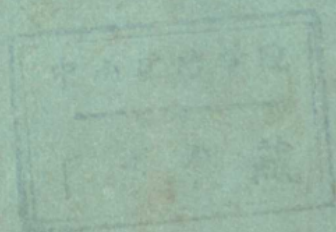


451013

JJF 资料 No.1

UNIX操作系统

源程序与注释



中国科学院计算技术服务社

译者序

美国贝尔实验室在PDP7, PDP9, 特别是PDP11系列机上实现的UNIX系统是当前国际上很有影响的一个分时系统。

UNIX操作系统是UNIX系统常驻主存的部分, 也是整个系统的核心。由于其简洁、通用、有效和灵活, 因而该系统及其变种目前已在IBM370, Honeywell6000, UNIVAC V₇₇, PDP11, VAX11, Interdata 8/32, M68000, Z8000, Intel8086等大中小微型机上运行, 特别是已成为16位微型机的主要操作系统。

UNIX操作系统短小精悍而功能较强, 它所采用的一系列成熟技术和精巧算法成为人们学习和研究操作系统的一个理想对象。在世界上的许多国家, 它是大学计算机科学系操作系统课程的主要教材和参考书。不过, 目前它的影响已远远超出操作系统范畴而被人们认为是软件发展史的第三阶段的代表作。

在仲萃豪导师的指导下, 1980年4月我们几个研究生学习了UNIX操作系统, 翻译了《A Commentary on the UNIX Operating System》一书。这份《注释》与《源程序》, 很有条理地勾划出了UNIX操作系统中主要程序的功能, 讲解了源程序文本中的一些疑难之点, 不失为大学计算机操作系统课程的一份很好的参考资料。

《注释》共分二十六章。

第一章引言部分简单介绍了UNIX操作系统产生的背景及其特点, 列出了一些值得参考的重要文献资料。

第二章是基本概念, 对于阅读《源程序》所必备的PDP11机器硬件特性作了简单介绍。

第三章是为了便于读者阅读和研究UNIX源程序文本, 以一些精选的程序段为例, 来解释“C”语言。

第四章概括地介绍了源程序五个部分(节)中每部分的重点和所包含的主要数据结构及程序。

第五至第八章主要对第一节中有关系统初启、存储管理、进程管理和汇编语言过程作了注释。

第九至第十三章是对第二节中关于**中断**、**硬件中断**和**软件中断**处理过程的注释。

第十四至第十七章是对第三节中涉及的**块设备输入/输出**和**主存与磁盘对换**过程的注释。

第十八至第二十一章是对第四节中**特文件**和**文件系统管理**有关的过程的注释。

第二十二至第二十五章是对第五节中**特别字符文件管理**有关的过程的注释。

第二十六章向读者推荐了一些较为**深奥**的练习。

为了满足国内广大读者, 特别是学习和研究计算机科学和工程的学生、教员以及有关科技人员的需要, 我们重新整理了这份译稿, 连同全部源程序代码一起印出。希望在国内对于UNIX系统的学习和研究有所帮助。

《注释》由孙玉方、刘日升、陈修同和范植华四位同志翻译, 最后由孙玉方和刘日升同志校对定稿。由于水平所限, 不当之处望广大读者批评指出。

目 录

序 言	(1)
第一章 引言	(4)
UNIX操作系统	(4)
实用程序	(4)
其它文献	(5)
UNIX程序员手册	(5)
UNIX文献	(5)
UNIX操作系统源程序	(5)
源程序书	(6)
源程序文件	(6)
这些注释的用法	(6)
关于程序设计标准的注解	(6)
第二章 基本概念	(7)
处理机	(7)
处理机状态字	(7)
通用寄存器	(7)
指令系统	(8)
寻址方式	(9)
UNIX汇编程序	(10)
存储管理	(10)
段寄存器	(11)
页说明寄存器	(11)
存储分配	(11)
状态寄存器	(11)
初启条件	(11)
专用的设备寄存器	(12)
第三章 阅读“C”程序	(12)
某些精选的例子	(12)
例 1	(12)
例 2	(12)
例 3	(13)
例 4	(14)
例 5	(14)

例6	(15)
例7	(16)
例8	(16)
例9	(16)
例10.....	(16)
例11.....	(17)
例12.....	(17)
例13.....	(18)
例14.....	(18)
例15.....	(18)
例16.....	(19)
例17.....	(19)

第四章 概貌

变量分配.....	(20)
全程变量.....	(20)
“C” 预处理程序	(20)
第一节.....	(21)
第一组 “.h”文件	(21)
汇编语言文件.....	(21)
第一节中的其它文件.....	(22)
第二节.....	(22)
第三节.....	(22)
第四节.....	(23)
第五节.....	(23)

第五章 两个文件

文件 “malloc.c”	(24)
表格的维护规则.....	(24)
malloc (2528)	(25)
mfree (2556)	(26)
结语.....	(26)
文件 “prf.c”.....	(26)
printf (2340)	(27)
printfn (2369)	(28)
putchar (2386)	(28)
panic (2416)	(29)
prdev (2433)	(29)
deverror (2447)	(29)
包含 (included) 的文件	(29)

第六章 初启.....	(30)
操作员的动作.....	(30)
start (0612)	(30)
main (1550)	(31)
进程.....	(32)
proc[0]的初启.....	(33)
继续描述.....	(33)
sched (1940)	(33)
sleep (2066)	(34)
swtch (2178)	(34)
重返 main	(34)
第七章 进程.....	(35)
进程映象.....	(36)
proc结构 (0358)	(36)
user结构 (0413)	(37)
进程数据区.....	(37)
段.....	(37)
映象的执行.....	(37)
核心态执行.....	(38)
用户态执行.....	(38)
一个例子.....	(38)
装配段寄存器.....	(39)
estabur (1650)	(39)
sureg (1739)	(40)
newproc (1826)	(40)
第八章 进程管理	(41)
进程转换.....	(41)
中断.....	(41)
程序对换.....	(41)
作业.....	(42)
汇编程序过程.....	(42)
savu (0725)	(42)
retu (0740)	(42)
aretu (0734)	(42)
swtch (2178)	(42)
setpri (2156)	(43)
sleep (2066)	(43)
wakeup (2113)	(44)

setrun (2134)	(44)
expand (2268)	(44)
重返swtch	(44)
临界区	(45)
第九章 硬件中断与捕俘	(45)
硬件中断	(45)
中断向量	(46)
中断处理程序	(46)
优先级	(46)
中断优先级	(46)
中断处理程序的规则	(47)
捕俘	(47)
汇编语言 “trap”	(47)
返回	(48)
第十章 汇编程序的“trap”子程序	(48)
捕俘和中断的来源	(48)
fuibyte (0814)	(48)
fuiword (0844)	(48)
中断	(49)
call (0776)	(49)
用户程序捕俘	(50)
核心栈	(50)
第十一章 时钟中断	(51)
clock (3725)	(51)
timeout (3845)	(53)
第十二章 捕俘与系统调用	(53)
trap (2693)	(53)
核心态捕俘	(54)
用户态捕俘	(54)
系统调用	(55)
系统调用处理程序	(56)
文件 “sys1.c”	(56)
exec (3020)	(56)
fork (3322)	(57)
sbreak (3354)	(57)
文件 “sys2.c” 和 “sys3.c”	(57)
文件 “sys4.c”	(57)

第十三章 软中断	(57)
预置	(58)
起因	(58)
效果	(58)
跟踪	(58)
与软中断有关的一些过程	(58)
A. 预置	(59)
B. 起因	(59)
C. 效果	(59)
D. 跟踪	(59)
sslg (3614)	(59)
kill (3630)	(59)
signal (3949)	(59)
psignal (3963)	(60)
issig (3991)	(60)
psig (4043)	(60)
core (4094)	(60)
grow (4136)	(60)
exit (3219)	(61)
rexit (3205)	(61)
wait (3270)	(61)
跟踪	(62)
stop (4016)	(62)
wait (3270) (续)	(63)
ptrace (4164)	(63)
procxmt (4204)	(63)
第十四章 程序对换	(64)
正文段	(64)
sched (1940)	(64)
xswap (4368)	(65)
xalloc (4433)	(66)
xfree (4398)	(66)
第十五章 基本输入输出介绍	(67)
文件 "buf.h"	(67)
devtab (4551)	(67)
文件 "conf.h"	(67)
文件 "conf.c"	(67)
系统的生成	(67)

swap (5196)	(68)
竞争条件	(68)
再入性	(69)
对于非初启	(69)
补充读物	(69)

第十六章 RK磁盘驱动器 (70)

控制状态寄存器 (RKCS)	(70)
字计数寄存器 (RKWC)	(71)
盘地址寄存器 (RKDA)	(71)
文件 "rk.c"	(71)
rkstrategy (5389)	(71)
rkaddr (5420)	(71)
devstart (5096)	(71)
rkintr (5451)	(71)
iodone (5018)	(72)

第十七章 缓冲区管理 (72)

标志	(72)
超高速型存储器	(72)
clrbuf (5038)	(72)
incore (4899)	(72)
getblk (4921)	(73)
brelse (4869)	(73)
binit (5055)	(74)
bread (4754)	(74)
breada (4773)	(74)
bwrite (4809)	(74)
bawrite (4856)	(75)
bdwrite (4836)	(75)
bflush (5229)	(75)
physio (5259)	(75)

第十八章 文件访问与控制 (75)

第四节	(75)
文件特点	(76)
系统调用	(76)
控制表	(76)
file (5507)	(76)
inode (5659)	(76)
需要的资源	(77)

打开一个文件.....	(77)
✓creat (5781).....	(77)
✓openl (5804)	(77)
✓open (5765)	(78)
重返openl	(78)
✓close (5846).....	(78)
✓closef (6643)	(78)
iput (7344)	(78)
文件的删除.....	(79)
✓读和写.....	(79)
rdwr (5731)	(80)
readi (6221)	(80)
writei (6276)	(81)
iomove (6364)	(81)
bmap (6415)	(81)
其余.....	(81)

第十九章 文件目录和目录文件 (81)

文件名.....	(81)
目录数据结构.....	(82)
目录文件.....	(82)
✓namei (7518)	(82)
一些注解.....	(83)
✓link (5909)	(84)
wdir (7477)	(84)
maknode (7455)	(84)
✓unlink (3510)	(85)
mknod (5952)	(85)
access (6746)	(85)

第二十章 系统文件卷..... (86)

“superblock” (5561)	(86)
“mount”表 (0272)	(86)
iinit (6922)	(87)
安装.....	(87)
✓smount (6086)	(87)
注释.....	(87)
iget (7276)	(88)
getfs (7167)	(88)
update (7201)	(88)

sumount (6144)	(89)
资源分配.....	(89)
alloc (6956)	(90)
itrunc (7414)	(90)
free (7000)	(90)
iput (7344)	(91)
ifree (7134)	(91)
iupdat (7374)	(91)
第二十一章 pipes	(91)
pipe (7723)	(91)
readp (7758)	(92)
writep (7805)	(92)
plock (7862)	(92)
prele (7882)	(92)
第二十二章 面向字符的特别文件	(92)
LP11行式打印机驱动程序	(93)
lopen (8850)	(93)
注释.....	(93)
行式打印机状态寄存器 (“lpsr”)	(93)
行式打印机数码缓冲寄存器 (“lpbut”)	(93)
lpoutput (8986)	(94)
lpstart (8967)	(94)
lpint (8976)	(94)
lpwrite (8870)	(94)
lpclose (8863)	(95)
讨论.....	(95)
lpcanon (8879)	(95)
对于有空闲的读者: 一个建议	(96)
pc-11纸带读入/穿孔机驱动程序.....	(96)
第二十三章 字符处理	(96)
cinit (8234)	(98)
getc (0930)	(98)
putc (0967)	(99)
字符集.....	(99)
控制字符.....	(99)
图形字符.....	(99)
图形字符集.....	(100)
UNIX约定	(100)

maptab (8117)	(100)
partab (7947)	(100)
第二十四章 交互作用的终端设备	(101)
接口	(101)
'tty'结构 (7926)	(102)
注释	(102)
初置	(102)
stty (8183)	(102)
sgtty (8201)	(102)
klsgtty (8090)	(102)
ttypstty (8577)	(102)
DL11/KL11终端设备管理程序	(103)
设备寄存器	(103)
接收机状态寄存器 (klrcsr)	(103)
接收机数据缓冲寄存器 (klrbuf)	(103)
发送机状态寄存器 (klrcsr)	(103)
发送机数据缓冲寄存器 (klrbuf)	(103)
UNIBUS (总线) 地址	(103)
软件考虑	(104)
中断向量地址	(104)
源程序	(104)
klopen (8023)	(104)
klclose (8055)	(105)
klxint (8070)	(105)
klrint (8078)	(105)
第二十五章 文件"tty.c"	(105)
flushtty (8252)	(105)
wflushtty (8217)	(106)
字符输入	(106)
ttread (8535)	(106)
canon (8274)	(106)
前一字符不是反斜杠	(106)
前一字符是反斜杠	(107)
字符就绪	(107)
行完成	(107)
注释	(107)
ttyinput (8333)	(107)
字符输出	(108)

ttwrite (8550)	(108)
ttstart (8505)	(108)
ttstrrt (8486)	(108)
ttyoutput (8373)	(108)
带有有限字符集的终端	(108)
A. 对“TTLOWAT”的测试 (8074)	(109)
B. 待用终端	(110)
告一段落了, 朋友们	(110)

第二十六章 推荐的练习

第一节	(110)
第二节	(111)
第三节	(111)
第四节	(112)
第五节	(112)
综合练习	(112)

序 言

本书试图详尽地说明一个操作系统的核心，这个操作系统是近年来出现的最有趣的操作系统之一。

我们所要说明的就是UNIX分时系统，它是由Ken Thompson和Dennis Ritchie在贝尔实验室研制成功的，运行在DEC公司生产的PDP11系列的较大型号的计算机上。最早在1974年7月〈Communications of the ACM〉上公诸于世。

在UNIX启用后不久，它在我们的心目中成了学生进行正规学习的有趣的选择对象。理由如下：

它运行在我们已经有的系统上；

简洁而易于接受；

提供了一批多方面有用的功能；

它是特别有趣的，事实上在若干领域内开辟了新天地。

在UNIX分时系统的魅力和长处当中，源程序的简洁是首屈一指的。要是仅提供少数几个外部设备，那末常驻的系统“内核”源程序不多于9000行，使人称心如意。

人们常常认为，为了让单独一个人能够理解和维护，一个程序在大小方面的实际界限是10000行。

大多数操作系统要么超过这个限度一个、甚至两个数量级，要么只提供给用户相当有限的功能；也就是说，要么琐碎到除了最有毅力、最富于献身精神并且长时期泡在这个系统中的学生外其他人都难以接受，要么就是过于专用而无实利。

讲授操作系统似乎主要有三种方法。

第一种是“一般原理”法，阐明基本原理并且引用各种现存的系统（其中大多数超出学生的直接经验）加以说明。COSINE委员会正是主张这种方法，但是按照我们的观点，很多学生并不成熟老练到足以从中受益。

第二种是“积木式”法，学生能够用以自行合成一个小型的或称作“玩具”的操作系统。如果组织得好无疑这是一个有价值的练习，然而它未必能体现真实操作系统的复杂和精致，它通常侧重于设计操作系统的的一个方面，例如进程同步。

第三种是“实例研究”法，它原先是在“课程68”里推荐给系统程序设计课程的。“课程68”作为ACM课程委员会有关计算机科学的一篇报告发表在1968年3月的〈Communications of the ACM〉上。

这种方法主张把“课程的大部分用于研究单个系统”。十年以前，由于培养理解适当系统的学生花费太大，这样做是不实际的。

十年以后，经济状况发生了重大的变化，如果小型计算机系统可以作为研究对象，那末开销大不再是根本性的缺点。这种方法详细分析一个现存的系统，我们现在可以从中得到相当大的好处。

按照我们的看法，让学生有机会从各个方面研究一个能工作的操作系统是极其有益的。

此外,对于主修计算机科学的学生来说,在他们的经历中,至少一度面临阅读并且理解一个庞大的程序这样一项艰巨任务无疑是宝贵的。

1976年我们采用UNIX作为新南威尔士大学(the University of New South Wales)操作系统课程实例研究的对象,这些注释准备用作学生在那些课程(6.602B和6.657G)中的辅助材料。

这些课程每一门需要一学期,在进入任何一门课程之前,都假定学生学过PDP11的结构和汇编语言,在较早的课程练习过程中有过使用UNIX操作系统的机会。

一般说来,学生似乎认为新课程比较繁重,但是跟建立在COSINE委员会“一般原理”法基础上的老课程相比,又要令人满意得多。

有关UNIX系统的作者所提供的文献需要作某些说明,它们在供校内使用时,翻印成了两卷A4开纸,总厚度3厘米,重量1250克。

第一点要说明的是可以把整套文献装进学生的轻便皮包里的,然而这不能认为这些用新鲜的、简便的和别开生面的文笔编写的文献总量是不够的。

事实上第二点要说明的(在充分的实践之后才做出的结论)是,本文献作为参考之用显然是易于理解的,然而尚有广阔的余地来补充辅导材料,我们希望这些注释能够充当其中的一部分。

真正的UNIX操作系统源程序编写在单独的一本姐妹篇中,书名为〈UNIX操作系统源程序〉,1976年7月出第一版,它是根据UNIX第六版文本专门编辑的程序集,我们是于1975年12月收到此版本的。

1976年间,本稿的最初文本是通过复写散发的。只是在那一年的后期才研制了“nroff”文本编排程序。最近我们利用了这个机会修订和“编排”了这些早先的材料,作了某些修改和勘误工作,再把它们汇集成目前的形式。

为了给为想掌握整个系统的学生提供一个合理的逻辑顺序,不得不尽快地作出有关源程序叙述次序的决策。事后发现,还可以在细节上作大量改进。这些改进想等将来再版时收进去。

我们希望对于研究UNIX分时系统的很多学生来说,本书会是有趣的、有价值的。尽管本意不想把它作为参考书用,但是有些人还想这样用它。书后的索引应该说在某种程度上满足了作为这一级参考材料的需要。

由于本注释引用了西方电子公司(WEC)控制的专利材料,所以,只有领取UNIX分时系统执照者才能使用它们,因而不能经由更通常的渠道来出版。

我们非常欢迎提出勘误,批评及建议,以改进这些注释。

(致谢)

这些注释的准备工作是在我的很多同事和学生的鼓舞、支持下进行的,其中包括 David Carrington, Doug Crompton, Ian Johnstone, Chris Maltby, Dave Milway, John O'Brien和Greg Rose。

Pat Mackie和Mary Powter 誊写了大量初稿。Adele Green大力协助改写成“nroff”格式。

David Millis和新南威尔士大学出版社在出版技术方面给予大力的协助。Ian Johnstone和澳大利亚管理研究院为最后定稿提供了方便。

在整个工作过程中,我的妻子Marianne给予我无穷无尽的精神支持,并且通过校阅稿

子，给予我大量的实际帮助。

最后要提到的是Ken Thompson和Dennis Ritchie，他们也都参加了这项工作。

对于上述所有人，谨向他们表示衷心的感谢。

还必须提到“nroff”程序的合作，如果没有它，这些注释是决不可能以目前的形式出版的。无论如何，在那样为难的情况下，它竟然创造出一些令人难以置信的奇迹，作者的感激之情实在是言语所不能表达的。勿庸置疑，“nroff”本身必定为未来从事程序资料记录艺术的专业人员开辟广阔的前景。

John Lions

1977年5月于肯辛顿新南威尔士大学

第一章 引言

“UNIX”是一个分时系统的名字，该系统是由Ken Thompson和Dennis Ritchie在贝尔实验室为PDP11计算机编制的。他们在1974年7月《Communications of the ACM》上介绍过该系统。

业已证明，UNIX在运行中是有效的，胜任和可靠的。到1976年年底为止，使用它的装置已超过150个。

尽管其本身不算很小，但是跟别的系统相比，编制UNIX的总工作量（截止完成第六个系统版本为止，花费10人年）却是微不足道的。（例如，截止1968年，OS/360据称已耗费五千人年以上，而另一个IBM操作系统TSS/360也已超过一千人年。）

UNIX的效率多半来自实现的简单和直截了当。他们俩（可以设想在一间办公室里）使用的是一种适中的高级语言，即所谓的“C”语言，且限定在PDP11相当有限的规模上。

UNIX不仅有效，而且在别的系统大多办不到的一个方面得到了人们的承认，即为较深刻地了解该系统，必须掌握的材料总量没有大到使人不能容忍的程度。作为比较，OS/360及其后续系统就过于庞杂了，以致于任何单独一个人都不可能完全了解。对于大多数大型操作系统来说，在一个人准备作较大的修改之前，都需要先研究好几个月。

当然，也有比UNIX更易于理解的系统，但是可以断言，它们总是比想要达到的要简单得多，小得多。就提供给用户的功能而言，UNIX“属于大型类”。事实上，它提供的很多功能，在某些众所周知的重要系统中都是没有的，这就更加值得人们注意。

UNIX操作系统

这一文件以及它的姐妹篇“UNIX操作系统源程序”目的在于详细介绍UNIX分时系统中我们给它取名为“UNIX操作系统”的那一部分，即在UNIX运行期间常驻内存的那些程序，这些程序具有下述主要功能：

- 初启
- 进程管理
- 系统调用
- 中断处理
- 输入/输出操作
- 文件管理

实用程序

UNIX的其余部分（要大得多！）由裁剪得体的一组程序组成，它们作为“用户程序”运行。由于缺乏更好的术语，我们姑且把它们称作“实用程序”。

在这个标题之下，有若干跟操作系统具有很强的共存关系的程序，例如，

“shell”（命令语言解释程序）

“/etc/init”（终端配置控制程序）

以及若干文件系统管理程序，例如，

check	du	rmdir
chmod	mkdir	sync
clri	mkfs	umount
df	mount	update

应该指出，由上面列举的程序执行的很多功能在别的计算机系统中都看作为操作系统的功能了。与（我们定义的）UNIX操作系统相比较，这一点肯定对它们的容量产生了重大影响。

对上述程序的功能与用法的描述可以在“UNIX程序员手册”（UPM），或者在其第一节（公用程序），或者在其第八节（仅供系统管理员使用）中找到。

其它文献

这些注释频繁地引用“UNIX 程序员手册”(UPM),也偶而引用“UNIX文献”书单,更是不断地引用“UNIX 操作系统源程序”。

所有这些材料都是与完整地理解该系统有关的。另外,充分地研究汇编语言子程序还需要参考由DEC公司出版的〈PDP11 处理机手册〉。

UNIX 程序员手册

UPM (UNIX Programmer's Manual)分为八节,前面有一个目录和一个KWIC (Key Word In Context 正文中的关键字)索引,后者几乎都是很有用的,但是有时也惹人生气,因为某个被索引的材料不存在,而某个存在着的材料又没有被索引。

在手册的每一节内部,材料都是根据对象名字按字母顺序排列的。节号通常附在对象名字后,因为某些对象出现在好几节里,例如,“CHDIR (I)”和“CHDIR (II)”。

第I节包括这样一些命令,它们要么是由“shell”命令解释程序加以识别的,要么是标准用户实用程序名。

第II节包括“系统调用”,它们是可以由用户程序引用的操作系统子程序,用以获得操作系统所提供的服务,操作系统的研究将使其中的大多数变得相当熟悉。

第III节包括“子程序”,它们都是可以由用户程序调用的库子程序。对于普通的程序员来说,第II节与第III节之间的差异看起来常常不太明显。第III节的大部分是跟操作系统无关的。

第IV节描述“特别文件”,它是外部设备的别名,其中有一些是很有用的,而另一些仅是有趣,这要看你从什么角度看了。

第V节描述“文件格式与约定”,大量有用的信息隐藏在这一节里。

第IV节和第VII节描述“用户维护”的程序

和子程序,任何UNIX爱好者都不会忽视这两节,但是它们与操作系统没有特别的关系。

第VIII节描述“系统的维护”(软件,不是硬件!),这里有大量有用的信息,尤其是如果你对UNIX 设施怎样管理感兴趣的话。

UNIX 文献

这是一部论文选集,收集了各种各样关系疏密不等的论文。

Setting Up UNIX (装配UNIX)

实际上属于UPM的第VIII节(它是很有用的)。

The UNIX Time-Sharing System (UNIX分时系统) 是登在〈Communications of the ACM〉上的初始论文的修改版,每个月应该至少重读一次。

UNIX for Beginners (UNIX入门)

是有用的,如果你的UNIX 实践还是很有限的话。

其中关于“C”和编辑程序的个别指导,以及关于“C”和汇编程序的参考手册是极为有用的,除非你完全是内行。

The UNIX I/O System (UNIX 输入/出系统) 精辟地概述了操作系统的很多性质。

UNIX Summary (UNIX综述) 提供一个概况,它在回答“一个操作系统 是做什么的”这样的问题时很有用。

UNIX操作系统源程序

这是由贝尔 试验 室 提供的操作系统删改文本。

程序集假定一个“样本”系统由如下设备构成:

PDP 11/40处理机;

RK05盘驱动器;

LP11行式打印机;

PC11纸带读入/穿孔输出机;

KL11终端接口。

对源程序的基本修改如下: