

使用程序复盖应注意的问题

黄 种 桂

〔计算机科学(电脑)系〕

摘 要

本文通过介绍 RSX-11M 操作系统程序复盖的基本概念, 讨论复盖程序的特性和适用范围。

RSX-11M 操作系统在 PDP-11 系列计算机和国产 DJS-180 系列计算机上得到广泛应用。一个要在这个操作系统上运行的程序, 源程序首先必须编译(或汇编)为目标程序, 然后由任务建立程序(TKB)把目标程序与系统目标库模块连接成为一个可以运行的实体——以文件形式驻留在磁盘上, 称为任务映像文件, 它才能在计算机系统中运行。每一个任务映像所需要的地址空间称为虚地空间。一个任务从开始运行至出口所占用物理内存地址空间的总和称为该任务的逻辑地址空间。尽管 PDP-11 系列计算机本身物理内存配置可以从 32k 字到 1 兆字, 系统采用 16 位编址, 一个任务映象的虚地址空间最大也不能超过 32k 字, 这对大型的程序是很大的限制。为了克服这种限制, 操作系统提供了若干有效手段, 能使任务可访问的逻辑地址空间大大超过 32k 字甚至可以大大超过计算机的实际内存空间, 使得大的程序能在 RSX-11M 系统上运行。其中最简单常用的方法是程序复盖。这种方法不但适用于用汇编语言编写的程序, 也适用于用高级语言(如 FORTRAN, COBOL, BASIC, PASCAL 等)编写的程序。

利用程序复盖来设计程序, 不光是为了减少任务虚地址空间的开销, 提高处理大程序的能力, 主要还是为了减少任务对主机内存的开销。这点对主机内存空间小的小型计算机尤其重要。因为在多用户环境下, 需要较大主存空间的程序竞争主存资源的能力低于需要较小主存空间的程序。因此必须尽量减少每个任务的主存开销, 使得有限的主存空间能同时容纳尽可能多的任务, 达到并行执行, 提高计算机系统效率。RSX-11M 操作系统本身许多系统程序就采用了程序复盖结构。

(一)程序复盖的基本概念

在模块程序设计中, 一个程序由多个程序单位组成。举一个简单例子, 程序 TASK 由主程序 MAIN 和子程序(或过程、程序节)A, B, C, D, E 组成。主程序 MAIN 调用子程

本文1985年4月9日收到。

序A, B, C, 而子程序C又调用子程序D和E。假设这些程序单位所需要的地址空间分别为15k字、13k字、12k字、7k字、6k字, 如果把它们构成非复盖的单段任务, 任务映像所需要的虚地址空间大约等于各程序单位的地址空间之和加上任务标题所占用的空间, 其值超过32k字, 这个任务不能在RSX-11M系统上执行。

我们知道, 一个任务在计算机中执行时, 各个程序单位不是在每一时刻都是同时需要的, 可以把那些相互不调用和不直接交换数据的程序单位, 即逻辑上独立的程序单位构成复盖结构, 共享虚地址空间, 使虚存空间的开销不超过32k字。上面的例子, 程序TASK的程序单位A, B, C构成第一层复盖, 程序单位D和E构成第二层复盖, 按树结构来描述如图1所示。同一层的复盖段占相同的虚地址空间, 这样复盖程序TASK需要的虚地址空间大约是主程序的地址空间与各层最大复盖段的地址空间之和。图2说明复盖程序TASK各子程序共享虚存空间的情况, A, B, C共享同一虚地址空间, D和E共享同一虚地址空间。可以根据实际要求构造多路径、多层次的复盖程序。

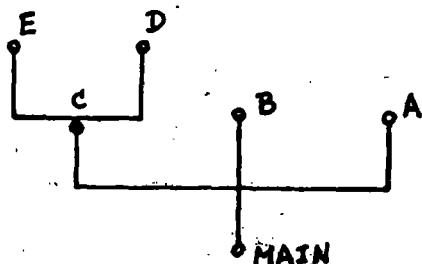


图1 程序 TASK 的树状复盖结构

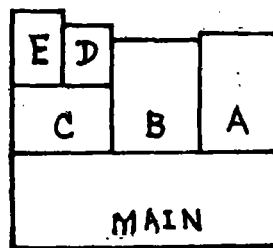


图2 复盖程序 TASK 虚地空间分配

用树形象地表示复盖结构, 此树称为复盖树。树中平行的分枝表示相互复盖的段, 它们共享同一虚地址空间, 它们之间必须逻辑上独立。树中路径上各分枝段都是彼此邻接, 它们不共享虚地址空间, 逻辑不要求独立。

(二) 程序复盖的表示

程序的复盖结构用系统提供的复盖描述语言(ODL)进行描述, 用这个语言的语句形成一个复盖描述文件。这个文件一般是由用户自己根据要求编写并用编辑程序输入存于磁盘的正文文件, 它的文件名与主程序的目标文件名相同, 类型为.ODL。COBOL, BASIC-PLUS-2等语言在源程序编译时同时产生复盖描述文件, 但这文件有时不能满足使用上的要求, 必须进行修改或重新编写。

在任务建立时, 将复盖描述文件为任务建立程序(TKB)的输入文件, 并以开关/MP指明。建立任务时所需要的目标文件和库文件都要在复盖描述文件中进行描述, 而不再在TKB命令行中作为输入文件列出。

图2的复盖结构可以描述为:

```

      .ROOT MAIN - *(A, B, C-(D, E))
      .END
或
      .ROOT MAIN - *(A, B, CFCTR)
      CFCTR, .FCTR C-(D, E)
      .END

```

其中 *CFCTR* 是引进自定义的标号, 供命令 *·FCTR* 使用, 在 *·ROOT* 命令行中代表 *C-(D, E)* 这部分。命令行中的字段 (如此例中的 *MNIN, A, B, C, D, E*) 是表示命令所要处理的参数, 它们是目标文件名, 也可以是目标库名, 也可以是目标库名、目标复盖段名和表示些名的标号。

(三) 磁盘常驻复盖和内存常驻复盖的使用比较

复盖程序都是共享虚地址空间, 系统提供两种复盖方式: 磁盘常驻复盖和内存常驻复盖。

磁盘常驻复盖不但共享虚地址空间, 而且在任务执行时共享主机内存空间, 它既节省虚地址空间又节省主机系统的内存开销。但它增加对磁盘的访问次数, 任务运行速度降低, 但提高任务对系统内存资源的竞争能力, 从而又提高了运行效率。大多数任务都应采用磁盘常驻复盖。磁盘常驻复盖任务的同一层复盖段数目没有限制, 最大的复盖层次数可达16层。

内存常驻复盖, 任务中同层的复盖段只共享虚地址空间, 在任务执行时, 它们不共享内存, 而是驻留在内存的某一独立区域中。这点与磁盘常驻复盖使用内存的情况不同。一个内存常驻复盖任务虽然节省虚地址空间, 但并没有节省内存空间的开销, 因此仍受计算机实际内存大小的限制。这种复盖方式的复盖层数最大为7层, 且每层复盖段的地址空间按 $4k$ 字的倍数分配。如占用 $4k+1$ 字地址空间的段要分配给它 $8k$ 字的地址空间, 这样, 第二个 $4k$ 字除了用了一个字外, 其余都没有使用。所以一个合理的模块设计应尽量使它的地址空间接近 $4k$ 字的倍数。内存常驻复盖仅适用于有足够大的内存空间可使用的计算机系统。它对内存要求大, 从而提高程序的执行速度。但在多用户操作环境、内存又小的计算机系统中, 会降低任务竞争使用内存资源的能力, 反而降低执行速度, 甚至会降低整个系统的效率, 影响其他任务的执行, 应避免使用这种方法。

(四) 复盖自动装入和手工装入方法选择

具有复盖任务执行时, 任务的根段总是常驻内存之中, 每当需要调用某个复盖段, 才将该复盖段从磁盘中装入内存。对于磁盘常驻复盖每调用一次复盖段均要从磁盘装入一次。对于内存常驻复盖只是第一次调用装入内存, 以后同根段一样常驻于内存某一区域, 若再次调用它就在内存中进行访问。复盖段装入内存的方法有二种: 自动装入和手工装入。一个复盖任务只能选用其中的一种方法。

自动装入是由操作系统完成的, 只要在复盖描述文件中用 *** 号加在圆括号前来表示之。此方法简单, 无需用户干预。手工装入是在程序执行时由用户指出所需要装入的复盖段。手

工装入的表示方法随程序设计语言而异。此方法虽然使用灵活,可按用户的实际情况要求直接控制复盖段的装入,但使用方法较为复杂,加上人工干预,影响任务的执行速度。

(五)程序复盖使用讨论

在什么情况下需要构造复盖程序?这要根据实际程序大小和程序使用频率而定。一般来说,对于科学计算的程序,单段程序所需要的虚地址空间大于 32k 字才必须使用复盖技术。对于经常执行的程序,即使整个程序所需要的虚地址空间不超过 32k 字,但影响竞争主存资源的能力,或影响整个计算机的效率,应使用复盖技术。

一般来说都应用磁盘常驻复盖,但在下列情况应尽量选用内存常驻复盖:

(1)采用磁盘常驻复盖会使程序执行速度降低到不可容忍的地步。

(2)有足够大的实际内存空间可以使用。

(3)有些程序不能采用磁盘常驻复盖,如含有常驻内存库或共享区等成份的复盖段。

复盖程序和非复盖程序对整体符号的解释是一样的,但是复盖程序结构会改变整体符号的适用范围。如在复盖程序中定义二个同名的整体符号,只要它们位于不同的路径上,并确保它不会被其他路径上的复盖段所引用,这是允许的。它们不当做两重定义的符号。但是,若在同路径上都定义了二个相同名的整体符号,假如根段要调用它们,那么应该引用哪一个?这个符号就是两重定义,这种情况应特别注意。用高级语言编写的程序需要引用大量系统库程序,如果不小心处理,会产生多重定义的整体符号。为了限制对系统约定库符号的搜索引用范围,任务建立程序(TKB)采用开关/NOFU来实现这一限制。当复盖段需要引用约定库中的目标模块时,应在TKB命令行的输出文件后加开关/FU,否则又会出现无定义的错误。

为了提高程序执行效率,各复盖程序段要引用的公共模块和引用频繁模块最好连接在主根段,在程序执行时与主根一起驻留于内存中,以减少装入次数。

还应注意复盖程序对虚地址空间和物理空间的合理开销。如前面提到,对于内存常驻复盖的段应尽量按接近 4k 字的长度来设计。对于磁盘常驻复盖,每条从根到叶的路径长度应尽量接近,因为系统是按最长一个路径来分配虚地址和实地址空间。

构造一个复盖程序,须在程序设计时进行周密考虑,还往往需要进行多次修改,反复调试,最后才能获得较满意的结果。在程序调试时可以利用TKB时产生的内存分配文件(文件类型为.MAP)所提供的程序地址空间的分配情况、整体符号的定义和引用的有关信息,对各复盖段进行分析,达到构造一个比较合适的复盖程序。

参 考 文 献

- [1] RSX-11M/M-PLUS Task Buider Manual, Order No. AA-H266-A-TC, DIGITAL, (1979).
- [2] RSX-11M/M-PLUS Executive Reference Manual Order No. AA-H265A-TC, DIGITAL, (1979).

Some Problems Raising from the Application of Program Overlay

Huang Zhonggul

Abstract

In this paper, the features and applications of program overlay within RSX-11M operating system are discussed by introducing the basic concepts concerning overlay programming.