

call 指令开始于节偏移 0xe 的地方, 包括 1 字节的操作码 0xe8, 后面跟着的是对目标 sum 的 32 位 PC 相对引用的占位符。

相应的重定位条目 r 由 4 个字段组成:

```
r.offset = 0xf
r.symbol = sum
r.type   = R_X86_64_PC32
r.addend = -4
```

这些字段告诉链接器修改开始于偏移量 0xf 处的 32 位 PC 相对引用, 这样在运行时它会指向 sum 例程。现在, 假设链接器已经确定

```
ADDR(s) = ADDR(.text) = 0x4004d0
```

和

```
ADDR(r.symbol) = ADDR(sum) = 0x4004e8
```

使用图 7-10 中的算法, 链接器首先计算出引用的运行时地址(第 7 行):

```
refaddr = ADDR(s) + r.offset
         = 0x4004d0 + 0xf
         = 0x4004df
```

然后, 更新该引用, 使得它在运行时指向 sum 程序(第 8 行):

```
*refptr = (unsigned) (ADDR(r.symbol) + r.addend - refaddr)
         = (unsigned) (0x4004e8 + (-4) - 0x4004df)
         = (unsigned) (0x5)
```

在得到的可执行目标文件中, call 指令有如下的重定位的形式:

```
4004de: e8 05 00 00 00          callq 4004e8 <sum>      sum()
```

在运行时, call 指令将存放在地址 0x4004de 处。当 CPU 执行 call 指令时, PC 的值为 0x4004e3, 即紧随在 call 指令之后的指令的地址。为了执行这条指令, CPU 执行以下的步骤:

- 1) 将 PC 压入栈中
- 2) $PC \leftarrow PC + 0x5 = 0x4004e3 + 0x5 = 0x4004e8$

因此, 要执行的下一条指令就是 sum 例程的第一条指令, 这当然就是我们想要的!

2. 重定位绝对引用

重定位绝对引用相当简单。例如, 图 7-11 的第 4 行中, mov 指令将 array 的地址(一个 32 位立即数值)复制到寄存器 %edi 中。mov 指令开始于节偏移量 0x9 的位置, 包括 1 字节操作码 0xbf, 后面跟着对 array 的 32 位绝对引用的占位符。

对应的占位符条目 r 包括 4 个字段:

```
r.offset = 0xa
r.symbol = array
r.type   = R_X86_64_32
r.addend = 0
```

这些字段告诉链接器要修改从偏移量 0xa 开始的绝对引用, 这样在运行时它将会指向 array 的第一个字节。现在, 假设链接器已经确定

```
ADDR(r.symbol) = ADDR(array) = 0x601018
```