方法, 是当前描绘不规则集合形状的有力工具之一。它通常被用来产生自然景物仿真以及各种数学或物理系统的可视化, 并借助计算机, 用数学方法对分形区域进行着色处理。这些区域变成一幅幅精美的艺术图案, 称之为“分形图形”。分形图形具有丰富多样的形态、精细的结构及眩目的色彩, 在服装、工业图案素材、纺织纹样、印刷、装饰和陶瓷纹样等各个领域有广泛的应用前景。

分形图形计算生成是一个无限迭代的过程。一个 1024×768 像素的分形图形, 如果有 16 位色深, 那么整个图形的生成需要 100 亿次~1 000 亿次的迭代计算。每次迭代过程根据公式的复杂程度, 又需要经过几十次到上百次运算。这样的计算量在 PC 上完成需要大量的时间, 普通用户难以承受生成大规模分形图形所要等待的时间, 因此可以采用并行处理来缩短图形的生成时间。

研究图形的并行处理必须有支持并行处理的硬件结构, 多种类型的计算机被用于计算机图形学的研究。不同的硬件结构使用不同层次的并行机制, 一般来说, 小粒度并行需要同步控制和高速通信, 从而导致集中结构; 大粒度并行可以使用松散控制来获得更好的并行效率。

按照粒度增加的顺序可以把并行机分为 SIMD、向量机、阵列机和 MIMD, 其中 MIMD 又可分为以下两类。

(1) MIMD 共享存储器: 此类计算机由共享同一地址空间的独立的处理器单元组成, 超级图形工作站属于这种类型,

(2) MIMD 分布式存储器: 使用多个标准的微处理器和存储器来提供并行处理, 这种做法所花的代价较低。根据处理器之间的耦合度, 又可把 MIMD 分布式存储器系统分为多处理器系统和分布式系统。

- 多处理器系统: 由于这类系统易于构筑, 从而建立了许多试验性的多处理器系统, 比如 AT&T 的 Pixel 机。

- 分布式系统: 在分布式存储器并行结构中, 一种常见的并行结构是由多个工作站或其他机器通过网络连接而成, 这种联网计算机已经被普遍用来完成计算机动画和影视处

理等方面的工作。它们可以是全部由 PC 联网组成,也可以全部由工作站互连组成,还可以是由多台相距很远的计算机(工作站、个人机和巨型机等)组成的异构计算机系统。

由于分布式系统能够提供更多的存储空间、更强的计算能力,以及更高的性能价格比,因而得到了广泛的应用,如分布式专家系统、分布式数据库、并行程序设计语言,以及分布式科学计算可视化系统等。从 20 世纪 80 年代后半期开始,国际上逐步形成了分布式图形研究的热潮^[3,4,5]。

1.2 分布式分形图形处理的研究内容

20 世纪 70 年代以来,计算机科学界出现了两股潮流,一是计算机网络一体化(远程资源共享加上通信技术与计算机技术的结合导致计算机网络的产生,而远程资源共享与并行处理一起要求计算机网络向一体化的计算机系统发展);二是并行处理分布式化(一个大型的异步并行处理系统有大量的并行操作部件。如果只设有一个系统控制器,实行集中控制有明显的缺点,因此必须采用分布式控制。并行处理系统和分布式控制结合起来,从而使并行处理系统向分布式化方向发展。这两股潮流的汇合点是分布式控制的并行处理系统,即人们所谓的分布式系统。

分布式系统的潜在优点如下。

(1) 提高系统的可用性,当系统中的某些机器出现故障时可以采取有可能降低性能的方法使系统不停止工作。

(2) 提高系统的坚固性(Robustness)。

(3) 高灵活性,便于扩充和修改。

(4) 高性能,主要通过并行处理来得到。一个分布式系统不但有并行处理的能力,而且采用分布式控制,可以避免各类“瓶颈”与同步等待,所以有潜在的高性能。

(5) 高性能价格比。由于超大规模电路技术的飞速发展,单个芯片的功能越来越强,而价格却越来越低。因此用这种芯片或微型机(或工作站)来组成分布式系统,其性能价格比往往比单机系统高。

近年来,随着计算机本身速度的提高,图形硬设备和网络系统的发展,使得分布式图形处理得到快速发展。

计算机用于图形处理经历了以下几个阶段。

(1) 批命令方式图形处理。

(2) 主架机(mainframe)上的交互式图形。

(3) 在 PC 或工作站上的交互式图形。

(4) 基于计算机网络模型 Client/Server(客户/服务器)的图形应用。

分布式分形图形处理作为一个新的研究方向,一方面表现在分布式分形图形处理系统是一种特定的分布式系统;另一方面表现在分布式分形图形系统在本质上又是一种图形系统,以图形的高速生成为主要目标。它有自己的特性,如计算量大、有交互性要求,通信量大(有时需要在网上实现图像数据的传输)等。因此既不能把它作为一般的分布式系统,也不能把它作为简单的分形图形系统,而有必要把分布式系统与分形图形学结合起来进行研究。

分布式分形图形的研究内容包括以下几个方面。

(1) 分布式分形图形系统的软件结构和设计方法学(图形系统的并行性、支持图形分布处理的体系结构、并行层次、任务分解、负载平衡,以及分布式图形算法的效率评价等)。

(2) 分布式分形图形处理支撑环境。

(3) 分形图形的分布式处理算法。

(4) 分布式分形图形语言。

(5) 高性能应用系统^[7]。

本书的目的是介绍一个运行在 Linux 环境下,分布式处理过程对用户透明、用户界面友好,速度快并能够解释分形公式以生成各种复杂分形图形的通用生成工具。

1.3 分布式分形图形处理的研究意义

分形几何是描述非规则图形及客观对象的有效工具,特别是在模拟自然景物、动画制作、建筑物配景,以及影视特殊效果景物生成等方面。用传统的几何学几乎无法描述,而用分形方法,目前已经可以达到以假乱真的程度。“人工生命”(Artificial Life,简称 A-Life)是 20 世纪 90 年代初兴起的崭新的分形学科分支,也是当前计算机科学中继人工智能(Artificial Intelligence,简称 AI)之后另一个令人瞩目的研究领域。人工生命的研究目的不是要制造一种超级生命,而是试图在计算机上用能够自我复制并能进化的算法和程序为工具,探讨并阐明生命进化和生态系统的复杂性机理。除此之外,分形理论在经济学、工程控制与设计学等领域均有广泛的应用前景。但是由于分形结构具有无限的复杂性,在其算法实现时所需的计算量很大,导致分形图形生成时间长,因此分形图形生成速度是要解决的主要问题^[6]。

在分形图形加速研究中,可以使用并行机(比如 Cray 或银河机),但这对于一般用户代价太大。另外这类并行机往往机时紧张,对于交互性要求较强的分形图形应用,不适于在这类并行机上运行。

另一种提高图形生成速度的方法是使用专用的图形硬件,包括图形加速卡或专用图形工作站。对于大多数图形应用而言,专用加速硬件是合适的。但是由于分形图形生成的特殊性,因此专用图形硬件并不能解决分形图形加速的问题。

如今,逐渐普及的 Linux 操作系统和高速局域网络,为人们提供了获得更快计算能力的可能。我们可以利用某些分形图形计算的相邻点无关特性,将分形图形计算和分布式并行处理结合起来。即在分布式环境下并行计算分形图形,这样即可在不需要大量投资的情况下,满足分形图形生成对速度的要求。在计算机网络上进行分形图形加速的研究具有以下优点。

(1) 充分利用网络中的计算能力。

(2) 不增加额外的硬件开销。

(3) 各种设备、信息的共享。

解决复杂图形应用问题的一种行之有效的方法是把问题划分为可以并发执行的若干子任务,并使它们并行执行。由于高速网的出现和高性能工作站的出现,特别是网络分布式窗口系统的产生,使得很多以前只能用并行机才能得到满意解的问题,现在可以用一个联

网的计算机系统来解决。

与此同时,国内外对如何利用网络并行环境处理任务亦取得了一系列的成果。国内有多款成熟的分布式并行计算机研制成功,其中以国家智能计算机研究开发中心研制的国家863高技术项目曙光1000为代表。国际上由IBM公司研制的SP2一经推出,即畅销不止。

事实上,当前许多需要大型计算的课题都面临着这样的困境,一方面是计算能力的匮乏,一方面是计算复杂性的快速增长。本书的研究内容对于解决这类问题将具有借鉴和参考价值。

1.4 分布式分形图形处理系统的定义

分布式系统是由多个自治且不共享存储器的处理器组成,它们通过通信网络发送消息来协同工作,分布式图形系统是指面向图形的分布式系统^[7]。分形图形是图形学的一个分支,分布式分形图形系统是指面向分形图形的分布式系统。

分布式分形图形处理系统=并行处理+分布式控制+分形图形系统

分布式分形图形处理系统有以下特征。

(1) 各个处理部件是合作自治的,处理器资源是分散的。其中用于连接多台计算机和图形设备的网络可以是局域网(LAN),也可以是广域网(WAN),每台计算机都有自己的操作系统和显示设备。通常教学实验环境中用到的是建立在联网微机环境下,操作系统选用Linux,通过增加PVM层等组成的分布式系统。

(2) 系统资源对用户是透明的,有一个或多个系统控制器负责系统的全局控制,系统状态由所有的控制器共同决定。

(3) 所有的合作进程包括系统控制器之间的进程通信按双边协议的消息通信,由于采用了PVM作为中间通信层,所以双边的进程通信依靠PVM消息通信机制来完成。

1.5 分布式分形图形处理的研究概况

国内外对如何利用网络并行环境处理任务已经取得了一系列的成果,将并行计算用于分形图形处理的研究处于起步阶段。

1.5.1 消息传递环境

网络并行需要一个可移植的网络计算环境,使用户能在通用平台上运行程序。对已有的程序不必做大的修改,即可使用户在该环境下写的程序可以在其他可移植的编程环境下运行,这对于高速网络异构环境来说是很重要的。目前通用的消息传递环境主要有PVM(Parallel Virtual Machine, 平行虚拟机)、MPI(Message Passing Interface, 消息传递接口)、Linda和Express等。下面介绍比较通用的PVM和MPI^[9, 10, 11]。

PVM是美国国家基金会资助的公开软件系统,具有通用性强及系统规模小的特点。它既适合TCP/IP网络环境,又适合MPP大型并行系统。而且由于Linux操作系统对PVM的良好支持,所以使得只需要少量投资即可建立起并行系统。

MPI为了统一互不兼容的用户界面,1992年成立了MPI委员会,负责制定消息传递

界面的新标准,支持最佳的可移植平台。MPI的目标是要开发一个广泛用于编写消息传递程序的标准。

本书中的分形图形并行生成系统分别在以上两种消息传递环境下实现,其中第3章~第6章是对分形图形并行生成系统的设计与实现的介绍,在这部分介绍中系统的并行处理部分是在PVM环境下实现的;对于在MPI环境下的设计和实现,则在第9章~第11章中介绍。

1.5.2 分形图形生成平台

在分形图形的通用生成平台方面,国内外已经有一些较为成熟的软件面世。其中比较成功的,国外有F.Slijkerman开发的Utral Fractal,国内有孙博文开发的FDer 2.0。Utral Fractal可在Windows 98/NT上运行,支持多CPU环境。它在提供经典分形图形绘制算法的同时还提供了一套分形图形定义语言,用户可以使用这种语言自由地绘制自己的分形图形;FDer 2.0是用于IBM PC及其兼容机的交互式分形图像设计系统,用户不必具有分形几何学的艰深知识,即可轻松地绘制出精美的分形图像。

这两种分形图形绘制工具均基于Windows操作系统,虽支持多CPU环境,但是并没有达到真正意义上的并行处理,因此计算能力有限。同时目前建立在X-Window图形系统上的分形图形绘制工具功能有限,且同样仅能在单机环境下生成少量经典算法的分形图形。所以我们有必要开发一种能通过语言描述来实现分形图形并行生成的处理平台,用于更快地生成分形图形。

1.6 分布式分形图形处理技术发展展望

本节讨论分布式分形图形标准化、面向对象方法在分布式图形系统中的应用等重要问题。

1.6.1 分布式分形图形标准化

随着分布式分形图形计算的发展,有必要建立分布式分形图形标准。这方面已开展的研究工作的一个方面是把现有的图形系统在网络环境下实现,使其支持分布式处理。特别是分形图形在生成原理上有着极大的相似性,使得分形图形的标准化更有其方便性。图1-1描述了单机环境下分形图形通用生成平台层次模图与分布式环境下分形图形通用生成平台的层次模图。

由于分布式分形图形处理的发展历史较短,因此目前就着手制定分布式图形的标准还为时过早。但是可以对分布式图形系统提一些要求,或者制定一些局部标准,从而便于分形图形生成和资源的共享。这些要求如下。

- (1) 统一的分形描述语言。
- (2) 分布式分形系统API。
- (3) 数据格式及传输协议。
- (4) 性能分析工具。

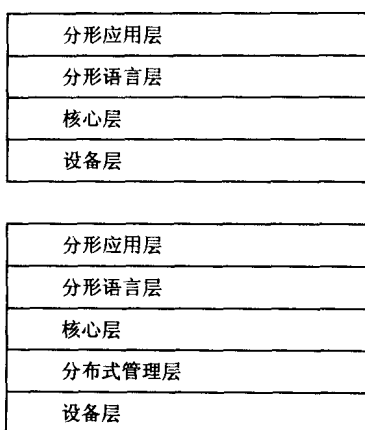


图 1-1 单机环境(上)与分布式处理环境(下)层次图

1.6.2 面向对象的分布式分形图形处理

面向对象的程序设计(Object-Oriented Programming, OOP)是一种新颖的程序设计思想, 由于它较好地解决了软件功能部件化和可重用性问题, 从而日益得到了人们的重视和应用。OOP 不同于一般程序设计之处在于它是以对象为中心, 要求对象对其自身进行运算, 而不是将数据传给过程。OOP 在很多领域得到应用, 如软件工程、数据库和计算机图形学。在分布式图形处理研究中, 引入 OOP 是一种发展趋势。可以把图形对象分为局部对象和远程对象, 局部对象运行于本地, 通过消息传递完成与远程对象的交互操作, 可以有效地支持分布式处理^[12,13,14]。