

Windows 下 PVM 的配置与编程实践

The Configuration and Programming Practice of PVM in Windows

丁玲 韩君 李元香 (武汉大学计算机学院 430072)

摘要: PVM 是一个综合的软件工具与库的集合,它是仿效基于互联的各种体系结构的计算机一个多用途的、灵活的、异构并发计算框架。在 Windows 系统中 PVM 的安装、配置工作比较繁琐,且易出错。本文旨在介绍 PVM 在 Windows 下的安装配置过程,并编写了 Jacobi 同步并行迭代法的程序,从而进一步了解 PVM 的编程机制。

关键词: PVM Windows 配置 编程

1 引言

随着科学技术的发展,大规模数据处理向人们提出了新的挑战。为了解决诸如此类的问题,人们进行大规模巨型机的研制。而并行计算机的出现为成功地解决这些问题开辟了一个可行的途径,PVM 作为大规模并行机的免费编程及运行平台,自然得到了广泛的应用。

PVM 的总体目标是使得一个计算机集合能被共同地用于并发或并行计算。它具有以下一些特点:

(1) 用户配置主机池:应用程序的计算任务是在一个机器集上执行的,这个集是由用户选择的。单 CPU 和多处理器机器都能成为主机池的一部分。在操作过程中,主机池可以增加或删除主机(支持容错的特性);

(2) 硬件的半透明访问:应用程序可以把硬件环境看作一个虚拟处理元素,或者可以通过分配特定计算机任务到最适合的计算机上运行来充分开发主机池中特定主机的能力;

(3) 基于进程的计算:PVM 中的并行单元是任务,即独立的有序控制线程,通信和计算交替变换。进程与处理器并没有映射关系。多任务可以在单个处理器上执行;

(4) 显式地消息传递模型:计算任务集合,使用数据分解,功能分解或两者相结合的方式执行部分应用程序工作量,通过显式地互相传递和接收消息的方式进行合作。消息大小仅取决于可用存储器的容量;

(5) 异构支持:PVM 系统支持异构主机,网络和应用程序。对于消息传递,PVM 允许消息包含多种数据类型从而在拥有不同数据表达方式的机器上进行数据交换;

(6) 多处理器支持:PVM 在多处理器上使用消息传递工具来充分利用底层硬件。多处理器供应商通常为它们的系统提供自己最优化的 PVM,并且仍能 and 公版的 PVM 进行通信。

PVM 系统由两部分组成。第一部分是后台程序,叫做 pvmd3,有时缩写为 pvmd,它驻留在组成虚拟机系统的所有机器上。第二部分是 PVM 接口程序库。此接口库包含用户能够调用的用于消息传递,产生进程,任务调整及修改虚拟机程序。

2 Windows 下 PVM 软件的安装与配置

2.1 所需的软件

除了 PVM 是必须的外,还必须安装 rshd,rexecd 等类似软件,主要服务于远程命令调用。我们使用的是 Denicomp Systems 公司的 RSHD/NT 软件,读者可以在 <http://www.denicomp.com/rshdnt.htm> 上下载。


2.2 所需的文件系统

如果 PVM 运行在 WIN95/98 下,用户可以使用 FAT/FAT32 文件格式;如果系统运行在 NT 下面,就必须使用 NTFS 文件格式,否则 PVM 会报错。

2.3 安装步骤

(1) 在 http://www.epm.ornl.gov/pvm/pvm_home.html 上下载 PVM 3.4.3 Installshield version for Windows。



(2) 下载完成后,点击  图标进行安装。安装时,首先需要指定 Sever 版还是 Client 版。如果用于希望本地安装,就选择 Sever 版,如果已存在 PVM 服务器,可选择远程 client 安装模式(不推荐使用)。

(3) 接着需要指定 PVM 安装的目录(我们指定为 c:\pvm3.4)和临时目录(我们指定为 c:\temp),则安装程序会自动设置环境变量 PVM_ROOT 为 c:\pvm3.4,PVM_TMP 为 c:\Temp\,PVM_ARCH 为 WIN32(如图 1)。需要特别注意的是,指定的 PVM_TMP 目录(如 c:\temp)必须事先存在(此目录不存在时,安装程序不能自动生成此目录),否则安装完成后,PVM 不能运行!

(4) 安装过程中,还要求指出系统所用的 C 或 Fortran 编译器(如图 2,笔者机器上仅安装 Microsoft Visual C++ 6.0,没有安装任何 Fortran 编译器,读者可根据自身情况酌情选定)。指定后安装程序会自动搜索编译器所在目录并显示出来。如果此处出错,需要重新安装程序!

(5) 安装完成,重启计算机后,在"开始"菜单->PVM3.

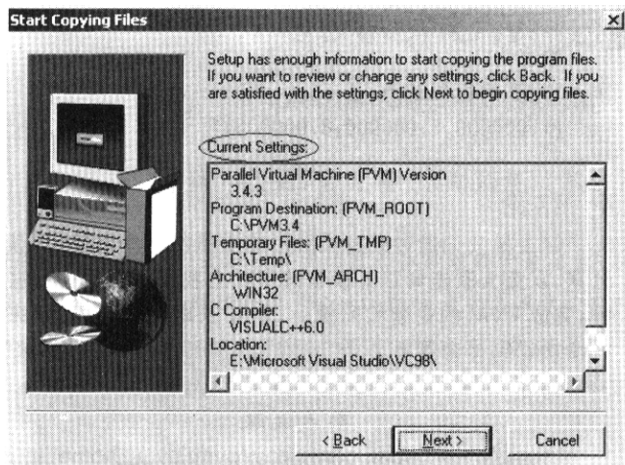


图 1

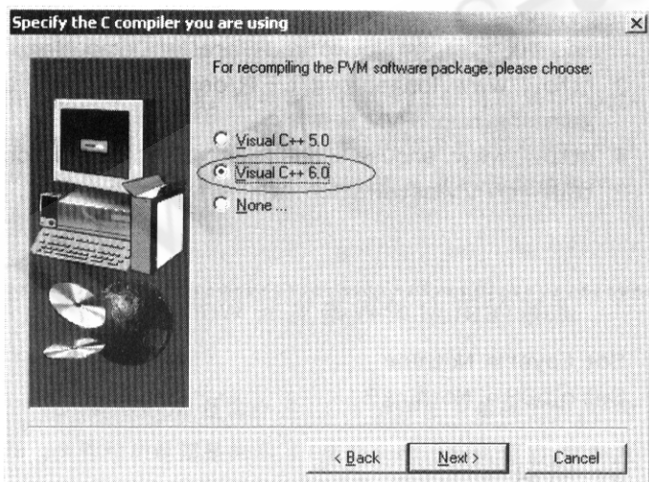


图 2

4 中,点击 PVM Console 图标,将打开 PVM 控制台,并启动 pvmd 后台伺服程序,以上工作完成后会出现以下提示符:

```
pvm>
```

注意,如果点击 PVM Console 时,出现不能启动 pvmd 的错误信息时,只需将 \$PVM_TMP 目录下的 pvml.<uid>和 pvmd.<uid>(<uid>对应于本机登录用户名,如以 Administrator 用户登录,则对应文件名应分别为 pvml.administrator 和 pvmd.administrator)两文件删除或清空,然后再进行步骤(5),即可顺利启动。因为此两文件记录上次 PVM 运行过程中的错误信息,如果上次 PVM 运行过程中出现错误,那么将影响本次 PVM 的启动(程序不会把这些文件自动清空,所以只有手动清空或删除了)。

(6) 我们接着使用 add 命令向 PVM 并行虚拟机环境中添加一个计算节点来共同完成并行计算的任务。我们条件有限,只有两台机器可用(都为 WIN32 机器)。命令格式如下:

```
pvm>add "主机名 dx=c:\pvm\pvm3\lib\win32\pvmd3.exe lo=登录名 so=口令"
```

由以上命令格式看出,除了主机名外,我们还必须指定此主机的守护进程 pvmd3.exe 所在的位置(我们安装在 c:\pvm\pvm3\lib\win32\目录下);而且如果使用不同登录名添加时,还必须输入登录名和口令。

例如,我们要向并行虚拟环境中加入名为 xyz 的节点主机,则键入下列命令:

```
pvm>add "xyz dx=c:\pvm3.4\lib\win32\pvmd3.exe"
```

执行结果如图 3 所示,此时我们运行 conf 命令,查看当前并行虚拟机的配置,可以发现,除了名为 hehe 的本机外,又多了一个刚才添加的名为 xyz 的主机(如图 3)。

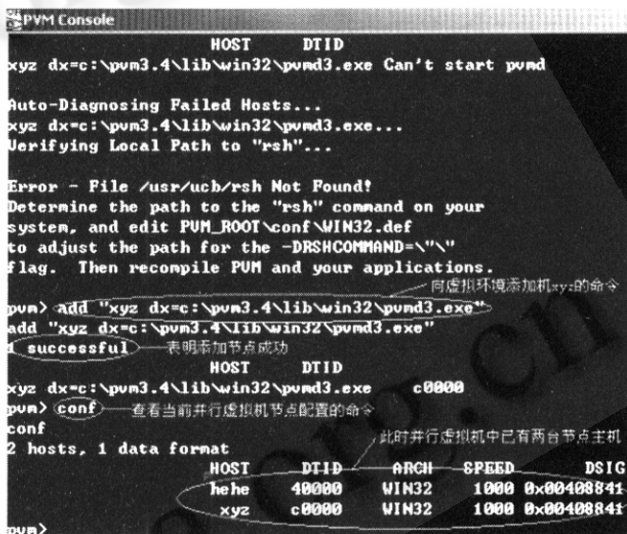


图 3

有关其他命令的说明和使用方法,读者可查询文献^[2]和^[3]。使用中遇到其他故障可查询文献^[4]。经过以上六个步骤,PVM 的安装和配置就基本完成了。环境配置好后,下一步工作就是编写程序,使之运行于 PVM 环境之中了。

3 PVM 环境下的编程

以前已经提到,PVM 支持用户采用消息传递方式编写并行程序。计算以任务(task)为单位,一个任务就是一个进程,每个任务都有一个 taskid 来标识(不同于进程号)。PVM 支持在虚拟机中自动加载任务运行,任务间可以相互通信以及同步。在 PVM 系统中,一个任务被加载到哪个节点上去运行,一般来说,对用户是透明的(PVM 允许用户指定任务被加载的节点),这样就方便了用户编写并行程序。

3.1 PVM 环境下 C 程序的间接编译

我们例程用 C 语言编写,但是在编译时,遇到了障碍——不知道 PVM 如何对用户编写的源程序进行编译,好

像没有现成命令。幸运的是, PVM 在 $\$PVM_ROOT/$ examples 目录下提供了许多 c 例程, 且提供了对例程进行编译的命令“make ec”, 于是我们可采取间接编译方法: 将我们已编写好的源程序文件名改换为 examples 目录下某个文件的名称, 然后在 pvm compile shell 中运行“make ec”命令, 从而就编译了用户自己编写的程序了。

3.2 Jacob 并行迭代法程序的编写

我们编程实现了 Jacob 同步并行迭代算法 (Jacob 算法是高维方程组求解非常有效的迭代算法之一), 并使用 3.1 所提到的编译方法成功地对程序进行编译。限于篇幅, 我们在此只列出程序运行结果。

假设我们现在需求解的方程组为

$$\begin{cases} 10x_1 - 2x_2 - x_3 = 3 \\ -2x_1 + 10x_2 - x_3 = 15 \\ -x_1 - 2x_2 + 5x_3 = 10 \end{cases}$$

在我们在 input.txt 文件中输入:

```
10 -2 -1 3
-2 10 -1 15
-1 -2 5 10
```

程序会自动将方程组转化为迭代公式形式, 然后对其进行迭代, 并将最后计算结果打印在屏幕上。程序调用格式为
Jacob filename dimension

其中 filename 为存放待解方程组系数的文件, dimension 指定待解方程组的维数。

3.3 程序运行结果

我们在命令行方式下键入: Jacobi input.txt 3

输出为:

“方程的近似解为:

(1.000000, 2.000000, 3.000000)”

4 结论

以上是我们通过亲身实践总结出来的一些经验, 与读者分享, 以免大家走弯路。读者按照以上我们所介绍的一些步骤, 完成 PVM 的安装和配置后, 就可以享受 PVM 所带来的方便功能和神奇效率。

参考文献

- 1 http://www.epm.ornl.gov/pvm/pvm_home.html, PVM 官方主页。
- 2 <http://www.netlib.org/pvm3/book/pvm-book.html>, PVM: Parallel Virtual Machine, A Users' Guide and Tutorial for Networked Parallel Computing.
- 3 <http://www.longen.org/L-R/detail1~r/PVMProgramming.html>, PVM 编程指南。
- 4 <http://www.ehouse-online.com/teck/L-R/detail1~r/PVMInstallation.htm>, PVM 安装常见问题。