

电源管理提出了操作系统必须处理的若干问题,其中许多问题涉及资源休眠——选择性地、临时性地关闭设备,或者至少当它们空闲时减少它们的功率消耗。必须回答的问题包括:哪些设备能够被控制?它们是工作的还是关闭的,或者它们具有中间状态吗?在低功耗状态下节省了多少电能?重启设备消耗能量吗?当进入低功耗状态时是不是必须保存某些上下文?返回到全功耗状态要花费多长时间?当然,对这些问题的回答是随设备而变化的,所以操作系统必须能够处理一个可能性的范围。

许多研究人员研究了笔记本电脑以了解电能的去向。Li等人(1994)测量了各种各样的工作负荷,得出的结论如图5-45所示。Lorch和Smith(1998)在其他机器上进行了测量,得出的结论如图5-45所示。Weiser等人(1994)也进行了测量,但是没有发表数值结果。这些结论清楚地说明能量吸收的前三名依次是显示器、硬盘和CPU。可能因为测量的不同品牌的计算机确实具有不同的能量需求,这些数字并不紧密地吻合,但是很显然,显示器、硬盘和CPU是节约能量的目标。

设备	Li等人(1994)	Lorch和Smith(1998)
显示器	68%	39%
CPU	12%	18%
硬盘	20%	12%
调制解调器		6%
声卡		2%
内存	0.5%	1%
其他		22%

图5-45 笔记本电脑各部件的功率消耗

5.8.2 操作系统问题

操作系统在能量管理上扮演着一个重要的角色,它控制着所有的设备,所以它必须决定关闭什么设备以及何时关闭。如果它关闭了一个设备并且该设备很快再次被用户需要,可能在设备重启时存在恼人的延迟。另一方面,如果它等待了太长的时间才关闭设备,能量就白白地浪费了。

这里的技巧是找到算法和试探法,让操作系统对关于关闭什么设备以及何时关闭能够作出良好的决策。问题是“良好”是高度主观的。一个用户可能觉得在30s未使用计算机之后计算机要花费2s的时间响应击键是可以接受的。另一个用户在相同的条件下可能会发出一连串的诅咒。

1. 显示器

现在我们来查看能量预算的几大消耗者,考虑一下对于它们能够做些什么。在每个人的能量预算中最大的项目是显示器。为了获得明亮而清晰的图像,屏幕必须是背光照明的,这样会消耗大量的能量。许多操作系统试图通过当几分钟的时间没有活动时关闭显示器而节省能量。通常用户可以决定关闭的时间间隔,因此将屏幕频繁地熄灭和很快用光电池之间的折中推回给用户(用户可能实际上并不希望这样)。关闭显示器是一个睡眠状态,因为当任意键被敲击或者定点设备移动时,它能够(从视频RAM)即时地再生。

Flinn和Satyanarayanan(2004)提出了一种可能的改进。他们建议让显示器由若干数目的区域组成,这些区域能够独立地开启和关闭。在图5-46中,我们描述了16个区域,使用虚线分开它们。当光标在窗口2中的时候,如图5-46a所示,只有右下角的4个区域必须点亮。其他12个区域可以是黑暗的,节省了3/4的屏幕功耗。

当用户移动鼠标到窗口1时,窗口2的区域可以变暗并且窗口1后面的区域可以开启。然而,因为窗口1横跨9个区域,所以需要更多的电能。如果窗口管理器能够感知正在发生的事情,它可以通过一种对齐区域的动作自动地移动窗口1以适合4个区域,如图5-46b所示。为了达到这一从9/16全功率到4/16全功率的缩减,窗口管理器必须理解电源管理或者能够从系统的某些其他做这些工作的部分接收指令。更加复杂的是能够部分地照亮不完全充满的窗口(例如,包含文本短线的窗口可以在右手边保持黑暗)。

2. 硬盘

另一个主要的祸首是硬盘,它消耗大量的能量以保持高速旋转,即使不存在存取操作。许多计算机,特别是笔记本电脑,在几秒钟或者几分钟不活动之后将停止磁盘旋转。当下一次需要磁盘的时候,磁盘将再次开始旋转。不幸的是,一个停止的磁盘是休眠而不是睡眠,因为要花费相当多的时间将磁盘再次旋转起来,导致用户感到明显的延迟。

此外,重新启动磁盘将消耗相当多额外的能量。因此,每个磁盘都有一个特征时间 T_d 为它的盈亏平衡点, T_d 通常在5~15s的范围之间。假设下一次磁盘存取预计在未来的某个时间 t 到来。如果 $t < T_d$,那么保持磁盘旋转比将其停止然后很快再将其开启要消耗更少的能量。如果 $t > T_d$,那么使得磁盘停止而后在