DOI:10.16016/j.1000-5404.2004.20.022
第26卷第20期 第三军医大学学报 Vol. 26, No. 20
2004年10月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Oct. 2004

文章编号:1000-5404(2004)20-1849-04

论著

肝脏移植实时数据库管理系统的设计与构建

陈 耿[1],杨 斌[2],朱玉宝[2],李 瑾[2],郭 庆[3],江 磊[2],廖 睿[1],谷明才[4],董家鸿[1] ([1]第三军医大学西南医院全军肝胆外科研究所,重庆 400038;[2]中联信息产业有限公司,[4]正大软件工程公司,重庆 400039;[3]华东交通大学计算机科学与技术系,南昌 330013)

提 要:目的 设计并构建适合我国实际的肝移植实时数据库管理系统,探讨利用数据库技术进行肝移植数据管理、分析和临床决策支持的可能性及应用前景。方法 在系统分析肝移植数据流的基础上,完成全局数据结构设计。采用Oracle作为后台数据库,利用*Microsoft*® Visual Basic和*Microsoft*® Visual C^{++}进行编程。结果 完成了主系统及与其对应的系统维护工具和自定义报表工具并投入临床试用。结论 实时数据库管理系统能够显著提高肝移植数据的管理和分析效率,同时提供实时的临床决策支持,具有重要的实用价值和广泛的应用前景。

关键词:肝脏移植;数据库
中图法分类号:R617;R657.3;TP392 文献标识码:A

Design and construction of real-time data base management system for liver transplantation

CHEN Geng[1], YANG Bin[2], ZHU Yu-bao[2], LI Jin[2], GUO Qing[4], JIANG Lei[2], LIAO Rui[1], GU Ming-cai[3], DONG Jia-hong[1] ([1]Institute of Hepatobiliary Surgery, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400038; [2]Zhonglian Information Industry Co. Ltd., Chongqing, 400039; [3]Department of Computer Science and Technology, East China Jiaotong University, Nanchang, 330013; [4]Zhengda Software Engineering Co. Ltd., Chongqing 400039, China)

Abstract: **Objective** To design and construct a real-time data base management system for liver transplantation for the investigation of management and analysis of data for liver transplantation, clinical decision support, and the future prospect. **Methods** The design of data structure was accomplished based on the analysis of the data flow of liver transplantation. Oracle was used as the background database. Programming was done by using Microsoft® Visual Basic and Microsoft® Visual C^{++}. **Results** The major system and system maintenance utilities were finished and were used clinically. **Conclusions** Real-time computer database, which can remarkably increase the efficiency of data management and analysis and provide real-time decision support for medical staff, is of bright future of clinical application.

Key words: liver transplantation; database

肝脏移植是移植外科最为复杂的领域之一。作为一个系统的工程,其成功与否不仅仅取决于手术本身及围手术期的处理,还包括术后的终身随访和各种并发症的防治。和普通病例相比,肝移植病例所产生的数据量不仅大得多,而且数据之间的关系也更加复杂。传统的手工方式远不能满足海量数据处理的需要。供受体数据得不到及时的整理分析和有效利用,这已经成为制约我国肝移植临床研究水平进一步提高的一个重要因素。鉴于此,我所从2001年底开始,历时1年时间,设计并构建了符合我国实际情况的肝移植实时数据库管理系统,探讨了利用数据库技术进行肝移植数据管理、分析及临床决策支持的可能性及应用前景。

1 材料与方法

1.1 开发工具

系统人机界面主要采用*Microsoft*® Visual Basic 6.0开发,部分模块和控件(如打印模块、编辑控件等)采用*Microsoft*® Visual C^{++} 6.0编写。数据库采用Oracle 8i 8.1.6。

在开发过程中,采用了PL/SQL Developer 4.1作为结构化查询语言(structured query language, SQL)调试工具,采用*Microsoft*® Visio 2002作为系统建模工具,还采用了*Microsoft*® outlook 2002、*Microsoft*® Exchange Server 4.0和*Microsoft*® Source Safe 6.0作为团队开发工具。

1.2 业务流程

本系统存在3个独立的数据源:受体、活体供体、尸体供体。三者的处理方式有所不同。受体和活体供体除了所接受的手术不同外(前者是器官移植手术,后者是器官切取手术),二者在事务流程上非常相似。因此将受体和活体供体作为"病

作者简介:陈 耿(1976-),男,重庆市万州区人,博士研究生,医师,程序员,主要从事肝脏移植、肝胆胰外科、临床信息学方面的研究,发表论文8篇。电话:(023)65461073
通信作者:董家鸿,电话:(023)68754168,E-mail:jhdong@hbsky.org
收稿日期:2003-10-23;修回日期:2004-02-02

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人”来处理，包含标准的入院、住院、手术、出院、随访等流程。尸体供体作为已经死亡的个体，只能提供相关的化验检查信息和所供器官信息，故将其作为“非病人”处理。三者之间通过移植器官建立关联。具体数据流参见图 1。

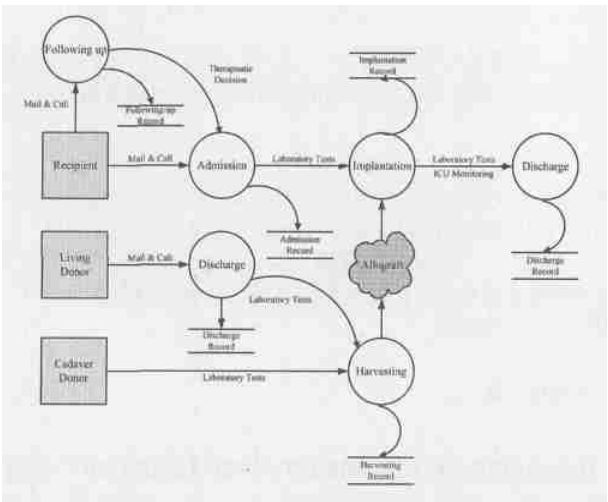


图 1 数据流图

Fig 1 Data flow

1.3 功能模块划分

整个系统分为主系统和维护系统两大部分。按照实际的业务流程，将主系统划分为基本信息、体格检查、化验检查、医嘱管理、生命征监测、供体手术、受体手术、门诊随访、查询统计等 9 个一级模块。每个一级模块下又根据数据源的不同划分为若干二级模块。尸体供体情况比较特殊，只有在基本信息和化验检查两个一级模块中才有对应的二级模块。维护系统分为系统安装、系统拆卸、数据导入、数据导出、数据调入、数据调出、人员管理、用户管理、权限管理、基础项目管理、报表管理等 10 个子模块，其中基础项目管理模块用于管理整个系统的基础项目字典，报表管理模块用于设计制作系统所需的各种查询和统计报表。

1.4 系统架构

从数据的录入量、系统安全性及可扩充性考虑，采用了基于客户机/服务器(client/sever，C/S)的三层(数据、事务、界面)结构模式。整个系统采用部件编程，以动态链接库(dynamic link library，DLL)作为支持，上级程序以函数的方式调用。一般说来，每个一级功能模块作为一个单独的 Visual Basic 工程(project)，在被编译成动态链接库后，由导航台(navagator)统一调用。

1.5 数据库设计

数据库的设计也迎合部件编程的模式。整个系统包括近 50 张数据表。分为基础数据表、手术数据表和系统维护表 3 大类。各表建有完整的序列和约束，表与表之间通过 ID 相关联。具体结构可参见图 2。

1.6 界面设计

考虑到系统规模较大、功能模块较多，主界面采用了仿 Windows98 的界面风格。各模块放置在“桌面”和“开始菜单”里。各子模块采用“管理界面＋编辑界面”的界面设计风格，同时各子模块的管理界面在风格和操作上尽量保持一致。

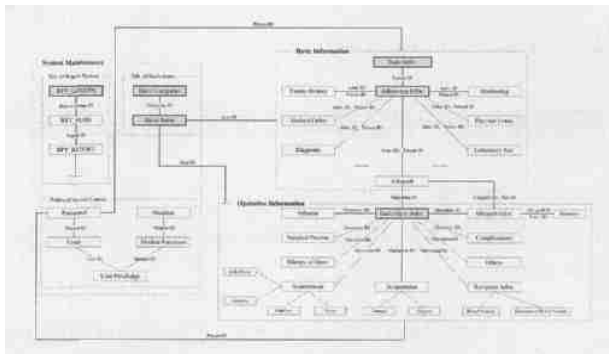


图 2 数据结构图

Fig 2 Structure of database

2 结果

2.1 仿 Windows98 导航台

全真的仿 Windows98 的导航台，通过点击“开始”菜单和桌面上的图标，可以进入各级子模块。导航台具有注销系统、自定义桌面等功能。桌面显示的功能模块图标直接与用户所授权限相关，见图 3。

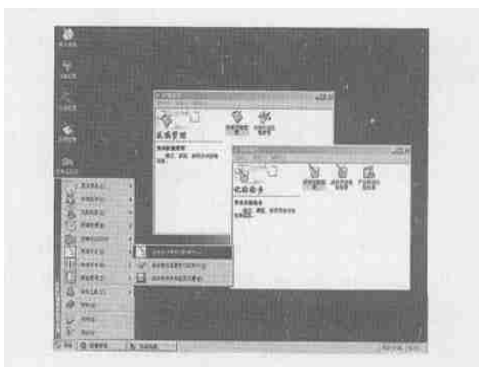


图 3 仿 Windows98 导航台

Fig 3 Windows® 98-style navigator

2.2 子模块的数据管理和录入

所有子模块都采用了“管理界面＋编辑界面”的方式，见图 4。管理界面的数据可以直接进行打印和 Excel 输出。编辑界面采用了回车响应、快捷键等多种方式以提高录入速度。

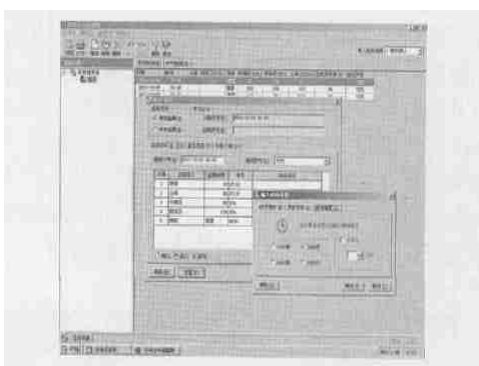


图 4 子模块的数据管理和录入

Fig 4 Data input and management in sub-modules

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.3　数据输出

所有报表均可以表格和图形的形式输出至 Excel 中。图形输出方式包括柱形图、条形图、折线图、散点图等 15 种图形类型, 见图 5。

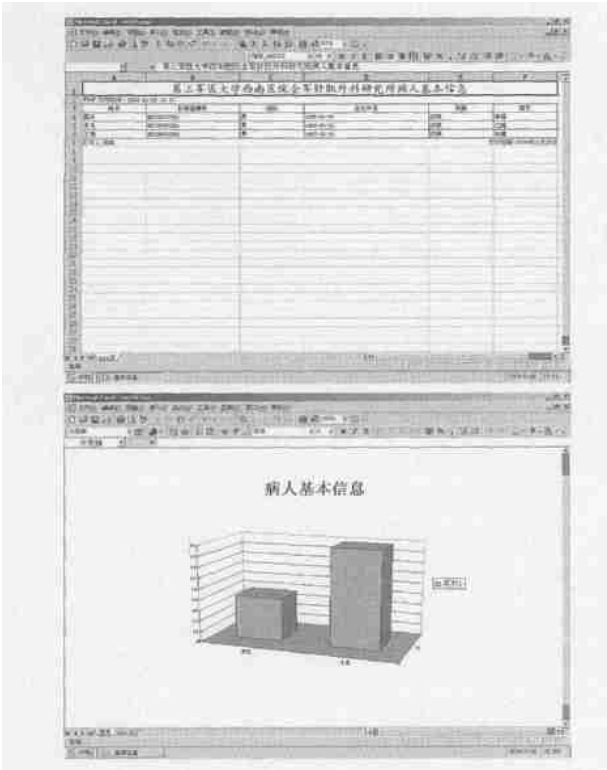


图 5　Excel 表格和图形输出

Fig 5　Data output in forms of Excel and graphics

2.4　系统维护工具

系统维护工具包括系统安装、系统拆卸、数据导入、数据导出、数据调入、数据调出、人员管理、用户管理、权限管理、基础项目管理、报表管理等 10 个子模块, 能够完成系统装卸、数据备份、权限控制、项目管理、查询统计等功能, 见图 6。

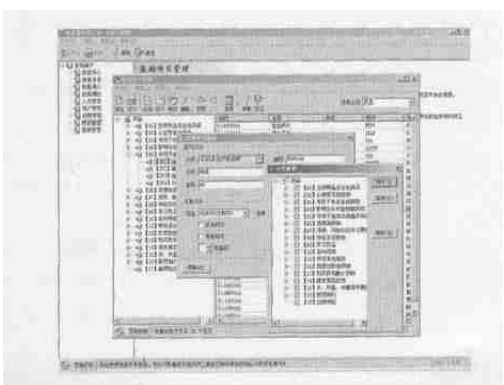


图 6　系统维护工具

Fig 6　System maintenance utilities

2.5　自定义报表工具

自定义报表工具提供了两种报表制作方式: 比较简单的报表可以采用向导方式, 复杂报表则采用图元定制方式(图形元素点选描绘), 见图 7。对制作完成的报表可以进行预览、打印、发布、导出等操作。

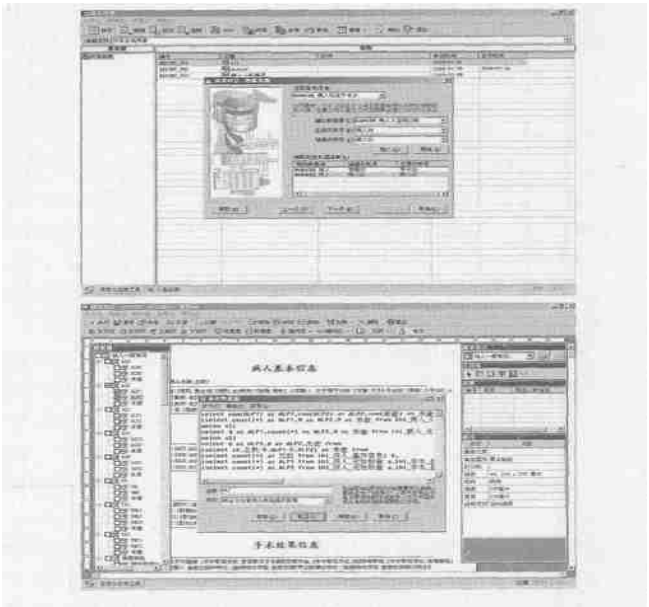


图 7　自定义报表工具

Fig 7　Self-definition report system

3　讨论

自从 1970 年 Codd[1] 提出关系数据库模型以来, 数据库处理在信息系统的研究中一直处于非常重要的地位。在临床医学领域其应用主要体现在医院信息系统(hospital information system, HIS)、临床信息系统(clinical information system, CIS)和实验室信息系统(laboratory information system, LIS)上。不过上述系统着重针对事务性的处理, 在临床科研中的作用有限。作为临床研究的基础和核心, 临床研究数据库的研发显得日益重要。

器官移植是外科学未来发展的主要方向之一[2]。与普通病人不同, 移植受体通常要求终身随访, 所产生数据量大且关系复杂。健全强大的数据库管理系统可以对病人资料进行高效的收集和整理, 对早期发现各种并发症、制定合理的治疗方案、开展临床研究都具有重要的意义。我们拟以器官移植数据库构建为突破口, 进而扩展到其它相关领域。

国外在这方面起步较早。Schwartz 等[3] 报道了美国 Mount Sinai 医院肝移植数据库管理系统的构建和实施情况。该院采用的是基于 MS-DOS 系统的 DataEase

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

软件包。整个系统由18个数据文件组成。各文件之间通过病人ID相关联。该系统的弱点在于:由于采用的是文件型数据库,数据不仅难以通过网络共享,而且整个系统在安全性上也无法得到保证。

另外一个突出问题就是:目前国内外绝大多数用于科学研究的数据库管理系统都是非实时的系统[4]。也就是说,所有的数据都是既往的,不能反映病人当前的状态。其局限性在于所得数据只能用于回顾性的研究,难以进行前瞻性的临床观察,更无法为临床决策提供有效的即时支持。我们之所以定位于构建基于Oarcle的实时数据库管理系统,就是为了最大限度克服上述业已存在的问题。

肝移植实时数据库管理系统研发的重点在于如何处理数据对象之间的复杂关系[4]。系统存在受体、活体供体、尸体供体3个相对独立的数据源。并且每个数据源所产生的数据类型和业务流程都有所不同。针对这种情况我们采用了"以病人为中心、以器官建关联"的方式。"以病人为中心"体现在严格按照病人入出院及随访的流程进行功能模块划分,所有二级模块均按照病人或数据库源种类进行划分。"以器官建关联"是指三个数据源之间利用器官(严格的说应该是器官的具体部位)关联为一个有机的整体。由于劈离式肝移植、双左叶肝移植等新术式的出现,供体和受体之间的对应关系日趋复杂,包括1对1、1对多、多对1和多对多等。数据库结构正是按照这种对应关系进行设计的。通过这种方式,不同数据源所产生的数据被有机的联系到一起,为进一步的查询和统计奠定了坚实的基础。

数据库的安全性和可靠性是衡量系统性能的重要指标[5]。Oracle本身具有比较完善的权限控制体系。在此基础上,我们引入了"角色"的概念,可以将不同的权限角色赋予不同的个体。不仅可以对模块进行授权,而且还可以对模块内部的子功能进行授权。与此对应,在界面设计上,我们采用了"导航台"(navagetor)方式,系统可以根据权限分配情况自动显示可用的模块和功能,进一步防止了非法操作的产生。

数据库管理系统最核心的功能是查询和统计[6]。这也是本系统设计的难点。肝移植数据库的数据量大,数据之间关系复杂,由此产生的查询形式多样。通过近年来对HIS和CIS的实践发现,用户对查询统计的个体需求差别很大,在科学研究领域尤其如此,传统的固定格式的报表已经不能满足需要。针对这种情况,我们采用了Excel表格/图形输出技术并开发了自定义报表制作系统。Excel表格/图形输出功能可以将已经完成的报表以表格或统计图形的方式直接发送到*Microsoft*® Excel中,用户可以利用Excel和SPSS等第三方软件的强大统计分析功能对所得的数据进行深加工,极大的拓宽了数据处理的手段;自定义报表系统是一个具有较强功能的报表制作工具,采用图元定制和数据源绑定的方式,可以按照不同用户的需求,在较短时间内制作各种复杂的报表,主要用于对查询统计有特殊要求的高级用户。

系统投入试运行后,初步达到了预期的效果。尤其在实时信息查询、临床决策支持方面显示出了强大的生命力,也发现一些尚待改进之处。下一步,我们拟将系统与医院的HIS及科室的CIS系统连接起来,以增强其实时性。在统计分析方面,拟在现有系统的基础上构建数据仓库(data warehouse),进行联机分析处理(online analytical processing, OLAP)和数据挖掘(data mining, DM),进一步满足复杂多变的临床研究的需要。

参考文献:

[1] Codd E F. A relational model of data for large shared data banks[J]. CACM, 1970, 13(6): 377-387.

[2] Maddrey W C, Schiff E R, Sorrell M F. Transplantation of the Liver[M]. 3rd Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001. 131-176.

[3] Schwartz M E, Dewell W. Computer database systems in liver transplant [A]. Guide to Liver Transplantation[M]. New York: Igaku-Shion Medical Publishers, 1992. 304-319.

[4] Foxall J D. Practical standards for Microsoft Visual Basic[M]. Redmiond: Microsoft Press, 2000. 161-162.

[5] Kroenke DM. Database processing: fundamentals, design & implementation [M]. 7th Edition. Upper Saddle River: Prentice-Hall Inc, 2001. 100-167.

[6] Elmasrt R, Navathe SB. Fundamentals of database systems[M]. 3rd Edition. Upper Saddle River: Pearson Education Inc, 2000. 345-388.

(编辑 陈聪连)

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net