

客户机端数据库完整性约束的程序实现

韩瑞新 朱桂林 齐先义 (天津 海军后勤学院 计算机教研室 300450)

摘要:本文对完整性约束的定义、含义等内容进行了阐述,分析了数据库维护及程序设计中的完整性约束问题。结合 QCMS 信息管理系统的设计,对在程序设计中如何保证完整性约束进行了讨论。

关键词:完整性约束 参照完整性 SYBASE PowerBuilder

SYBASE 是基于客户机/服务器结构的关系数据库管理系统[1],它的服务器 SQL Server 在核心层实现了数据完整性约束(提供触发器 Trigger、规则 Rule 和缺省 Default),具有很强的安全和容错性能。在 SYBASE 程序设计中常遇到“Column cannot be null”、“primary key is not unique”和“primary key is referenced in another table”等“Integrity constraint violation”错误,这些错误的产生皆由违反了完整性约束所致。

作为 Client/Server 应用开发的前端工具,PowerBuilder 独立于数据库管理系统运行,支持 SYBASE、Oracle、Informix、Ingress 和 DB2 等数据库连接[4],是一个面向对象的可视化 4GL(第四代语言)工具和高效的集成开发环境。它以卓越的性能优于 SQL Windows、Oracle Power Object、Progress、Delphi 等 Client 端开发工具。基于 PowerBuilder/SYBASE 前后台组合的 Client/Server 系统模式,是大型 MIS 系统应用开发的优选方案[5]。下面以 PowerBuilder 和 SYBASE 为例,针对 QCMS(Quality-Check-Manager-System,质量检测)MIS 系统的设计,对完整性约束问题给予探讨。

一、完整性约束概述

1. 完整性约束的定义

(1)在 SYBASE 中定义。SYBASE 通过 Constraint 子句来定义完整性约束,子句的各语法成分如下:

Constraint——列出完整性约束的名字。该关键词和 constraint—name 是可选项。

references——为参照完整性约束指定列的清单。一个列约束只能指定一个列值。若在参照另一个表的表中包含该约束,任何插入“参照”表的数据必须已存在于“被参照”的表中。要使用该约束,必须在被参照的表上具有

references 权限。在被参照表中指定的列必须受唯一索引的约束(该索引可由 unique 约束或 Create index 语句建立)。如果未指定某列,在被参照表中恰当的列上必须有一个 primary key 约束。另外,参照表中列的数据类型必须与被参照表中列的数据类型相匹配。

foreign key——指定给出的列在该表中为外部键,而该表的目标键是在 references 子句中给出的列。外部键语法仅为表级约束所允许,而不为列级约束所允许。

(2)在 WATCOM 中定义。WATCOM 是 PowerBuilder 内嵌关系数据库管理系统[2],在 WATCOM 中定义参照完整性约束主要是通过定义主键和外部键来实现的,与 SYBASE 不同的是:它采用直观操作的方式,而不是用语法来定义。

2. 完整性约束的含义

可以生成以下类型表级或列级约束。

(1)参照完整性约束(referential integrity constraint)。参照(references)完整性约束要求那些插入到定义了约束的“参照”表中的数据必须在“被参照”表中有匹配值。参照完整性约束应满足以下两个条件:

——参照表中被约束列的数据不含有空值。

——参照表中被约束列的数据与被参照表中相应列中的数据值匹配。

用户可以拥有自身带有参照完整性约束的表。不能从被参照表中删去行或更新列,这些行值和列值与参照表中的值是相匹配的。只有在参照表被删除或参照完整性被删除的情况下才能删除被参照表(除非它本身带有参照完整性约束)。

2. 唯一(unique)和主键约束。可以在表级或列级定义唯一(unique)约束。唯一约束要求指定的列中所有非空值必须唯一。表中任意两行在指定列上都不允许有相同的值。

主键约束是比唯一约束更具限制性的形式,有 primary key 约束的列不许含有空值。

3. 完整性约束的外在表示

在 PowerBuilder 中用数据库画笔 (DataBase Painter) 将数据库中的表被打开后 [3], 表 (Table) 的显示形式如下图:

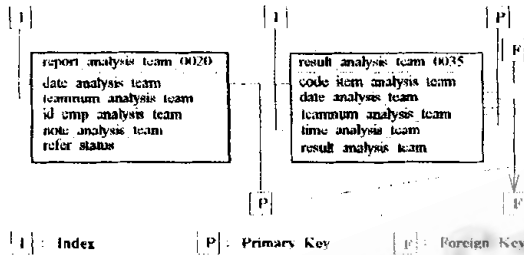


图 1 表列及约束定义的外在表示

上图直观地表示了表的列名、主键、索引以及反映参照性约束的外键和两个表之间的参照关系。打开的两个实体 (Entity) 将在后面举例中引用, 它们的实体名及属性定义如下表所示:

表 1 实体属性定义

Report-Analysis-Team-0020	列数据类型及 非空属性	result-Analysis-Team-0035	列数据类型及 非空属性
"三班化验值病人情况"中文列名		"三班化验分析结果"中文列名	
三班化验日期	DATE 非空	三班化验项目编号	INT 非空
三班化验班次	CHAR(2) 非空	三班化验日期	DATE 非空
三班化验交班人编号	INT	三班化验班次	CHAR(2) 非空
三班化验交接班记录	CHAR(40)	三班化验时间	CHAR(10) 非空
参照状态	INT	三班化验值	FLOAT

注:各实体列名顺序与图 1 中所示相同。

二、数据库维护及完整性约束问题

1. 唯一和主键约束错误

前面已述,唯一约束要求在表中指定列上没有两行具有相同的非空值,主键约束还要求列中没有空值。那么,如果表中任意两行定义了唯一性约束的列具有相同的值,数据存盘、更新时数据库管理系统会提示类似"primary key for table 'report-analysis-team-0020' is not unique"错误信息。对于主键约束的列,存盘时如果列中存在空值,则数据库管理系统会提示"Column cannot be null"的出错信息。这些错误的出现,将导致存盘、更新操作失败。

2. 参照完整性约束错误

向"参照"表中输入数据时,由于"参照"表中的数据必须在"被参照"表中有匹配值,因此若输入不符合参照性约束的值,数据存盘、更新时会出现类似"no primary key value for foreign key 'report-analysis-team-0020' in table 'result-analysis-team-0035'"的错误信息。在修改、删除"被参照"中数据时,若修改、删除的行已被"参照"表所参照,那么系统将提示如"primary key for row in table 'report-analysis-team-0020' is referenced in another table"的出错信息。

3. 完整性约束的触发机理

在应用程序运行中,存盘、更新操作实际上是由数据库管理系统完成的。因而,在存盘、更新事务向数据库管理系统提交后,数据库管理系统依据唯一和主键约束及参照完整性约束对数据进行检查,如果违反了约束,则提示相应的英文出错信息。无论是在应用程序中或数据库管理系统中完整性约束机制都是由触发器 (Trigger) 实现的。产生触发器的语句如下:

```
create trigger tD-Report-Analysis-Team on Report-
Analysis-Team for DELETE asbegin
declare @errno int,
        @errmsg varchar(255)
/* Report-Analysis-Team consists of Result-Analysis-
Team ON PARENT DELETE RESTRICT */
if exists (
select * from deleted, Result-Analysis-Team
where
/* %JoinFKPK(Result-Analysis-Team, deleted, " =
", " and") */
Result-Analysis-Team.Date-Analysis-Team = deleted.
Date-Analysis-Team and Result-Analysis-Team. TeamNum-
Analysis-Team = deleted. TeamNum-Analysis-Team )
begin
select @errno = 30001,
        @errmsg = 'Cannot DELETE "Report-Analy-
sis-Team" because "Result-Analysis-Team" exists.'
goto error
end
return
error:
raiserror @errno @errmsg
```

```
rollback transaction
end
go
```

以上语句只是产生了 DELETE trigger on Report-Analysis-Team, 实际应用中还要产生 UPDATE trigger on Report-Analysis-Team 等等。这些 trigger 保证了完整性约束, 在应用程序中仿照 trigger 的定义来编写脚本, 可保证完整性约束。

三、完整性约束在程序设计中的实现

在应用程序运行中, 存盘、更新事务向数据库管理系统提交前未作必要的处理, 一旦数据违反了约束, 数据库管理系统将提示相应的英文出错信息。这些英文系统信息是应用程序不希望出现的, 它干扰了应用程序的正常运行, 破坏了程序原有的控制, 给用户增加了使用上的困难。因此存盘、更新事务提交前, 必须依据完整性约束对数据进行检查, 一旦发现错误, 程序应立即进行处理, 这样就可避免由数据库管理系统发出的意外信息影响程序的运行。

1. 唯一和主键约束检查

(1) 唯一约束的实现。必须使唯一约束的列没有两行具有相同的非空值, 满足唯一约束的方法因表的不同特点而各异, 这种不同特点包括表中受唯一约束限制的列的个数多少, 对这些列数据处理的情况等等。数据窗口控件(DataWindow Control) dw-2 中第一列“三班化验日期”值由程序写入, 当用户写入第二列“三班化验班次”数据后, 程序自动检测该数据是否与该列其他数据重复。如重复, 提示“重输数据”并将该数据置为空。可用 editchanged 事件和 ItemFocusChanged 实现此功能。

①实例变量(Instance Variables):

```
long teamrow-20 //保存最近一次所输入、修改第二列数据的行。
```

```
int itemfocuschang-flag //若最近一次输入、修改数据为第二列, 置 1, 否则置 0。
```

②通过 editchanged 事件来记录当前输入、修改的项所在行和列。

```
itemfocuschang-flag = 0
if getcolumn( ) = 2 then
    itemfocuschang-flag = 1 ; teamrow-20 = getrow( )
end if
```

③当 ItemFocusChanged Event 触发时, 取出最近输入、修改的项值。

```
if rowcount( ) > 1 and itemfocuschang-flag = 1 then
    long i = 1 , i0 , j , k = 1 ; string a , b
    i0 = rowcount( ) ; j = teamrow-20 ; a = getitemstring(j, 2)
    do while i <= i0
        b = getitemstring(i, 2)
        if i <> j and a = b then
            messagebox("警告", "班次不允许重复, 请重新输入!")
            dw-2.setitem(j, 2, ""); dw-2.setrow(j) ; dw-2.setcolumn(2) ; exit
        end if
        i = i + 1
    loop
end if
```

(2) 主键约束列值非空的实现。在实际应用中主键约束列值为空串也是没有实际意义的, 应用程序中须对列值为空或空串进行处理。主键约束列值非空的处理一般是在存盘、更新事务提交前进行。一种方法是判断主键列为空则提示要求输入数据, 控制回到录入状态, 不进行存盘、更新操作。另一种方法是根据实际情况, 适当处理后将数据存盘。

对于表“三班化验值班人情况”, 由于列“三班化验日期”由程序写入, “三班化验班次”等列由人工输入, 并指定必须在输入“三班化验班次”后方可输入其他列。因此, 如“三班化验班次”为空或空串, 则主键实际上为空, 该行显然没有有效数据。因此, 存盘时若判断班次为空则将该行删除。这样数据就可保证满足主键列值非空的约束。程序略。

2. 参照完整性约束检查

(1) 数据输入时的参照完整性问题。向“参照”表中输入数据时, 为保证“参照”表中的受参照完整性约束的列的数据在“被参照”表中有匹配值, 可使用下拉数据窗口来提供输入数据。但若没有匹配值, 则必须先行录入“被参照”表中的数据。在录入“三班化验分析结果”时, 若表“三班化验值班人情况”中无指定日期的数据, 则提示输入三班化验值班人情况, 确认后进入“三班化验值班人情况”录入窗口。

```
int sql-code , mesno-gener ; date date-20-
```

```

declare c2 cursor for
select date-analysis-team from report-analysis-team-
0020
where date-analysis-team = :date-20 using sqlca;
//date-20 表示三班化验日期
open c2;
fetch c2 into :date-20-;
sql-code = sqlca.sqlcode
close c2;
if not (sql-code = 0) then
mesno-gener = messagebox("注意","指定日期的
"三班化验值班人情况"未准备好,n& 请录入该日期的
"三班化验值班人情况"! nn&Exclamation!, OkCancel!)
CHOOSE CASE mesno-gener
CASE 1 ; open(w-analysis-team-init) //进入"三班
化验值班人情况"录入窗口
CASE 2 ; close(w-analysis-team) //退出当前窗口
END CHOOSE
return
end if

```

(2)数据修改、删除时的参照完整性问题。修改、删除“被参照”表中数据时,对于被参照的行中具有唯一约束的列,不允许随意修改,即使该行某列修改后的值与修改前相同,存盘时仍会产生参照完整性错误。当用户要求删除“被参照”表中被参照的行时,应先删除“参照”表中的参照行。因此,对这些数据应采取特殊处理。如录入“三班化验值班人情况”时,对于被表“三班化验分析结果”参照的行,以红色显示,并设置属性为不可修改。

①数据窗口列动态属性的设置。动态属性就是根据数据窗口中的列值,动态地设置、修改属性。在表“三班化验值班人情况”中,特别增加了第五列 Refer-status,如其值为1,则表明该行被表“三班化验分析结果”所参照。语句如下:

```

color : if ( refer-status = 1,255,0)
protect : if ( refer-status = 1,1,0)

```

②在数据窗口打开时,对每一行检索被参照的情况。这里主要是用 SQL 语句,根据从数据窗口中取出每行(row)的“三班化验班次”的值,到表“三班化验分析结果”中去检索,如检索到的行数不为0,则设置该行第五列 Refer-status 值为1。程序略。

③当删除被表“三班化验分析结果”参照的行时,先删除表“三班化验分析结果”中参照当前行的行,再删除当前行。

```

int mesno-gener ; string team-code
team-code = dw-2.getitemstring(dw-2.getrow(),2)
if dw-2.getitemnumber(dw-2.getrow(),5) = 1 then
//用 SQL 语句先删除表"result-analysis-team-0035"
中的参照行
DELETE FROM "result-analysis-team-0035"
WHERE ( "result-analysis-team-0035"."date-analysis-
team" = :date-20 ) AND
( "result-analysis-team-0035"."teamnum-analysis-
team" = :team-code )
; dw-2.deleterow(dw-2.getrow())
else ; dw-2.deleterow(dw-2.getrow()) //删除当前
行
end if

```

参考文献

- [1] SYBASE SQL Server 参考手册:卷 I 命令函数和专题
- [2] PowerBuilder 4.0 用户手册
- [3] 侯志平、蒋红等,PowerBuilder 应用开发方法和技巧,北京晓通网络数据研究所

(来稿时间:1996年11月)