

基于PCTE标准的现代软件工程环境EMERAUDE

王铁男 冯克清 孟庆昌 王成耀

(北京信息工程学院)

(北京科技大学)

摘 要

由三家法国公司(Bull, Eurosoft, Syseca)组成一个叫做GIE Emeraude的联合体,依照著名的PCTE定义,实现了一个工业化产品Emeraude, Emeraude是一个PCTE标准工具接口,能为各种软件工程项目的发展提供良好的基础,并且可运行于多种计算机上,因此,适合各种软件开发组织的需要。值得指出的是,为了支持基于UNIX环境的移植,Emeraude工具集不但由专门的开发工具组成,而且很多工具是在UNIX环境下使用的,因而,使得PCTE工具接口能被软件开发者和工具编写者所利用。本文较为详尽地分析和概述了Emeraude这一现代软件工程环境,并将围绕PCTE和Emeraude有关的项目展现给读者,以使读者了解国际上这个领域的发展情况,为我国八·五期间软件工程环境的建造做好吸收、借鉴工作。

一、引言

随着计算机软、硬件技术的迅猛发展,软件开发在理论、方法、环境等方面也在不断更新变化。人们在实践中总结过去的经验和教训,逐渐认识到:对于软件生产者来说,软件赖以建立的环境是何等重要!于是,在软件工程领域,软件开发环境及其标准化成了热门的研究方向。软件工程环境提供对软件生命周期全过程的计算机辅助支撑,将软件工程方法、技术及工具“物化”到软件开发环境中,帮助软件人员有效地完成特定的软件开发和维护任务,从而缩短软件研制周期,改进软件质量,提高软件开发效率。正当软、硬件工作者朝着软件开发环境集成、面向对象的信息管理、各种用户界面与智能接口的统一标准努力探索的时候,一个为了获得软件产品设计的一致性而建立的标准——PCTE (The Portable Common Tool Env-

ironment)诞生了,这个标准得到了广泛的接受,目前已具有重要影响。基于这个可移植的通用工具环境,一个实现其标准的工业化产品Emeraude也随之问世了。Emeraude实现了PCTE标准工具接口,同时在外层上汇集了许多工具,构成了一个完整的集成化项目支撑环境,从而使软件人员能利用PCTE接口进行开发工作。

二、EMERAUDE概述

在开发PCTE的时候,就有法国的三家公司Bull、Eurosoft与Syseca组成联合体,响应法国国家软件工程计划关于软件工程环境“宿主结构”的意义及实现倡议,决定生产一个具有工业价值的实用PCTE接口,即Emeraude项目。目前,Emeraude第一版已在Bull机的SPIX (UNIX)内核中实现,用于SPS、DPX系列计算机。作为Esprit SA-PPHIRE项目的一部分,Emeraude已被移植

到了SUN3、HP9000/3000、IBM PC与VAX工作站上。Emeraude第二版已在ENTERPRISE2项目的早期阶段研制成功。Emeraude是一个工业化产品，可满足不同软件开发组织的需要，为各种软件工程项目的开发提供了基础。

Emeraude除实现了PCTE标准之外，还提供了许多系统工具（包括语言工具、通信工具、配置管理工具、项目管理工具、文档支持工具、系统管理工具等）、一组初始工具集（包括会话管理工具与软件开发所需的工具）以及某些标准化接口。

Emeraude的开发者充分考虑到作为一个产品打入市场应具备的条件，因而在项目开发中贯穿了两个主导思想：一是系统资源对用户透明，二是与UNIX全兼容。Emeraude的主要功能目标可概括为：

(1) 与UNIX兼容，使许多UNIX工具和程序能在Emeraude下运行。

(2) 提供一套基本机制，包括UNIX已有的机制和设施，并将其扩充为对象管理系统(OMS)。

(3) 提供一个分布式数据库，允许数据库的内容透明地分布在Emeraude主机网络下所有的用户之中。

(4) 提供分布式结构，允许每台机器上的用户共享其他用户的资源，实现资源共享。

(5) 用户接口能使用户利用由图形、多窗口及指示设备提供的功能，提供交互对话的手段及特定设备的高级服务设施。

三、EMERAUDE的组成与结构

Emeraude的结构可简单地用下列公式表示：

Emeraude = UNIX V X-open + 对象管理系统及分布的基本机制 + OS级工具 + 用户接口

其主要特点表现在：

- 采用了UNIX的基本机制。
- 其命令语言包含了UNIX的Shell，是

标准UNIX Shell的扩充，并且是面向对象的。

- 具有透明的分布式结构，可对执行过程实施动态控制。

- 由对象管理系统处理UNIX文件，对用户是透明的。

- 为UNIX开发的工具可以移植到Emeraude中。

1. 基本机制

Emeraude的基本机制在很大程度上受了UNIX的影响，它用于在环境中通信及进程管理，主要包括执行、通信、活动与对象管理系统。

(1) **执行机制** 与UNIX类似，程序的执行由Emeraude环境中的进程来完成。Emeraude提供的控制程序执行的功能有：start, call, exit, wait, terminate, suspend与resume。此外，为了与UNIX兼容，还提供了UNIX的fork与exec。

(2) **通信机制** Emeraude的通信机制与UNIX兼容，用来处理对象内容的存取、进程间通信等。此外，这些机制的扩充改进了进程间的合作与同步，同时可实施对消息队列的操作，如消息队列的选择命名与扫描等。

(3) **活动** 活动(Activity)是用于产生一组相关操作的框架，与一组资源相联系。为了保证数据存取的一致性、完整性及对用户的透明性与可适应性，Emeraude提供了活动机制，其中大部分功能是针对并发控制而设置的。并发控制机制的最小信息单位是对象或链(link)，二者均称为资源。在下列情况下，资源被认为是“忙的”：

- 对对象来说，其内容是打开的，或包含于正在执行的操作。

- 对模式定义集(SDS)来说，若包含于一个工作模式(WS)中。

- 对进程的静态环境来说，若该进程在运行。

进程与活动的关系是：一个进程在一个

活动的环境中开始，其本身又可以控制另一个活动。为了在并发活动中保护数据的完整性，活动分为三级：

- 非保护级：数据不需要保护。
- 保护级：需要保护输入数据。
- 事务级：需要对输入输出数据予以保护，具有原子性。

(4) **对象管理系统(OMS)** 在PCTE标准中，所有现实世界的实体统称为对象。作为一个软件工程环境，要求对众多对象（如文件、文档、项目、设备）实施有效管理，不仅能够描述各种对象及其相互关系，而且必须提供有效的存储机制与方便的访问手段。

OMS的提出，旨在用统一的方式来管理所有对象。OMS以E-R模型为基础，定义了对象、关系及属性。对象库(object base)用网状结构表示，其中以对象做为结点，以关系做为对象之间的双向联系，它是由两个对象之间的单向链定义的。对象、关系及属性均具有类型(type)，以定义其基本性质。类型定义由模式定义集提供。为了适应用户及工具的特定需要，可建立仅包含所需类型定义的工作模式，这就使得用户或工具具有由工作模式定义的特定对象库视图。

Emeraude以OMS取代UNIX的文件系统，允许用户给对象设置属性，也允许设置对象间的各种关系。

2. 分布式结构

PCTE标准把分布式定义为“支持工作站网络环境透明性的机制和协议”。**Emeraude**是在局部网上实现的，由功能很强的工作站和各种资源组成，所有资源均可共享。在用户看来，**Emeraude**似乎在一台单机上工作，每个用户可以完全独立于其它用户工作。工作站没有层次定义，但有一个主工作站。这种结构为环境中的所有用户提供了一个统一的资源系统，在各个用户和物理成份上透明分布。

(1) **对象的分布式** OMS数据库被划分

为卷，每卷由一个OMS对象表示，对应于虚拟磁盘，其内容也许被存贮在固定大小的UNIX文件中。一旦某卷被安装，系统所有部分均可使用。卷可被静态建立，亦可动态安装或拆卸。分布式机制通过确定对象的位置和提供远程访问来实现对对象的透明访问。

(2) **活动的分布式** 对于活动来说，分布式的目标在于完整性与并发性的控制管理，为此，**Emeraude**提供了下列手段：

- 活动环境的标识；
- 卷级联机管理；
- 活动的分布式终止。

(3) **进程的分布式** PCTE进程由可执行代码、数据与执行环境三部分组成，对应于唯一进程标识符。进程的分布式具有下列特征：

- 对进程的一般访问；
- 访问远程资源的能力；
- 在其它机器上建立于进程；
- 进程中对象的使用不依赖于其所在位置。

(4) **网络管理** 每个工作站作为对象库中的一个对象，其标识符是唯一的，被确保整体透明性的原语加以显式使用。分布式机制负责管理工作站的静态布局（包括联结或断开），并要求管理与配置信息尽可能隐藏安装布局，这些信息被复制在每个工作站中以便给工作站充分的自主权。

(5) **进程通信** 命名的管道和消息队列被作为OMS对象来管理，未命名的管道通过建立一个分布式的进程结构来管理，所有这些操作对用户是透明的。

综上所述，**Emeraude**环境分布式的主要特征可概括为：

- 分布式的OMS组成、进程通信与进程执行，且具有透明性。
- 配置控制的分布式管理。

3. 用户接口

Emeraude环境是基于多进程的，多个

工具可同时运行。每个工具可以利用一个或多个窗口来显示文本或图形信息。用户接口分为两级：

- “机器”级：对应于低级的显示操作，如屏幕管理。

- “用户”级：对应于用户与运行工具之间的高级操作，如交互管理。

此外，用户接口提供了位映象图形设备的使用与虚拟终端的概念以及基本的工作台(desktop)和扩充的UNIX Shell命令语言，允许用户启动和控制工具及应用程序的运行，为用户提供了十分方便的交互手段。

(1) **图形用户工作站** 图形用户工作站允许用户充分利用窗口、菜单及各种命令格式与系统交互。Emeraude是基于多窗口的，用户或工具可同时显示几组信息。借助鼠标等指示设备可方便地对菜单项作出选择，使用命令格式可方便地进入文本命令。除了显示大量的文本信息之外，用户可以图形方式操纵和显示数据。用户可以把这种工作站当作标准的字母数字终端和高分辨率的位映象图形设备。

(2) **虚拟终端** Emeraude提供的虚拟终端可用于显示操作，每个虚拟终端与一组窗口相联系，通过它用户能看到与特定应用相关的全部或部分信息。用户能够同时显示多个窗口，因此，可同时运行多个应用程序。

利用虚拟终端，可将屏幕管理与应用的管理分离，通过将用户接口分为两层，即用户代理(agent)与应用代理，使得这种分离成为可能。用户代理接收来自键盘或鼠标的事件，管理窗口，协调屏幕信息的操作，应用代理管理应用的输入和输出，同时响应来自用户代理关于显示或输入处理的请求。

总之，Emeraude提供了以各种方式操作的标准虚拟终端(SVT)对话管理。

(3) **基本工作台** Emeraude的基本工作台提供了一个简单有效的接口，使得用户能够航行和管理对象体。例如，用户可以显

示有关对象库的信息，显示和操纵参考对象信息、执行选择对象的菜单命令，通过建立或替换参考对象航行在对象库中。工作台不仅能使用户使用鼠标在图形方式下执行这些任务，而且还可通过键盘命令得到非图形的结果。

(4) **Shell命令语言** 为了保持兼容性和可移植性，Emeraude命令语言在标准UNIX Shell的基础上，增加了一些新的特征。对Shell的输入是以文本命令定义的，这些命令可直接来自键盘，也可通过菜单选择生成。由菜单所生成命令的范围可由用户自行定义。

四、与UNIX的比较

1. 和UNIX兼容

Emeraude同UNIX V X-open版兼容，可将大量为UNIX开发的工具与实用程序集成到Emeraude环境中。许多PCTE的设计特征正是朝着与UNIX兼容的目标努力的。例如：

- Emeraude包括了UNIX的基本机制。
- 命令语言是标准UNIX Shell的扩充。
- Emeraude由对象管理系统管理对应于UNIX文件的对象类型。

和UNIX兼容，不仅意味着Emeraude能充分利用大多数UNIX环境下已有的通用工具，同时还能提供一个具有UNIX特征的环境，并通过扩充实现透明的分布式以及对程序执行的控制。从总体意义上说，Emeraude包含了UNIX，且比UNIX功能更强。

2. 与UNIX的区别

虽然Emeraude以UNIX为核心，许多UNIX工具可以不加修改地在Emeraude环境中运行，但Emeraude比UNIX功能更强，这主要体现在：

(1) Emeraude提供了扩充的Shell，给用户添加了许多新的功能：路径名比UNIX更完善，参考对象的事先定义，对象访问的管理命令，工作模式建立工具，在对象库中航行等。此外，扩充的Shell还提供了对标

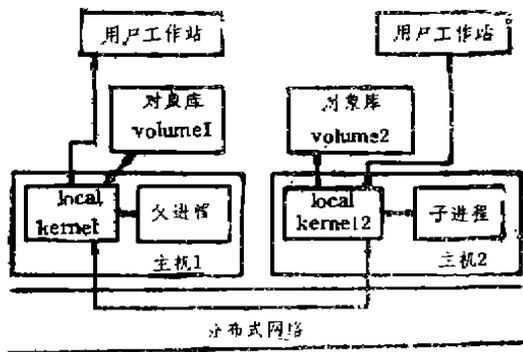


图1 Emeraude分布式结构

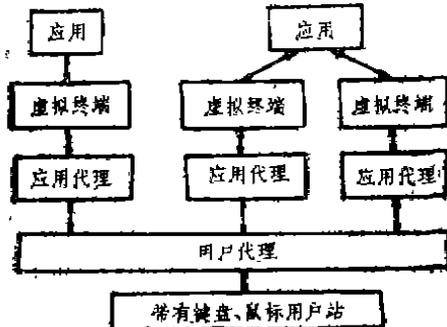


图2 Emeraude用户接口结构

准UNIX Shell的替换（包括参数、变量、命令、路径名的替换）和重定向的可能。

(2) Emeraude目录被看作是一种对象类型，它包含许多链（link），直接属于该目录的所有文件对象。而UNIX将目录作为文件处理，可以打开目录读其内容，故与Emeraude方式不同。有少数UNIX工具采用这种方式存取操作，则需要被等价工具替换。

(3) 与UNIX不同，Emeraude的对象库是图网状而非树型网状结构，故任意两对象之间均可发生联系，而不管它们的物理位置如何。而UNIX的文件系统检查程序无法适用于基于PCTE的环境，因而需提供相应的工具。

(4) Emeraude定义的路径名是UNIX语法上的扩充，实际上是UNIX的超集，允许特定意义的字符出现，在解释过程中，可能修改相应的UNIX工具。

(5) 提供了将现有UNIX文件系统移入

Emeraude环境的工具。

(6) 提供了SDS和管理SDS的工具，以便建立任意的工作模式。

3. 关于移植问题

虽然Emeraude工具集使用的是Emeraude对象库，然而一些已在UNIX下运行的软件工程项目，其数据已包含在UNIX文件系统中，为了在Emeraude环境下运行这些项目，就必须进行移植。尽管把和UNIX项目相关的工具与数据移植到Emeraude中并不困难，但它需要细致的考虑，以便能充分利用Emeraude环境的新特征。在移植中需要考虑的问题有：①怎样把对Emeraude环境下用户的影响减至最小；②设计SDS去匹配存在的UNIX数据结构；③计划数据和工具在网络上的分布。此外，必须考虑下列两条移植规则：

- 移植将是分级的，用新的技术来适应这种转变。

- 所有数据必须在移植UNIX开发环境本身之前移植。

按照当前的UNIX文件系统结构，数据库要模块化以便利用Emeraude的网络工作结构。为了移植的实现，Emeraude提供了一些有用的移植工具，此处不再赘述。

五、与PCTE、EMERAUDE有关的项目

围绕着PCTE，国外做了大量的工作，目前，PCTE的相关工作仍在进行，其主要体现在以下几个方面：

- 在标准工具接口定义方面的工作。
- 在PCTE基础上集成的环境。
- 围绕着PCTE的研究和开发。

下面将与此有关的项目作一简单介绍。

1. 有关PCTE接口的实现，改进及演化的项目

图3给出了这些项目及其相互关系。关于PCTE接口的项目有PCTE接口管理板和ECMA（欧洲计算机厂家协会）技术委员会的TC33，其目的是检查PCTE的标准化。

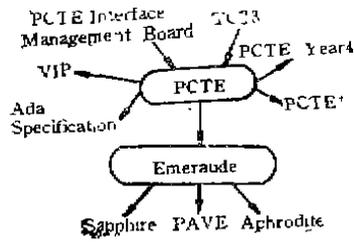


图3

Sapphire项目是将Emeraude实现的PC-TE接口移植到一系列不同的机器上,包括SUN3、DEC VAX/750、DEC VAX工作站、IBM PC/AT及HP9000/3000,该项目已大部分完成。PAVE项目的目的是开发一系列软件以便使PCTE接口和工具能够在现有的VAX/VMS环境中运行。Aphrodite项目是为了定义包括主机和目标机的分布式环境,该项目已完成。以上均属欧洲研究和开发信息技术的战略计划Esprit。

关于形式化及语言方面,目前,欧洲和美国的大多数环境都支持Ada语言,因此PCTE对这方面也有所考虑。VIP项目也属于Esprit计划,目的是产生PCTE接口的形式化需求规范说明,计划于1988年底完成。PCTE的Ada界面项目是由CEC(欧共体委员会)支持开发的。

关于PCTE的演化方面,PCTE year4及PCTE+主要用来检查和评估PCTE接口。PCTE+定义阶段的项目目标是满足特定国防需求和民用需求的接口定义。

2. 利用PCTE接口集成的环境

由英国投资的Eclipse项目有4个主要议题,开发一个Eclipse的“核心”,提供给工具编制者一个通用机制,工具集的建立和使用;通用工具支持功能及研究计划。目前,三个通用机制已定义并实现,two-tier数据库系统依照PCTE的OMS实现,该数据库给出了基于集成定义语言(IDL)的接口,允许工具编制者定义工具操作对象的“完好结构”,每个结构数据库(FSD)作为OMS的对象内容存贮。第二个通用机制是定义版本配置控制,管理

two-tier数据库中的对象。第三个通用机制是定义用户接口功能,支持人机通信的特殊对话方式。

Enterprise项目是由法国研制的一个开发环境,支持Ada软件、PASCAL模块、C模块及LR3开发。主要为军事方面服务。早期的Enterprise是在UNIX上开发的,且应用很广,特别是在国防部门。目前已转移到了PCTE上进行开发和扩充,以便利用PCTE的优势。

PACT(PCTE Added Common Tools)项目也许是最令人感兴趣的项目,该项目也属Esprit计划之一,旨在建立一个基于PC-TE接口的集成环境。总的来说,它是添加了公共工具的PCTE,如图4所示。这个项目很大,目前工作仍在进行之中。

在图4中,外层是一些基本工具,中心部分为PCTE接口,第二层是公共服务层(PACT Common Service),包括:

DMCS—Dialogne Management, 对话管理。

TCCS—Tool Composition, 工具合成。

DSMCS—Document Structure Management, 文档结构管理。

DQMCS—Data Query and Manipulation, 查询设施,支持图形查询及文本查询。

VMCS—Version Management, 版本管理。

PACT将提供集成工具集,为此,每个单独的工具或工具集必须遵循一组工具集成规则,主要包括:对象库的使用;对象的存取;工具合成机制;工具用户接口;公共服务设施的使用。

PACT项目于1986年开始,预计需150人年。

EAST (Eureka Advanced Software Technology)项目更是雄心勃勃,其目标是生成集成化的软件工厂,具体内容包括:

- 各种语言的结构编辑;
- 文本及图形处理功能;
- 低级设计工具 (PDL等);
- 程序语言支持工具(编译等);
- 测试及调试工具;
- 语言、方法支持工具箱;

- 版本管理工具;
- 配置管理工具;
- 主机-目标机接口工具。

EAST于1987年4月开始, 预计6年完成, 约需900人年。

最后值得一提的是ESF (Eureka Software Factory)项目, 它是Eureka计划的下一个十年项目, 目标也是开发一个集成化的软件工厂。

六、结束语

综上所述, 不难看出, 世界上软件生产发达的国家非常重视集成化的软件开发环境的研究。从目前看, PCTE受到青睐。围绕着PCTE, 他们纷纷投入人力、财力, 制定自己的计划, 力图在软件开发的集成化、信息化、标准化方面有新的突破, 以使软件开发纳入系统化、工程化的轨道, 从而根本上解决“软件危机”。我们可以从中得到借鉴和启迪, 以便尽快制定我国的信息战略计划。Emeraude的问世, 必将对集成化的软件工程环境的发展起到积极的推动作用。

参考文献

- [1] PCTE 1.5/C, Bull, GEC, ICL, Olivetti, Nixdorf, Siemens, 1988
- [2] Industrial quality implementation of the PCTE interface standard, BullSA, Enrosoft, Syseca 1989, Printed by Cornwall litho, Redruth, UK
- [3] The Emeraude Environment, BullSA, Eurosoft, Syseca 1989, Printed by Cornwall litho, Redruth, UK

计科五

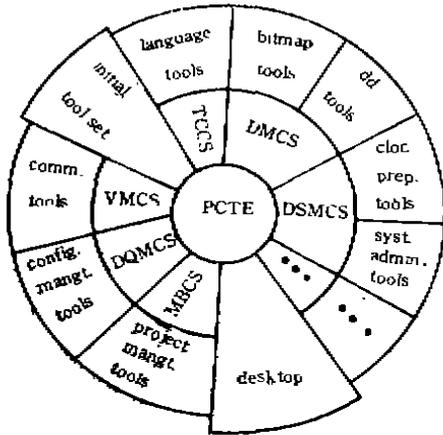


图4 基于PCTE的环境是一个集成化的工具和服务程序的集合

安敏
安印

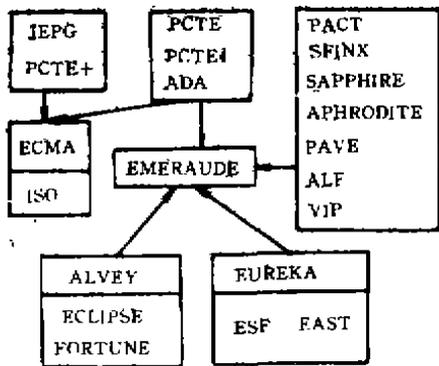


图5 与Emeraude相关的项目