

三层架构下医院信息系统的体系结构与关键技术

包国峰¹ 苗范² 杨兵³

¹ 山东省立医院信息网络中心 (济南 250021)

² 山东省立医院信息网络中心 ³ 山东大学地纬软件公司

内容摘要：

本文从实践应用的角度出发,详细描述了三层架构下医院信息系统中体系结构设计与关键技术实现,有效解决了应用软件开发过程中遇到的各种问题,并在实际应用过程中取得了良好的效果。

我们首先给出了系统的网络结构和软件结构设计,他们是进行系统开发的指导框架,通过分析,分别给出详细的图例。然后针对实际开发过程中遇到的典型问题,如应用服务器的集群、系统的运行速度与效率、客户化方法、数据安全等关键内容分别给予详细的解决方案。由于在三层架构下,医院信息系统的业务实现只是经过系统客户化的一系列组件集合,因此在阐述的过程中,我们着重描述三层架构下医院信息系统开发中关键性技术的解决思路与实现办法,而对具体的医院业务流程并不作分析。最后,我们简单介绍了系统在山东省立医院的应用情况,期望抛砖引玉,能够为医院信息化的建设提供一些借鉴。

关键词：

三层架构、数据通讯协议、应用集群、业务组件动态多版本管理

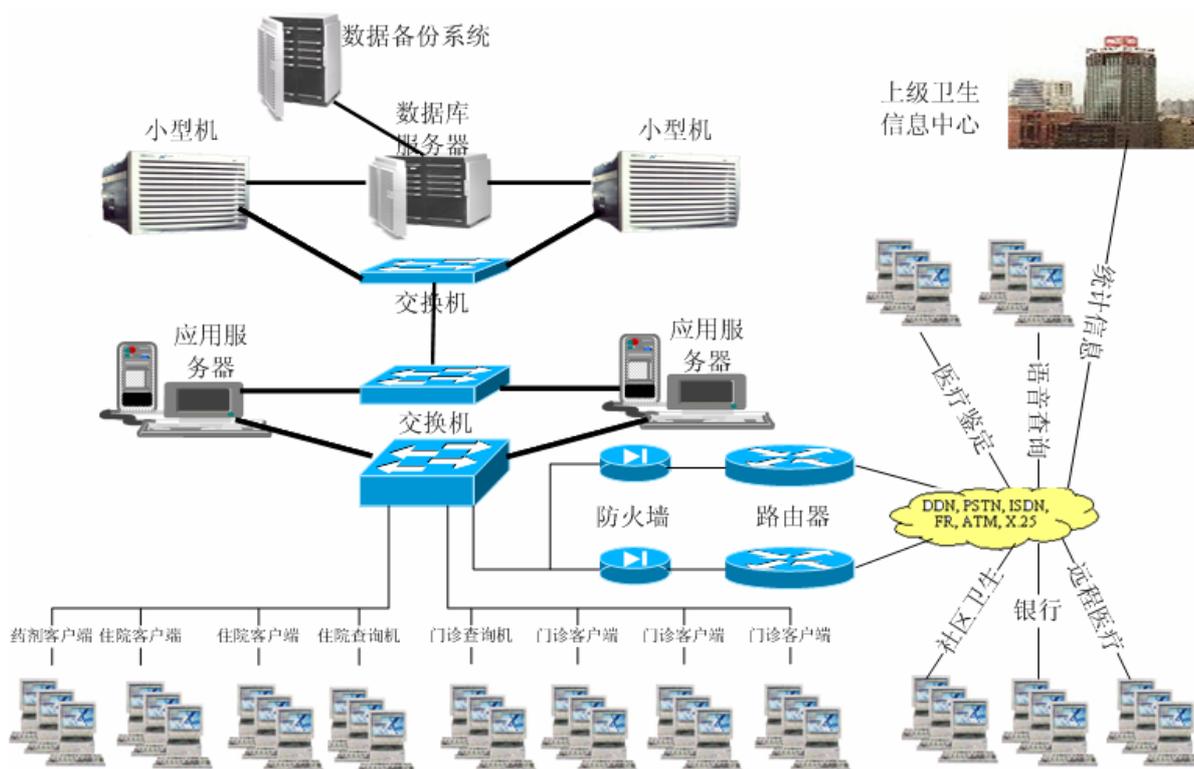
正文：

三层架构下医院信息系统设计与开发在国内已经有一段时间,一些知名的国内公司已经相继推出了自己的产品,医院信息系统采用三层架构已经是以后医院产品研发的一个趋势。山东省立医院与山东大学合作,采用先进的三层架构,已经基本完成了对医院信息系统的设计与开发,并且得到了成功的应用。本文简单介绍了该系统的体系结构设计与几个关键技术问题的解决方案,希望能够对医院信息系统的建设提供一点帮助。

一、系统体系结构

1.网络结构

如下图所示,最内层是数据层,数据库服务器运行大型的数据库管理信息,存储着所有医院信息系统数据。主机系统在充分考虑先进、高可靠性和可扩展性的同时,必须具有强大的容错能力,具备联机切换、联机在线升级和扩充能力,并支持冗余电源系统。为了数据的安全,可以在数据库服务器安装数据库自动备份系统。数据库服务器应使用小型机。数据库自动备份系统可以使用 PC 机,同时需要配置磁带机和磁带,以供备份时使用。中间层是应用层,医院的所有业务逻辑都在中间层实现,所有来自外部的接入都连接到应用服务器,通过应用服务器间接访问数据库,并将访问的结果返回给客户层。应用服务器可以采用 PC 服务器或者高档 PC 机。最外层是客户层,处理信息的输入、结果的显示和业务流程的控制。在中心局域网的基础上,客户层可以利用 DDN、X.25、PSTN 等多种方式通过路由器接入应用层。

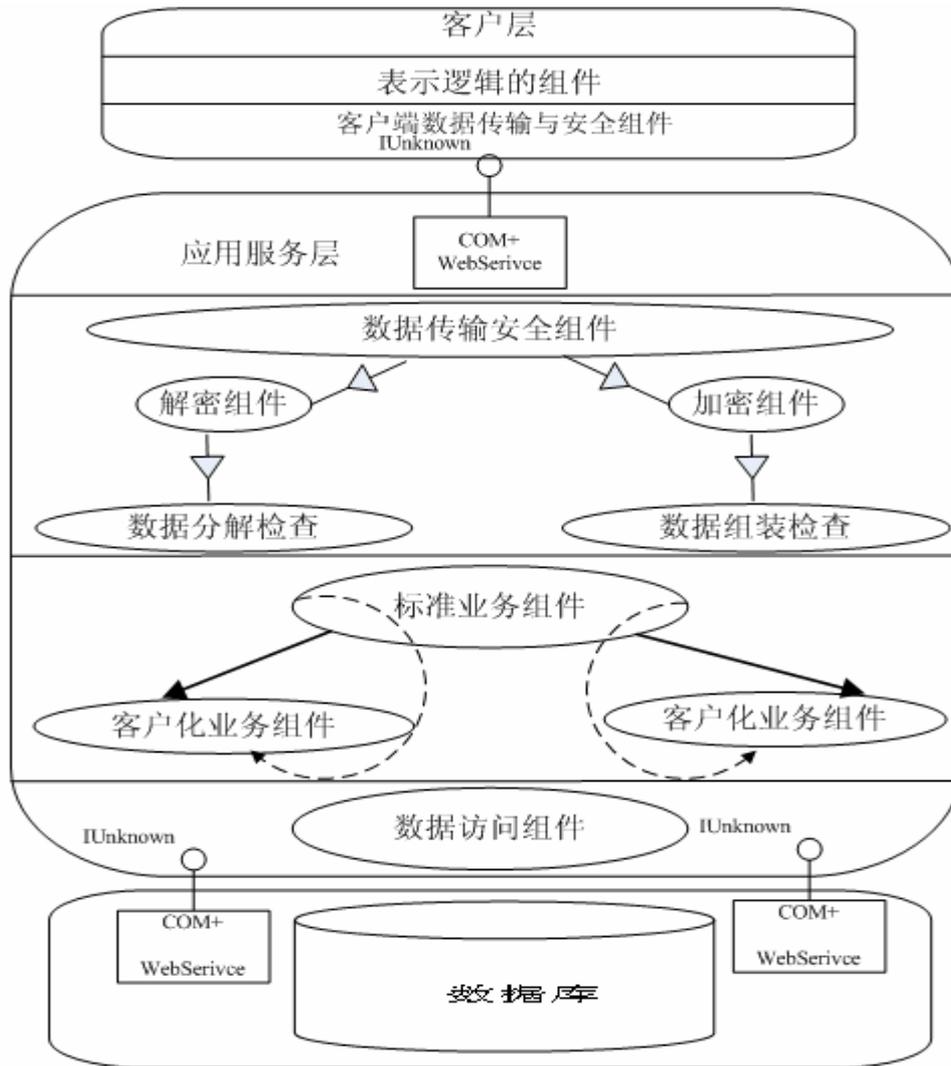


2. 软件结构

客户层的软件只用于对客户的数据输入、结果显示。医院信息系统业务纷繁复杂，各个医院业务模式不尽相同，这种状况与计算机管理的“标准化”要求显然是格格不入。在目前尚无法完全统一业务流程的情况下，系统的逻辑层可以通过组件对象模型进行事务处理。在逻辑层，组件的类型包括：数据处理组件、业务逻辑组件、数据库访问组件。数据处理组件的作用是：接受客户端上传的数据，对数据进行解密，检查合格后，交付业务组件进行处理；对于业务组件处理过的数据，由数据处理组件进行数据组装、加密，下传给客户端。业务处理组件用户处理医院的各种相关业务。为了应对纷繁复杂的医院业务，业务处理组件分为标准业务组件和客户化业务组件。标准组件满足一般的医院业务，也就是大多数医院通用的流程，客户化业务组件是针对用户的特殊业务特点的专门组件。

数据库访问组件是专门与数据库进行数据交互的组件。系统使用的组件系统 COM/DCOM/COM+ 是微软公司提出的分布式组件对象模型，COM/DCOM/COM+ 是一种简单的分布式组件对象模型，它的编程模型非常简洁明了，使用该模型可以方便地将处于不同组件中的功能组合起来。使用组件模型的另一个优势是并且易于修改，当医院的某一部分业务发生变化时，只需要修改相应的组件，不需要对全部系统进行修改，既可以节约时间，又可以增加系统的稳定性。

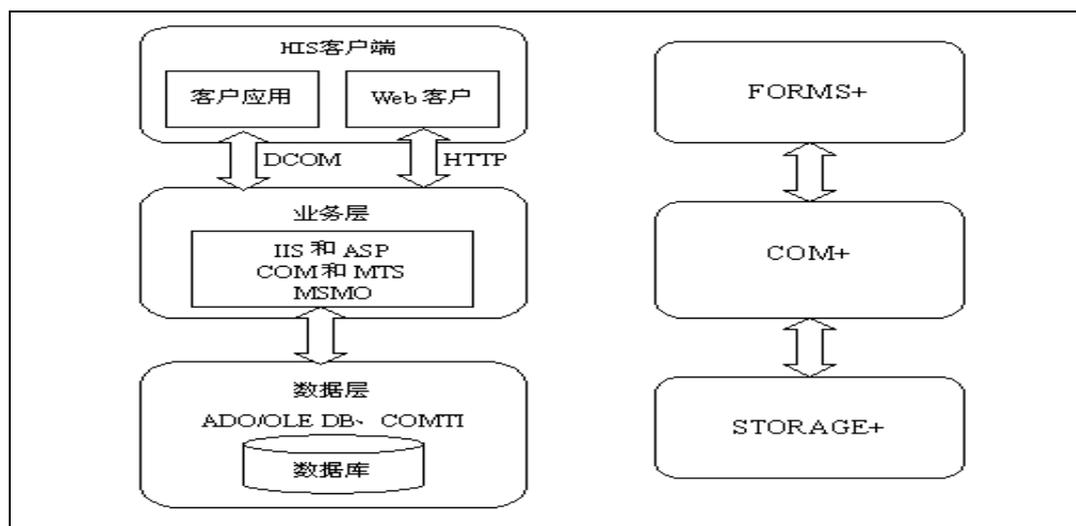
数据层是基于 ORACLE 等大型数据库的数据库管理系统。用于存放医院信息系统的所有数据。



二、系统开发中几个关键技术问题

1. 医院信息系统的运行速度与效率

对于医院信息系统，借鉴成功的软件开发模型，不仅可以少走很多弯路，还可以最大程度上保护用户已有的资源。微软的 Windows Distributed interNet Application Architecture (Windows 分布式应用结构，简称 Windows DNA) 是微软创建新一代高适应性商业解决方案的模型。这种技术经过几年的发展，已经成为一种非常成熟、稳定的技术解决方案。如图所示：



三层医院信息系统按照上述模型进行设计与开发，能够改善医院内部和外部的信息流，当医院业务扩展时，它可以动态而灵活地进行相应的变化，因此系统可以把精力集中于实现业务方案，把医院信息系统建设成能在任何网络上实现现代的，可伸缩的多层应用系统。对于微软的软件开发模型我们不再进行详细的探讨，只针对与在系统开发过程中如何提高速度与效率进行详细的描述。

医院信息系统的高效性与稳定性众所周知，特别是大型医院中的门诊系统，对系统的反应速度要求很高，从理论来讲，三层的系统框架，当使用系统的用户达到一定的数量时，要比两层的反应速度快，但如何实现这一目标，是大型医院信息管理系统开发与设计中的一个重点问题之一。在系统实现的过程中，我们编写了专用的数据通讯协议，有效地解决了这一问题，使得系统的相应速度有了质的改变，提高了系统运行的速度与效率，满足了医院使用人员的业务需求。

对于系统中的数据传递，我们没有采用微软的数据传输模型，而是将其分为四种类型：字符型、数字型、日期型、布尔型，每次客户端上传数据时，按照一定的规则，将需要上传的数据进行组织成一个字符串，加密后作为数据包传输给应用服务器，应用服务器接到该数据包后进行解密，然后把得到的字符串按照相应规则组织成数据，再对数据库进行操作，返回客户端需要的数据。返回的数据也是通过同样的过程进行，这其实是借用了 XML 的原理，自定义一个规则，将系统中所有通讯数据按照该规则进行处理，实践证明，这样的措施大大提高了应用系统的反应速度，基本满足了临床业务需求。

2. 系统中应用服务器的集群

采用组件技术构建三层客户/服务器应用结构已经成为应用开发和运行的主流技术，其核心概念是利用交易组件将应用的表示逻辑（客户层）、业务逻辑（应用层）和数据管理（数据层）分为三个不同的处理层。其中业务逻辑作为中间层实现核心业务逻辑服务，这些组件由组件管理，接受客户的服务请求，向资源管理器提交数据操作，并将处理结果返回给请求者。中间层实现了业务逻辑与表示逻辑的分离，使得系统能够灵活的适应用户业务逻辑的变化。

业务逻辑（应用层）部署在应用服务器中，大型的应用系统应该保持多台应用服务器，并将多个应用服务器通过集群软件联接在一起。这样做的目的有两点：一是要解决大量客户端的请求处理。二是出于安全考虑，当一台应用服务器发生硬件故障时，随时可以有备用的服务器来替代。我们在系统开发过程中没有采用通用的集群办法，而是采用了以下处理措施，

有效解决了上述问题。

在不同应用服务器中要部署同一个版本的应用层,在每台客户端要注册多台应用服务器的网络 IP 地址。客户端默认第一个地址为常用地址,即有效地址,当这个地址无效,连接不通时,再把第二个地址取出,进行通讯,以此类推。每一台应用服务器可以固定对若干个客户端群提供服务。

每一台应用服务器针对的客户端群是有数量限制的,这与应用服务器的配置有关,我们针对 WIN2003 操作系统中微软的 COM+ 服务调用给出了一个关系算法,用来确定客户端的数量值。

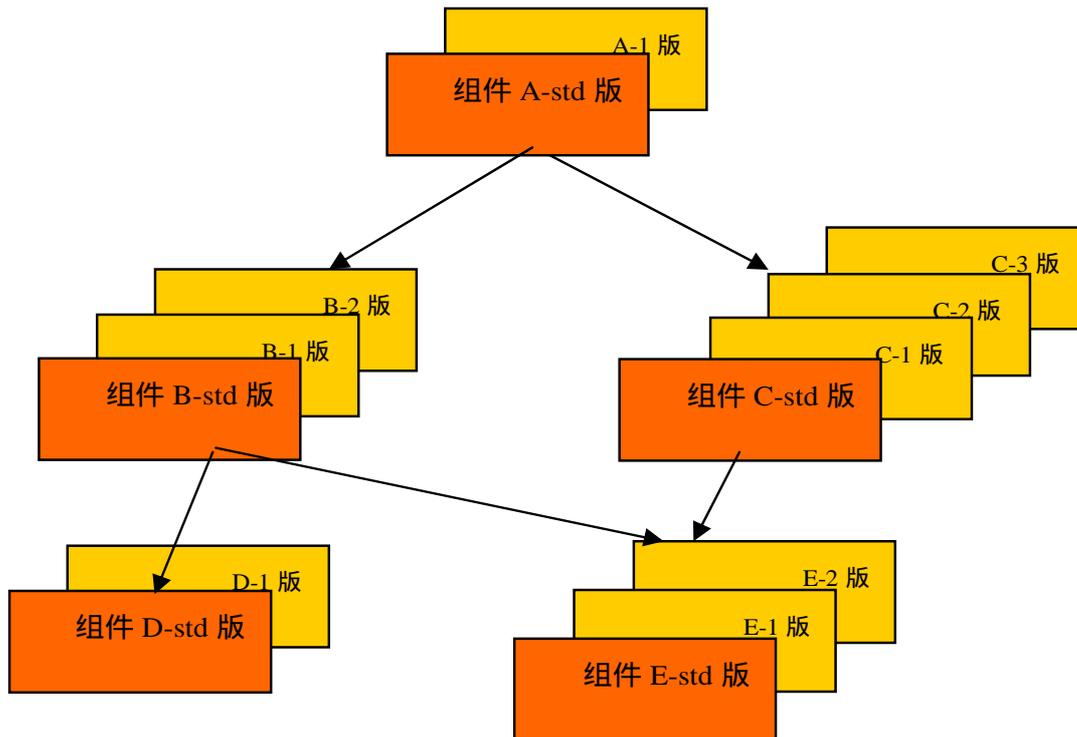
客户端数量(C) * 每个客户端访问频率(O) * 每次访问增加的内存数量(M) = 服务器内存增长空间+服务器 CPU 计算最大值

由此产生一个问题,既然内存是不断增加的,应用服务器不管配置内存多大,都会有用尽的时候,因此,这种设置会起作用吗?其实,解决的方法很简单,如果应用程序非常庞大,客户端访问程度频繁,在应用服务器内存使用到一定程度后,挑选一个没有业务的时间(如凌晨 2:00)将应用进程全部卸掉,释放掉内存,就会解决这个问题,这种释放内存的方法不影响下一次 COM+调用。需要说明的是,不允许将进程在有业务调用的时候强制回收,这样会导致客户端回收不到是否事务提交的结果,需要编写代码,来判断当前进程是否正在应用。

3.业务组件动态多版本管理系统方案

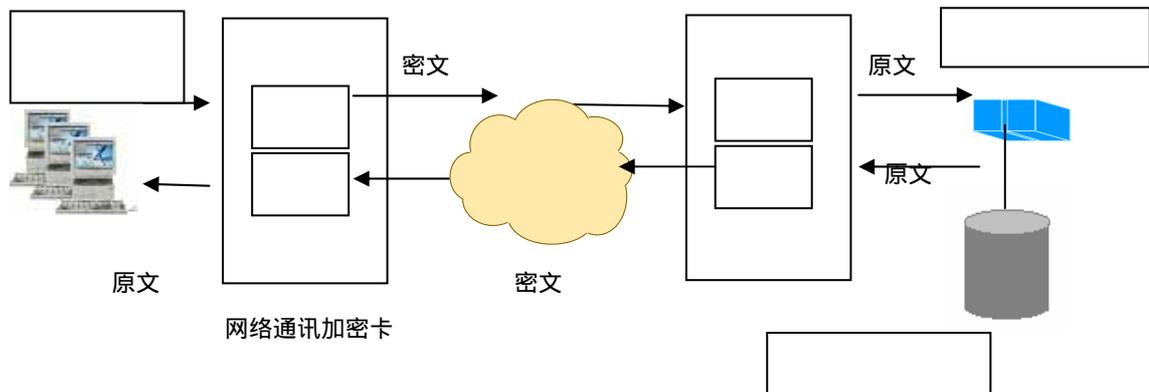
医院管理信息系统是一个流程多样化的系统,不同的医院所要求的细节需求都不尽相同,同一医院在不同的时间执行的流程也不相同,只用参数进行配置来适应不同医院是行不通的。为此我们设计了组件系统,通过医疗应用集成平台的配置,可以方便地适应不同的流程变化。对于具体的医院根据特殊的流程配置不同的组件,使之适应本医院的管理要求,有效解决不同医院之间的客户化开发问题。

业务组件动态多版本管理机制,允许在同一个系统内,完成一个具体业务加工的组件,有多个版本且多版本同时存在一个系统中。同一个组件的多版本间,对外提供相同功能、保持相同界面,即统一的接口,但是内部处理逻辑各不相同。对外提供统一接口,标准如果是 A.B,实际应用中可以变为 A.C、A.E、A.D...



4. 网上通讯加密传输

医院管理信息系统是以集团医院网络为核心，与下属集团子医院、社区医院、其他政府机构、医疗保险通过网络连接的大型跨单位跨平台的网络系统。网络中各节点的通讯，部分是通过电话或公众网方式进行。为确保网络通讯安全性，系统可以采用专用加密卡，对网上传输内容加密，加密过程如下图所示：



网络通讯加密传输示意图

如图所示，网上传输内容均为密文，可保证即使网上传输内容被黑客截获，黑客也不能了解密文含义。如果黑客试图攻击医疗应用系统，他发给系统的信息必须是密文。在没有加密卡的情况下，黑客无法构造密文，从而保证网络传输的安全性。另外，不同子医院、社区医院的通讯加密卡彼此不允许混用，即一个子医院的加密卡，不能用于子医院的加密解密服务，从而避免了某一子医院工作人员利用加密卡仿冒其它子医院工作人员工作，进一步加强了系统安全性。

三、结束语

三层架构下的医院信息管理系统已经在山东省立医院这个拥有 2000 张床位、日均门诊量 6000 人次的医院成功应用，更是以实践案例证明了系统设计理念的先进性、系统的健壮性和实用性，证明了该系统是一个值得信赖的新型医院信息系统。我们深信该系统经过山东省立医院辛勤不懈的努力，必将为更多医院的信息化建设做出贡献，但是三层架构下医院信息管理系统的设计与实现本身是一个十分复杂的问题，本文只是将我们在开发与设计过程中遇到的问题以及解决的办法提供给大家，由于我们水平有限，肯定有很多不足之处，敬请读者批评指正。

参考文献

- [1] 魏永华 李包罗.基于 HL7 标准与中间件技术集成方法的研究与应用. CHIMA & CHITA 2004 Proceedings,2004
- [2] 陈智生 陈金雄 .基于 HL7 标准与中间件技术集成方法的信息化平台. CHIMA 2006 , 2006
- [3]包国峰 秦成勇 杨兵. 医疗应用集成平台的研究. 医学信息第 20 卷第一期, 2007
- [4]HL7 V2.3.1 , 1999