

# DSA 导管室信息管理系统开发与实践<sup>①</sup>



俞宝洋<sup>1</sup>, 童基均<sup>1</sup>, 朱国忠<sup>2</sup>, 潘哲毅<sup>3</sup>, 刘宇<sup>4</sup>

<sup>1</sup>(浙江理工大学 信息学院, 杭州 310018)

<sup>2</sup>(湖州佑阳医疗科技有限公司, 湖州 313000)

<sup>3</sup>(武警海警总队医院 信息科, 嘉兴 314033)

<sup>4</sup>(铜陵市人民医院 信息中心, 铜陵 244099)

通讯作者: 潘哲毅, E-mail: panzheyi@sina.com

**摘要:** 伴随着科技的不断进步与医疗技术的创新, 医护人员对相关的信息系统的的需求也日益提高. 为了满足导管室医生、护士的临床需求, 该文开发了一套适用于导管室的信息管理系统, 并接入医院原有的 HIS 系统和 PACS 系统. 该系统基于 C/S (客户端/服务器模式) 结构, 采用 C# 开发语言和 SQL Server 数据库, 根据临床需求完整实现了数字减影血管造影 (DSA) 导管室信息管理系统功能, 包括手术前登记功能; 手术中介入治疗、用药记录、护理评估、耗材记录、冠脉造影、影像采集功能; 手术后报告模板、手术日志、操作记录和复杂查询功能.

**关键词:** 数字减影血管造影 (DSA); 导管室; 信息管理系统; 数据结构化; 复杂查询

引用格式: 俞宝洋, 童基均, 朱国忠, 潘哲毅, 刘宇. DSA 导管室信息管理系统开发与实践. 计算机系统应用, 2021, 30(6):54-60. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/7940.html>

## Development and Practice of DSA Catheterization Laboratory Information Management System

YU Bao-Yang<sup>1</sup>, TONG Ji-Jun<sup>1</sup>, ZHU Guo-Zhong<sup>2</sup>, PAN Zhe-Yi<sup>3</sup>, LIU Yu<sup>4</sup>

<sup>1</sup>(School of Information Science and Technology, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

<sup>2</sup>(Huzhou Youyang Medical Technology Co. Ltd., Huzhou 313000, China)

<sup>3</sup>(Information Department, the Armed Police Coast Guard Hospital, Jiaxing 314033, China)

<sup>4</sup>(Information Center, Tongling People's Hospital, Tongling 244099, China)

**Abstract:** Amid the continuous innovation in medical technology, medical staff's demand for relevant information systems is increasing. As required by the clinical practices of doctors and nurses, an information management system suitable for the catheterization laboratory is developed and connected to the original systems of HIS and PACS in the hospital. This system builds on the Client/Server (C/S) model, which is equipped with the C# programming language and the SQL server database. In light of clinical needs, it serves the information management system for the Digital Subtraction Angiography (DSA) catheterization laboratory, with the functions including registration before operation; interventional therapy, medication and consumables recording, nursing evaluation, coronary angiography, and image acquisition during operation; report template setting, operation logging, operation recording and complex query after operation.

**Key words:** DSA (Digital Subtraction Angiography); catheterization laboratory; information management system; data structured; complex query

① 基金项目: 国家自然科学基金 (61602417); 浙江省重点研发计划 (2015C03023); 浙江理工大学基础科研项目 (2019Q042); 浙江省公益技术研究项目 (2014C33102)

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (61602417); Key Research and Development Program of Zhejiang Province (2015C03023); Basic Research Project of Zhejiang Sci-Tech University (2019Q042); Technology Research Plan for Public Welfare of Zhejiang Province (2014C33102)

收稿时间: 2020-10-11; 修改时间: 2020-11-05; 采用时间: 2020-11-09; csa 在线出版时间: 2021-06-01

## 1 引言

近几年随着我国医疗行业信息化建设的不断推进,医院医疗数据的管理规模也逐步扩大且在业务功能上逐步细分,针对某一特定疾病的信息管理是当今医疗大数据发展的一个方向.在众多手术项目中,数字减影血管造影(Digital Subtraction Angiography, DSA)导管室的手术与外科手术有很大不同,它是一种在高精度医学仪器影像指导下的微创手术. DSA是一种将血管造影得到的影像经过数字化处理,删除不需要的组织影像,仅保留血管影像的成像技术,具有分辨率好、图像清晰的优点,方便血管病变的观察、血管的定位和狭窄程度测量<sup>[1]</sup>.心血管疾病的诊断和治疗充分利用了 DSA 技术,由于介入手术的创口小,并且安全性高、恢复期短,因而成为与药物治疗和外科手术一样重要的治疗手段.

目前在大多数医院的信息化管理建设中,各科室的信息管理系统采取了不同类型的信息技术与数据库实现,例如门诊管理系统,住院管理系统,行政管理系统等<sup>[2,3]</sup>.针对外科手术的信息系统已经有十分成熟的产品,且相关研发机构很多,但是针对内科手术如导管室的介入手术,市面上很少有成熟的产品;市面上的智能手术室系统主要侧重于手术室中相关设备的智能化.目前很多医院都研发了结合本院应用需求的导管室系统.作为内科手术部门的导管室,大多数导管室当前的信息管理仅仅包括手术预约、登记功能和手术计费功能,尚不能满足数据结构化、复杂查询、图文报告生成等临床需求.导管室中亟需一套更全面便捷的信息管理系统,更好地进行导管室介入治疗手术中各方面的信息管理.

该系统将重心放在病人信息和手术内容的管理上,通过与医院信息系统(Hospital Information System, HIS)和影像归档和通信系统(Picture Archiving and Communication Systems, PACS)对接,将医院导管室从原本的信息孤岛摇身一变成为结构化数据的信息中心,让导管室实现科学、先进的信息化管理模式.

## 2 系统研究依据

### 2.1 系统优势

该系统是在医疗卫生领域的一次多学科交叉融合尝试,将医学、信息科学、计算机科学等学科的优势特长结合起来,形成一个有机的整体.该系统将 DSA

导管室内日常的工作流程系统化、结构化,从而减轻医生和护士的工作量,提高医生护士的工作效率;通过与当下医院现有 HIS 系统的联动和集成,可以实现病人数据、护理数据、诊断数据、药品数据等的结构化管理以及快速检索,方便了医护人员的工作;同时导管室内的手术数据也是临床医疗、教育教学以及科研领域 3 方面的宝贵资料.

#### (1) 业务结构化

结合医院 DSA 导管室的实际需求,通过导管室内术前登记、术中管理、术后管理等手术流程的结构化、规范化、科学化,实现手术过程的结构化记录和患者相关信息的查询统计,为今后的临床、教学和科研留下宝贵的资料.

#### (2) 信息共享

将 DSA 导管室信息管理系统连接到医院现有的 HIS 系统中,实现系统集成<sup>[4]</sup>.在系统中构建紧密联系病人基本信息、手术信息的数据库,实现多用户的手术登记、介入治疗信息、用药记录、护理评估、耗材记录、冠脉造影、帧图像采集和报告打印功能,根据用户的角色赋予不同权限<sup>[5]</sup>,实现与 HIS 的信息共享,并保证了手术数据的完整性、准确性和规范性.

#### (3) 复杂查询

根据需要查询的关键字,选择不同的检索字段并输入字段值,再选择字段与字段值之间的等于、包含或不包含逻辑关系,组合成条件语句.再用与、非逻辑关系将若干条件语句组合成一条新的复合语句.最后将多条复合语句用与、或逻辑关系组合成复杂的条件语句查找病人记录.

## 2.2 可行性分析

可行性分析是以市场调查为基础,全面、系统的分析为主要方法,经济效益为核心,考察影响项目的种种因素,全方位、系统化地分析论证项目的可行性.通过对 DSA 导管室信息管理系统可行性分析,得到以下总结:

(1) 经济可行性.随着介入手术数量的激增,各个医院导管室的规模也在逐步扩大,亟需一套成熟、配套的导管室信息系统管理导管室内的手术相关内容,科学的信息管理能够在未来的临床、教学和科研中留下宝贵的手术数据资料.很多医院导管室都需要这样的信息管理系统,尽管每家医院的软件平台不同,但都留有标准化的接口<sup>[6]</sup>.经过一系列的调研得知本系统的

市场前景、软件经济收益可观。

(2) 技术可行性. 导管室的信息管理系统有过成功案例, 且 C# 和 SQL Server 都是稳定、方便的开发工具, DICOM 图像也是经过多年发展的标准格式, 项目的开发方法可靠, 技术角度没有问题<sup>[7]</sup>。

(3) 操作可行性. 由于目前很多医院的导管室信息化发展较落后, 而导管室的信息管理系统有很大的需求. 由于导管室的介入手术数量越来越多而医生、护士人手欠缺, 导管室手术管理有自身的全面性和特殊性, 要想管理好导管室内的手术、患者以及耗材药品, 记录手术完整流程, 满足导管室的各种需求, 需要一套适用于医院导管室的信息管理系统. 研发一套这样的软件需要获得医院信息科以及相关医护人员的帮助和

支持.

经过对本研究的经济、技术、操作可行性的分析, 得知此研究是完全可行的. 在技术条件以及开发水平上都能满足本研究的项目需求, 并且本研究有很好的市场前景和发展潜力.

### 3 系统框架概述

#### 3.1 .Net Framework 4.5

.Net Framework 4.5 发行于 2012 年 8 月, 支持了新一代的应用程序和 Web 服务开发<sup>[8]</sup>. 提供托管执行环境、简化开发和部署以及与其他编程语言的集成. 到目前为止, 正式版本的 .Net 框架关系如图 1 所示.

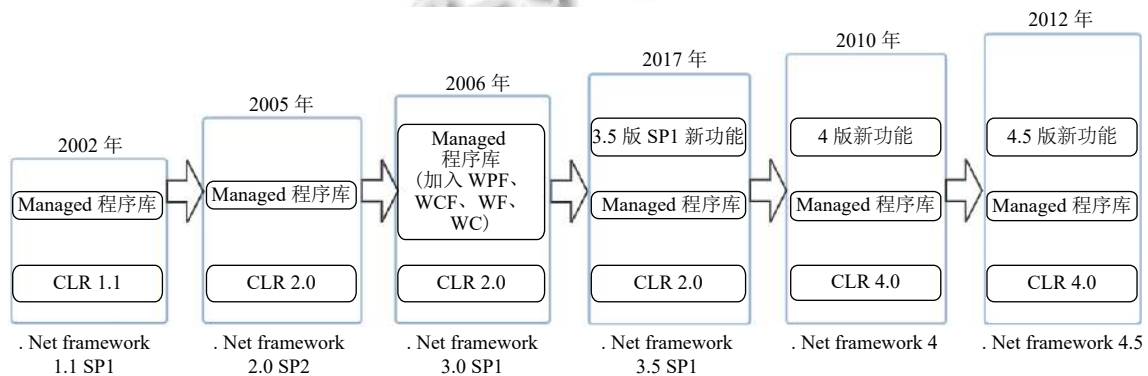


图 1 .Net Framework 正式发布版本

.Net 框架基于面向对象编程 (Object Oriented Programming, OOP), 将软件细分成方便管理和组合的小块, 将数据看作一个个对象 (数据字段), 通过对类对象的声明定义对象的属性和行为. .Net 作为一种跨语言、跨平台、安全的框架, 对互联网标准和协议支持良好, 开发者可以在框架中找到自己需要的大部分功能开发软件<sup>[9,10]</sup>。

公共语言运行库 (Common Language Runtime, CLR) 是一种运行环境, 支持多种编程语言. CLR 的核心功能包括内存管理、程序集加载、安全性、异常处理和线程同步. 它分离了应用程序和底层操作系统, 也是 .Net Framework 的主要执行系统. 正是由 CLR 与类库的联合, 保证了各种设计语言在 Windows 下的兼容性. 而所有 .Net 的编译器都能够处理来自不同开发语言、数据类型和格式的数据, 通过使用编译器、调试器和协议器等从元数据中提取微软中间语言 (Microsoft Intermediate Language, MSIL). Net Framework 类库为所有

.Net 编程语言都提供了大体没有差异的功能组件, 开发人员可以使用最适合自己的语言从事开发, 提高了开发的效率和项目的质量.

#### 3.2 C/S 结构

C/S 结构即客户机-服务器结构 (Client/Server), C/S 结构通常采用两层结构, 数据管理层的服务器端负责数据的统一管理, 而用户界面层的客户端负责用户的交互操作<sup>[11]</sup>. 客户端需要有若干程序运行在用户的电脑上, 而服务器端通常使用数据库服务作为数据仓库, 客户端通过数据库连接到服务器端的数据. 在 C/S 结构中, 因为大部分页面展示、事务处理和业务逻辑处理都在客户端操作, 因此客户端的数据处理压力较大, 一般用存储过程与数据库进行交互, 实现数据的持久化. C/S 结构如图 2 所示.

#### 3.3 XML

针对目前医院应用的各个子系统来自众多不同的厂商、不同的平台以及使用不同的技术开发的现状, 该

系统使用符合可扩展标记语言标准 (eXtensible Markup Language, XML) 等通用标准进行开发, 从而解决系统间交互的兼容问题, 进行高效的信息交互。例如 XML 是一种很简单的数据存储语言, 可以很容易地在任意程序中进行数据交换<sup>[12]</sup>。DSA 导管室信息管理系统需要研究并设计相关接口实现与医院 HIS 系统的信息交互, 实时获取患者基本信息、耗材信息、药品信息和 DSA 影像等各类信息, 要确保该系统中的各字典数据与 HIS 系统中的一致, 使交互的数据准确无误。与医院 HIS 系统的数据连接提高了数据实时性、准确性和工作效率, 从而也提升了医院的医疗管理水平。

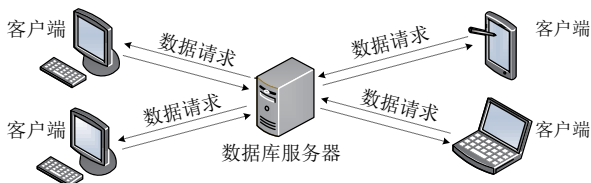


图2 C/S结构示意图

### 3.4 FastReport

FastReport 是一种报表生成工具, 具有高效、便捷的优点。该软件能使用 .Net 中的表单工具, 根据需求读取数据库并快速地开发出符合需求的表单。FastReport 支持 Microsoft 的 RDL (报表定义语言) 标准, 并可以输出如 PDF 等多种格式的报表。

FastReport.Net 适用于 Windows Forms、MVC 等框架的报表方案, 可以自动化地创建报表, 也可以独立

地设计报表, 降低了开发人员的开发成本, 提高了开发效率。FastReport .Net 可扩展性很好, 允许用户创建自己的标签、连接任意数据库、设置过滤器、导出成常见文档格式并打印。FastReport Designer 是 FastReport 的报表设计器, 它不依赖开发环境, 方便用户设计报告模板并预览报表。报表模板文件保存在 .FRX 格式的文件中, 可以将项目中的参数发送到报告文件中, 亦可添加数据库作为数据源, 对报表传参数的代码如下:

```
report.SetParameterValue("参数名",值);
```

## 4 系统设计与实现

### 4.1 系统模块设计

功能模块化即将系统分成若干个模块, 每个模块有各自独立的功能, 软件结构图表示系统与各模块的组成关系。DSA 导管室信息管理系统分为报告工作站和管理工作站两个客户端。报告工作站为护士、医生共同操作模块, 而护士有当中 4 个模块的权限, 包括护士介入治疗、用药记录、护理评估、耗材记录; 医生有操作冠脉造影、帧图像处理 and 报告模板的权限, 报告模板可以打印手术的病例信息; 手术日志和操作记录模块为公共模块, 所有人都可以查看。管理工作站包括系统管理、数据维护和查询统计, 系统管理中含用户管理和系统配置, 数据维护包括耗材本地库维护和基础数据维护, 查询统计有复杂查询的功能。系统功能模块图如图 3 所示。

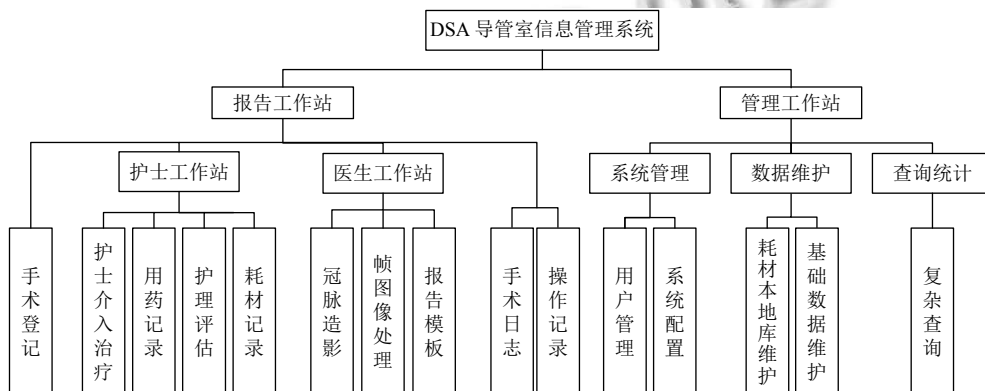


图3 系统功能框图

### 4.2 系统模块介绍

#### (1) 手术术前登记模块

导管室医生通过手术登记界面从 HIS 系统中获取病人信息, 选择对应的病人信息存储到系统的数据库

中, 并安排手术排班信息, 包括手术类别、手术室、手术台次、检查类型<sup>[13]</sup>。导管室属于介入科室, 随着心血管介入治疗的迅速发展, 导管室有不止一间手术室, 而介入手术所使用的耗材种类和数量都在不断增加, 如

果使用传统的方式管理,无疑浪费了很多人力物力,不能保证效率还可能由于疏忽造成安全隐患.为此该系统通过 HIS 系统直接获取患者本次手术所使用的耗材信息,免去导管室护士人工记录耗材的操作.

术前手术登记界面如图 4 所示.

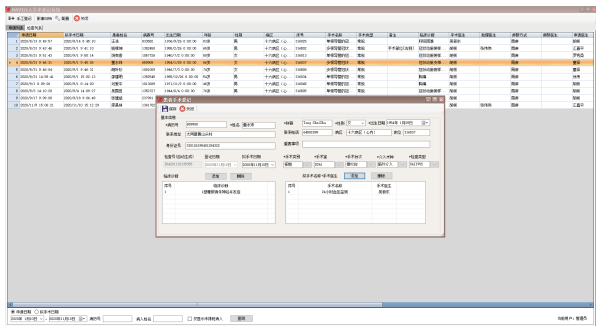


图 4 手术登记界面

(2) 手术术中管理模块

导管室医 DSA 导管室信息管理系统可以查看病人的基本信息,历史手术报告、手术记录日志和系统的操作日志.护士使用系统时有权限编辑介入治疗、用药记录、护理评估、耗材使用模块中的手术信息.医生权限包含冠脉造影内容记录和患者影像处理操作,实现介入手术的结构化记录.管理员只有查看系统中所有手术相关信息的权限,没有操作系统功能模块的权限.

术中报告工作站首页如图 5 所示.

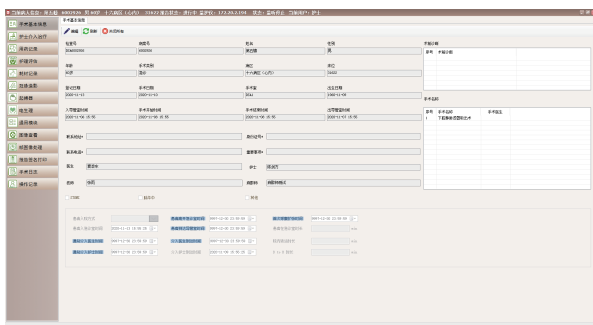


图 5 报告工作站首页

(3) 手术术后管理模块

该系统支持模板化、自动化的生成手术报告,医生手术后不需要再总结病例记录.导管室医生可以在系统中随时查看患者的历史检查报告资料,既方便医生了解病人既往病史,进而评估手术的风险和确定手术的方案,也可以让医生根据历史手术记录判断本次

手术需要注意的问题.医生可以通过该系统与病人家属沟通,让病人家属直观地了解病人病变部位、耗材植入情况等手术相关信息[14].

报告模板模块如图 6 所示,冠脉造影报告界面如图 7 所示.

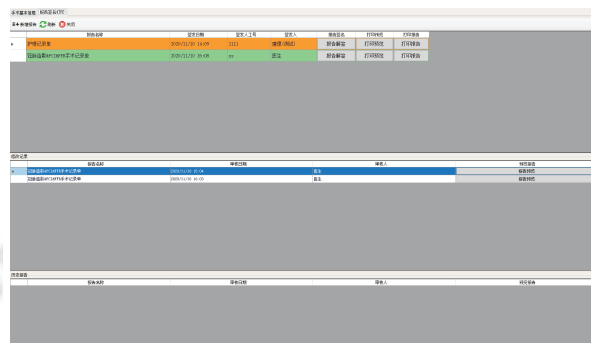


图 6 报告模板模块

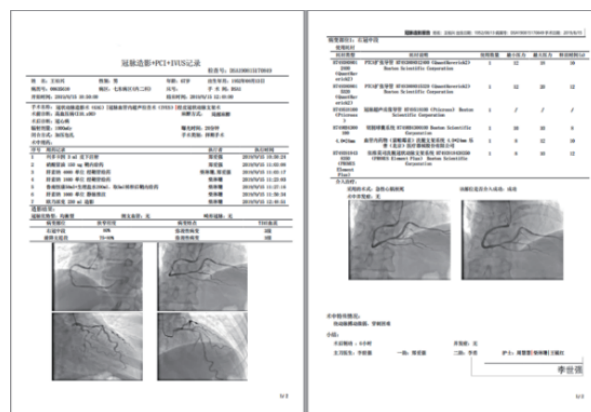


图 7 冠脉造影报告

(4) 复杂查询模块

该模块提供了一种基于手术记录关键字的查询功能[15].该功能以手术中 5 个主要模块中的字段为关键字,通过组合运算关系、逻辑条件、字段值成为查询条件语句;经过对若干个条件语句进行逻辑条件的组合,生成最终的条件组合列表并查询需要的手术信息.用户先点击检索字段分组并选择模块,再根据弹出的窗体选择检索字段、运算关系、字段值以及与已有条件语句的逻辑关系填入查询条件,条件逻辑中“and”是与关系,“or”是或关系,“and not”是否定关系.最后选择手术日期的查找范围,即可以查询出符合条件的手术记录,双击可以打开报告工作站显示当前病人信息.复杂查询界面见图 8.

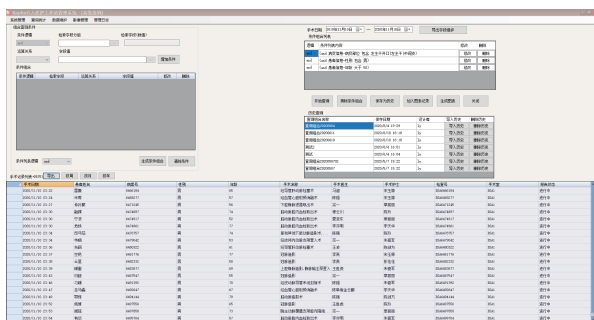


图8 复杂查询界面

### 4.3 特色功能介绍

#### (1) 系统配置

系统配置模块由数据库配置和客户端配置组成;其中数据库配置中默认包括数据库地址、数据库名称、用户名、密码等,客户端配置中默认需要配置客户端编号和客户端名称。在任意位置右击会有“添加设置”、“修改设置”、“删除设置”、“保存设置”快捷键。用户可添加设置名称和标签,在值的位置添加数值,方便未来系统的配置扩展;双击一条记录的后半部分即可修改其值。

配置文件以 XML 数据形式保存在程序根目录 App.config 文件中,其中数据值通过 AES 加密算法处理后保存。配置文件及配置界面见图 9、图 10。

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<configuration>
  <DatabaseSetting Label="数据库配置">
    <server Label="服务器地址" value="YY++avSQfaW8CCJOfexpNQ==" />
    <database Label="数据库名称" value="p8+OWff+Q4KTDvLL7DULqg==" />
    <uid Label="用户名" value="A5vtdf5Uz/dMvzHQmJT5og==" />
    <pwd Label="密码" value="zjT6nWdNYuKaPNw38zJ5n==" />
    <Timeout Label="超时时间" value="1+G0vQk5Xk8jn01DD0hLuw==" />
  </DatabaseSetting>
  <SoftNode Label="客户端配置" Type="">
    <ID Label="客户端编号" value="YR29ChqY11QpgY6Cl1H3gA==" />
    <Name Label="客户端名称" value="EaZ0puhI1JwZ6mfHvjNRyA==" />
  </SoftNode>
</configuration>
```

图9 App.config 文件

#### (2) 手术报告

报告模板用来导出病人本次手术的报告,包括护士的护理介入报告和医生冠脉造影报告两种。首先由护士选择新增“护理模板”或由医生选择新增“冠脉造影模板”;然后对病人手术进行检查锁定,病人手术状态变为已完成,不可修改,如果当前有其他用户在编辑本次手术的信息,则不能锁定;最后对报告点击“模板签名”,根据病人信息和本次手术数据自动生成对应的冠脉造影或介入治疗 PDF 格式的报告文件。

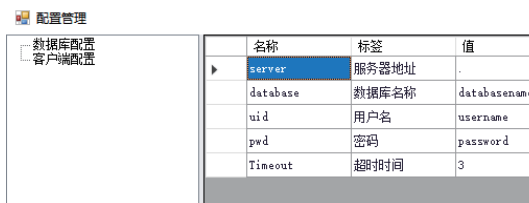


图10 系统配置界面

报告模板基于 FastReport 开发,将手术的数据进行过滤和排版生成 PDF 手术报告并打印,本模块还提供了报告的预览功能。医生拥有生成和删除冠脉介入手术报告的权限,而护士仅拥有操作护理介入报告的权限。若报告已被检查锁定,需新增同类型的报告,单击“重新编辑”按钮。历史报告列表会显示当前病人的曾经做过的介入治疗的手术报告。

### 5 系统应用效果

该系统目前已在相关医院上线使用,在导管室的日常工作使用中能从实际上解决医护人员以往的问题,降低数据的重复录入率,实现数据的最多采集一次,提高医护工作效率,节约医院人力成本。相信在软件的不断改进和医院的配合下,该系统一定可以发挥优势,助力 DSA 导管室信息化发展,使介入手术数据的记录和维护将会越来越便捷和智能,并在医院的医疗及教育科研方面提供完善的临床资料和技术支持。

### 6 结语

信息化是医院发展的大势所趋,DSA 导管室信息管理系统利用了医院现有的网络条件,连接 HIS 系统获取病人信息、手术申请单、手术耗材等相关数据,保证了数据的完整性和准确性。随着 DSA 导管室信息管理系统的实施和使用,医护人员会提出更多新需求和细节的优化,因此该系统还有很多需要改进的地方。例如增加更加详细的操作日志管理,完善系统的复杂查询功能,提高查询效率和查询精度;在经过阶段性的使用后积累临床数据为以后的医疗数据挖掘等应用场景提供数据源,对疾病预测和诊断提供参考;增加血管影像的播放、测量、分割功能;最后要充分利用移动平台的特性,进一步开发出适合导管室及病房使用的系统版本,提高手术中的信息录入效率,方便医生在手术室以外的其他地方也能够快速预览到病人的手术信息,及时与病人家属沟通。该系统已投入相关医院进行

使用,在实际的使用过程中,系统开发者会不断针对出现的问题进行系统软件的迭代和功能升级,使得导管室内的信息化管理流程更加完备智能,极大提高信息录入和信息处理效率,且有助于开展后续数据挖掘等业务,推动医院信息化管理的发展。

### 参考文献

- 1 Kim SK, Yang JJ, Hwang SH, *et al.* Prediction of HLA-DQ in deceased donors and its clinical significance in kidney transplantation. *Annals of Laboratory Medicine*, 2021, 41(2): 190–197. [doi: [10.3343/alm.2021.41.2.190](https://doi.org/10.3343/alm.2021.41.2.190)]
- 2 赵彩云. 复用性诊疗器械相关医院感染预防与控制的信息实践. *护理研究*, 2020, 34(20): 3731–3733. [doi: [10.12102/j.issn.1009-6493.2020.20.033](https://doi.org/10.12102/j.issn.1009-6493.2020.20.033)]
- 3 Chang C, Zhu YL. A study on the application of cloud computing platform in hospital information construction. *Proceedings of the 2018 International Conference on Information Science and System*. Jeju, Republic of Korea. 2018. 280–282.
- 4 梁秀林, 侯红英. 医院 HRP 与 HIS 系统收入数据业财融合接口平台实战探索. *中国卫生经济*, 2019, 38(6): 87–90.
- 5 刘海峰, 高月月. 多权限的属性集加密访问控制方案改进. *计算机应用与软件*, 2020, 37(9): 315–319. [doi: [10.3969/j.issn.1000-386x.2020.09.052](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-386x.2020.09.052)]
- 6 鄂米嘉. 数字化医院 PACS 系统的构建与应用分析 [硕士学位论文]. 郑州: 郑州大学, 2018.4.
- 7 丁磊. 基于 DICOM 标准的医学文件研究与处理 [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2019.
- 8 瞿青. 基于 Web service 技术的抄核数据集成交互应用开发. *电子设计工程*, 2020, 28(20): 80–83, 88.
- 9 韩潇影, 刘峰民. 基于 ASP.NET MVC 架构的省级气象预警信息平台. *软件*, 2020, 41(9): 112–114.
- 10 Li DJ, Du JC. Design of water management system based on .net framework. *Proceedings of 2017 International Conference on Computer, Electronics and Communication Engineering (CECE2017)*. Sanya, China. 2017.5.
- 11 骆慧勇, 汤进. 融合 C/S 和 B/S 优势的应用程序开发方法. *电子设计工程*, 2017, 25(10): 14–17, 21. [doi: [10.3969/j.issn.1674-6236.2017.10.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-6236.2017.10.004)]
- 12 孔敬. 基于亲属关系网络的问卷调查系统. *计算机系统应用*, 2020, 29(7): 123–130. [doi: [10.15888/j.cnki.csa.007531](https://doi.org/10.15888/j.cnki.csa.007531)]
- 13 高为民, 曲晓复, 李丽娅. 基于口腔专科电子病历系统的医院医疗质量管理效果分析. *中国卫生信息管理杂志*, 2020, 17(5): 646–650.
- 14 张海洋, 徐梅, 李莉. 手术室接送患者信息系统的设计与应用. *中国护理管理*, 2019, 19(5): 740–743. [doi: [10.3969/j.issn.1672-1756.2019.05.020](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-1756.2019.05.020)]
- 15 余涛, 牛保宁, 樊星. FabricSQL: 区块链数据的关系查询. *计算机工程与设计*, 2020, 41(10): 2988–2995.