

应用软件的容错设计

林志斌 (交通部广州信息技术研究所 510075)

摘要:本文以 FoxPRO 语言为例,从录入错误、外部环境错误、程序错误、数据共享错误四个方面介绍了应用软件的容错设计。

关键词:应用软件 容错 设计

一个好的应用软件,不但要有完备的功能,有高的效率,高的安全性、可维护性,而且还要有高的容错能力。

系统在运行中由于种种原因会遇到各种错误。对这些错误若不进行处理,就不能保证系统的正常运行,甚至引发操作系统出错信息破坏屏幕界面,使系统中断运行非正常退出,因此,容错设计是系统设计中重要的一环。

应用软件容错要求应用系统能容许错误,并预见、判别、纠正运行中可能出现的错误,恢复和保持计算机系统的正常运行。

应用系统可能遇到的错误主要有下面四种类型。

一、录入错误

为防止错误数据进入系统,在存入数据前应该对数

据进行合理性检查,辨认非法、越权的操作,当分析有错误字符或不合理数据时,应给出提示信息并拒绝输入,同时为操作人员提供纠正错误的手段。

录入错误既有纯操作错误,也有逻辑性错误。

用户敲错键的事时有发生,再熟练的用户有时也难免发生这样那样的操作失误。作为一个成功的系统,应该有较强的容错能力。或者说应该允许人家犯错误,并给人家以改正错误的机会。

在数据输入中,对于明显的错误应能自动纠正。

例如在股票市场上,星期六、星期日不交易,那么在输入数据时就必须对日期进行判断,以排除这两天的数据输入。

又如,重复输入的数据应能够检测出来。

为保证输入数据的正确性,可采用代码校验、数据逻辑关系校验、屏幕校验等方法,以防止“病从口入”。

例如,用输入产品编号来代替输入产品名称、规格型号,系统应在把编号写入数据库之前先把从产品目录中检索出来的对应该编号的产品名称、规格型号显示出来,向用户询问对否,得到用户确认后,再执行下面的命令,这样就提供了检错的机会。

FoxPro 提供了 PICTURE、BETWEEN、VALID、RANGE 等子句进行数据有效性检查。

VALID <expr>: <expr> 是一个用户自定义函数 UDF (User Define Function), 因为 UDF 是一个函数, 而函数的行数又没有限制, 因此可以做很多事。如果 UDF 返回 TRUE 则确认, 否则无法确认。

ERROR = <expc>: 加上这个开关, 并指定错误信息, 每当使用者输入数据错误时就会将错误信息显示出来。

BETWEEN = < expr1 >, < expr2 >: 加上 BETWEEN 则加上了数据的上下项, 当使用者输入的数据修改后, 则会去检查这范围。如果输入数据不在该范围之内, 则显示错误信息。对输入数据的范围进行限制, 可以防止一定的错误。

值得一提的是, 由于检验分散在应用程序中, 不但增加了程序员的负担, 而且也容易被疏忽、误解或出错。还有应用程序的维护工作量比较大, 一旦约束改变了, 应用程序须作相应的修改。

二、外部环境错误

程序外部环境如不能满足程序执行的条件, 如打开的数据库不存在, 磁盘空间不够等也会导致系统出错。一有错误发生, 就会使程序中断执行。

在系统执行排序、索引、拷贝等操作时, 若磁盘容量不足, 则会造成“溢出”错误, 有时还会破坏数据, 因此, 测试磁盘容量是否足够也是必不可少的。FoxPro 提供了 DISKSPACE() 函数, 测试磁盘剩余的空容量。

系统运行中有时会发生“文件不存在”的错误, 导致程序非正常停止, 这主要是因为系统在安装时少拷贝了某些文件或误删某些文件造成的。FoxPro 提供了 FILE() 函数, 测试文件是否存在。

用户操作时常常会出现这样的情况, 文件拷贝到软盘时软盘没有插好, 或者忘记拆掉写保护, 或者软盘还没

有格式化, 于是导致系统出错。因此在拷贝前应先检查磁盘状态。

打印时打印机没有联机, 或者打印到一半时突然关掉打印机, 都会导致系统出错, 因此在打印前应先检查打印机状态, 在打印过程中应考虑突然关掉打印机时如何返回。

下面给出判断打印机状态的程序。

```
DO WHILE .T.
  IF SYS(13) = "OFFLINE"
    WAIT "打印机还没准备好!" + ;
      CHR(13) + "请调好打印机, 然后按 Y 键开始打印, 或者直接按 N 键放弃打印返回." ;
    WINDOW TO key
    IF key = 'N' .OR. key = 'n'
      CLOSE ALL
      RETURN
    ENDIF
  ELSE
    EXIT
  ENDIF
ENDDO
RETURN
```

三、程序错误

有两种情况会产生程序内部错误, 第一种情况是语法错误, 如漏写变量, 字段名拼写错误等; 第二种情况是逻辑错误。

考虑到软件本身会有错误, 所以对模块之间要加强检查, 以防止错误的蔓延。

例如开平方根的模块应检查输入的变量是否大于等于零, 而不应假设这一点必然成立。

值得一提的是, 出错暴露了软件本身未加以解决的问题。发现错误后对其进行记录和分析是十分必要的。可设计一出错处理程序, 其功能是记录发生错误的程序名、错误代码等。

用 ON ERROR 语句调用后系统会自动在程序中的每一错误检测点调用该出错处理程序, 进行故障跟踪 (ERROR TRAP), 收集故障信息。

对用户来讲当遇到出错时, 希望把出错信息保存下来供开发者使用, 但主要是希望程序能继续工作; 对开发者来讲当遇到错误时, 主要是希望能修改这一错误, 为

此,开发者需要了解出错代码和出错的环境信息。

如果没用 ON ERROR 调用出错处理程序,则一旦运行到有故障的地方,会出现错误信息,指向出错的地方,并询问用户“Abort, Suspend, Cancel”,用户往往不知所云,无所适从。用上述出错处理程序后则能显示出出错的相关信息:错误代码、原因、出错程序名,然后提示用户记录出错现象后返回主菜单。

出错处理程序如下:

NOTE 例二

NOTE 程序名:errfix

NOTE 调用方式: ON ERROR DO errfix WITH ERROR
(), MESSAGE(), SYS(16)

PARA errnum, errm, errp

SET DEVICE TO SCREEN && 打印过程出错,切换回
屏幕方式,将出错信息向屏幕输出

SET PRINT OFF

IF Errnum = 108. OR. Errnum = 109. OR. Errnum = 111.
OR. Errnum = 130 && 共享错误

NOTE 错误代码 108 表示文件已被其他用户使用

NOTE 错误代码 109 表示记录已被其他用户使用

NOTE 错误代码 111 表示对只读文件不能写

NOTE 错误代码 130 表示在没有加锁的记录上执行了
REPLACE 或 @...SAY/GET 命令

DEFINE WINDOW err-msg FROM 0,0 TO 4,79

MOVE WINDOW err-msg CENTER

ACTIVATE WINDOW err-msg

@1,6 say "其他用户正在使用,请稍等! 或者用 Esc
键放弃相应操作返回!"

key = INKEY(0)

RELEASE WINDOW err-msg

IF key = 27

CLOSE ALL

RETURN TO MASTER

ENDIF

Time = 0

DO WHILE Time < 100

Time = Time + 1

ENDDO

RETRY

ENDIF

WAIT STR(errnum,4) + ' ' + errm + ' 程序:' + errp;
+ CHR(13) + "请记录出错现象,然后按任一键返
回..."

CLOSE ALL

RETURN TO MASTER

四、数据共享错误

多用户环境下数据库管理系统的最大特点就是资源共享。多用户共同使用系统提供的软硬件和数据资源,由于系统资源的有效性和唯一性,必然导致几个用户使用同一资源的现象。

因此,多用户数据库系统中必须考虑万一发生了死锁或者冲突应该怎么办。

例如有些数据处理需独占打开,如果已被人先打开无法锁住,则会出现“File is in use by another”的错误信息。

又如在某库文件被 FLOCK 加锁后,INSERT INTO 不能执行,或者在某记录被加锁后,用户不能在 BROWSE 窗口中修改这一记录。

在交互式操作即在命令窗口中操作时,封锁一旦失败,出错信息立即通过主窗口或用户定义窗口反馈给用户,用户可以根据不同的出错类型进行相应的处理,而在程序方式下,必须由程序识别出出错状态及由程序完成恰当的处理。

程序方式下可通过封锁函数 FLOCK()、RLOCK()、LOCK()进行封锁,通过 SYS(2011)函数判断当前文件的锁定状态,然后用 IF 语句对函数返回值进行判断。

当出现数据共享错误时,系统会自动调用例二的出错处理程序。

参考文献

- [1] 马龙,《FoxPro 2.5 新功能应用技巧及实例》,西安交通大学出版社,1994年 P25-31
- [2] 王为真,《大庆油田注水站微机监测系统的设计》,计算机系统应用,1996年第7期
- [3] 姚国祥,《汉字 FoxBASE+ 2.10 管理软件程序设计方法 150 例》,武汉工业大学出版社,1994年

(来稿时间:1997年3月)