

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: X2012230571

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

# 结构化电子病历系统的设计与实现

Design and Implementation of Structured Electronic  
Medical Record System

陈春妮

指导教师: 林坤辉教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2017年4月

论文答辩日期: 2017年5月

学位授予日期: 2017年6月

指导教师: \_\_\_\_\_

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

2017年4月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

(        ) 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于     年   月   日解密，解密后适用上述授权。

(  ) 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年   月   日

## 摘 要

随着医院信息化建设的发展,医院管理、临床、医学影像等系统的广泛应用,推进以电子病历为核心的医院信息化建设,优化服务流程,提高医疗服务质量和效率,实现信息共享的区域医疗协同服务,成为各个医院信息化的重要工作。本文旨在设计与实现基于 C++ 的结构化电子病历系统,为医生提供更为便捷的信息录入机制,从而为医院日常工作提高效率,为医院在解决医疗质量管理、临床诊疗决策支持、医疗科研统计分析等方面提供进一步的数据挖掘和应用。

本文对电子病历系统的国内外研究现状进行分析,比较了目前各种电子病历系统的优缺点,针对当前电子病历系统存在的数据结构化不足的问题提出了结构化电子病历。本文对结构化电子病历系统的业务需求及特性进行了分析,介绍了系统的功能需求,主要包括结构化模板制作、病历结构化书写、病历质控和数据查询共享几个部分功能,提高了电子病历书写的效率,满足了病历质量控制和数据分析的要求。

在系统开发过程中,建立瀑布网络模型,将病历系统逐步实现结构化。在实际构建结构化病历系统的过程中,综合考虑其业务需求、具体功能和非功能性需求,以及功能、架构设计与与数据库相关的设计,从而达到预期的设计效果。再通过进一步的测试,给出测试结果。

本文设计开发的基于 C++ 的结构化电子病历系统,目前已上线使用,经过用户的实际运行和使用表明,该系统易用性好、规范性强、可靠性高,能够方便用户电子病历的录入、病历质量控制和数据共享分析。

**关键词:** 电子病历系统; 结构化; C++

## **Abstract**

With the development of hospital information system, hospital management, clinical, medical imaging and other systems widely implemented, it is important work to promote hospital information based on electronic medical record. Electronic medical record is fundamental to optimize service processes, to improve the efficiency and quality of medical service, and to realize the information sharing of the regional medical collaborative service. The aim of this dissertation is to design and implement structured electronic medical record system based on C++, the electronic medical records system is expected to help doctors input medical information efficiently and conveniently, to improve quality and efficiency of clinical work, to improve medical quality management and support clinical decision making, and to support medical research and statistical analysis for hospitals for data mining.

This dissertation analyses the domestic and overseas research status of electronic medical records system, compares the advantages and disadvantages of a variety of electronic medical record system, designs structured electronic medical record to solve the non-structured data problem of current electronic medical record system. This dissertation analyses business requirements and characteristics of structured electronic medical record system, and introduces the functional requirements of the system. The structured electronic medical record system mainly includes following functions: making structured templates, writing structured medical records, quality controlling of medical records and data query sharing. The system improves the efficiency of electronic medical record writing, meets requirements of medical record quality control and data analysis.

In the process of system development, the medical record system is structured gradually, based on waterfall model in software engineering, In the process of implementation, it contains specific business requirements, functional requirements, non-functional requirements, system architecture design, and database design. Then the

system is tested, with test results outputs.

Based on design and development of this dissertation, the structured electronic medical records system is based on C++, and now it is implemented and go-live. Feedback from users says the system is user friendly, strong standardization and high reliability. The system helps users input electronic medical record efficiently and conveniently, improves medical quality control and data sharing analysis.

**Keywords:** Electronic Medical Records System; Structured; C++

## 目 录

<b>第一章 绪论 .....</b>	<b>1</b>
1.1 论文研究的背景及意义说明 .....	1
1.2 国内外研究现状 .....	2
1.3 国家有关标准 .....	3
1.4 论文主要研究内容 .....	3
1.5 论文的结构安排 .....	4
<b>第二章 相关技术介绍 .....</b>	<b>5</b>
2.1 COM+架构 .....	5
2.2 XML 数据交换标准 .....	6
2.3 C++ .....	6
2.4 Oracle10g 数据库 .....	7
2.5 本章节小结 .....	7
<b>第三章 系统需求分析 .....</b>	<b>9</b>
3.1 业务需求描述 .....	9
3.2 系统功能需求分析 .....	13
3.2.1 系统关联分析 .....	13
3.2.2 系统业务流程分析 .....	14
3.2.3 系统功能分析 .....	15
3.3 系统的非功能需求分析 .....	20
3.3.1 性能需求 .....	20
3.3.2 数据一致性 .....	21
3.3.3 安全性 .....	21
3.3.4 易用性 .....	21
3.3.5 可移植性 .....	21
3.4 本章小结 .....	21
<b>第四章 系统设计 .....</b>	<b>22</b>

4.1 系统设计思路 .....	22
4.2 系统概念定义 .....	22
4.3 系统的功能设计 .....	23
4.3.1 结构化编辑器支持 .....	24
4.3.2 模板解析策略 .....	26
4.4 系统的数据库设计 .....	28
4.5 系统的安全设计 .....	33
4.5.1 物理安全 .....	33
4.5.2 网络安全 .....	33
4.5.3 操作系统安全 .....	33
4.5.4 应用系统安全 .....	34
4.5.5 数据库安全性设计 .....	34
4.6 本章小结 .....	35
<b>第五章 系统实现 .....</b>	<b>36</b>
5.1 系统实现环境 .....	36
5.2 系统的界面设计 .....	36
5.2.1 医护工作站结构化病历编辑的界面设计 .....	37
5.2.2 结构化模板配置的界面设计 .....	41
5.3 本章小结 .....	58
<b>第六章 系统测试 .....</b>	<b>59</b>
6.1 系统测试环境 .....	59
6.2 系统的测试目标 .....	59
6.2.1 功能测试目标 .....	59
6.2.2 性能测试目标 .....	60
6.3 系统功能测试 .....	60
6.4 系统性能测试 .....	62
6.5 本章小结 .....	63
<b>第七章 总结与展望 .....</b>	<b>64</b>



7.1 总结.....	64
7.2 展望.....	64
参考文献 .....	66
致 谢.....	68

厦门大学博硕士论文摘要库

## Contents

<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1 Research Background and Significance .....	1
1.2 Domestic and Overseas Research Status .....	2
1.3 National Standard.....	3
1.4 Thesis Research Contents and Features .....	3
1.5 Structure Arrangements.....	4
<b>Chapter 2 Related Technical Presentations.....</b>	<b>5</b>
2.1 COM+ Framework Architecture.....	5
2.2 XML Data Exchange Standards .....	6
2.3 C++.....	6
2.4 Oracle10g Database .....	7
2.5 Summary .....	7
<b>Chapter 3 System Requirements Analysis.....</b>	<b>9</b>
3.1 Business Requirements Description .....	9
3.2 Functional Requirements Analysis of This System .....	13
3.2.1 Analysis of System Association.....	13
3.2.2 Analysis of Business Flow.....	14
3.2.3 Functional Analysis of System.....	15
3.3 Non-functional Requirements Analysis of This System.....	20
3.3.1 Performance Requirements .....	20
3.3.2 Data Consistency .....	21
3.3.3 Security .....	21
3.3.4 Ease of use .....	21
3.3.5 Portability.....	21
3.4 Summary .....	21
<b>Chapter 4 System Design .....</b>	<b>22</b>

<b>4.1 Consideration of the System Design</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2 System Concept Design</b> .....	<b>22</b>
<b>4.3 Functional Design of the System</b> .....	<b>23</b>
4.3.1 Structure Editor Design .....	24
4.3.2 Template Analysis Strategy .....	26
<b>4.4 System Database Design</b> .....	<b>28</b>
<b>4.5 System Security Design</b> .....	<b>33</b>
4.5.1 Physical Security .....	33
4.5.2 Network Security .....	33
4.5.3 Operating System Security .....	33
4.5.4 Application System Security .....	34
4.5.5 Database Security .....	34
<b>4.6 Summary</b> .....	<b>35</b>
<b>Chapter 5 System Implementation</b> .....	<b>36</b>
<b>5.1 System Operation Environment</b> .....	<b>36</b>
<b>5.2 System Interface Design</b> .....	<b>36</b>
5.2.1 Structured Medical Record Edit Interface .....	37
5.2.2 Template Configuration .....	41
<b>5.3 Summary</b> .....	<b>58</b>
<b>Chapter 6 System Testing</b> .....	<b>59</b>
<b>6.1 System Testing Environment</b> .....	<b>59</b>
<b>6.2 System Testing Target</b> .....	<b>59</b>
6.2.1 Functional test target .....	59
6.2.2 Performance test target .....	60
<b>6.3 System Functional Testing</b> .....	<b>60</b>
<b>6.4 System Performance Testing</b> .....	<b>62</b>
<b>6.5 Summary</b> .....	<b>63</b>
<b>Chapter 7 Conclusions and Prospects</b> .....	<b>64</b>

<b>7.1 Conclusions</b> .....	<b>64</b>
<b>7.2 Future Task Prospects</b> .....	<b>64</b>
<b>References</b> .....	<b>66</b>
<b>Acknowledgements</b> .....	<b>68</b>

厦门大学博硕士论文摘要库

## 第一章 绪论

### 1.1 论文研究的背景及意义

电子病历EMR ( Electronic Medical Record), 也被定义为基于计算机系统处理的病人数据记录或者称作计算机化的病案系统<sup>[1]</sup>。电子病历 (EMR) 主要记录住院、门诊病患 (包括医疗保健对象) 的临床诊疗和指导干预信息, 它是由医疗组织机构创建的数据集成处理系统, 保存于电子媒介并被共享使用, 是产生于患者各次就诊过程中、被记录并完整保存起来的所有临床诊疗信息资源<sup>[2]</sup>。美国国立医学研究所 (National Institutes of Health, NIH) 将电子病历 ( Electronic Medical Record, EMR) 定义为: 电子病历是基于某个特定应用系统的电子化病人信息记录, EMR系统具有如下主要功能: 各类用户能够完整、准确地访问信息数据, 并且具有警告、提示和临床决策支持系统功能<sup>[3]</sup>。

和其他行业一样, 我国医疗信息化建设在最近几年也得到深入发展, 电子病历系统成为必需的业务信息应用系统, 支撑着现代医疗机构开展临床工作。同时, 电子病历系统完整记录居民健康档案信息, 成为健康档案不可或缺的关键组成部分。为实现临床诊疗的信息交换和共享, 促进医疗机构间的协同工作, 建设标准化的电子病历系统是必不可少的基础和前提。为此, 2009 年以来, 国家卫生部针对电子病历系统颁布了一系列相关标准, 提出电子病历系统 (EMR) 是健康档案“数出有源”的基础, 并且有助于用规范的临床路径指导医疗行为、监管诊疗过程, 提升医疗组织机构的工作质量和紧急医疗救治能力。《中共中央国务院关于深化医药卫生体制改革的意见》于 2009 年 4 月颁布, 意见提出 “建立实用共享的医药卫生信息系统” 是现阶段我国电子病历标准化工作的最终目标。而在电子病历的标准化的建设工作中, 标准化的信息数据的结构化, 又是实现其在医疗机构间交换和共享的前提和基础。综上所述, 实现既便于医生使用, 又具有数据信息结构化特点的电子病历系统使具有很重要的实践意义, 并且也是势在必行的。

## 1.2 国内外研究现状

美国是最早使用电子病历的国家,美国医疗机构从 20 世纪 60 年代就开始开展电子病历的研究工作。到了 20 世纪 70 年代,先后有英国、荷兰等国的社区医疗系统开始使用电子病历系统记录、存储就医人员的就诊信息,并使用电子病历系统的信息支持医务人员进行诊断、治疗工作,在提升各种疾病的统计、治疗方面发挥了很大的功能和作用<sup>[4]</sup>。进入 21 世纪以后,美国、日本、香港、英国、荷兰等国家和地区先后都对电子病历系统进行更深程度的开发和利用,上述国家和地区都成立了专业的研究组织机构,开展电子病历的课题研究工作,并且积极组织相关的医疗机构和单位实施和普及电子病历系统。

在美国的电子病历系统发展过程中,美国的 HIMSS 组织(即美国医疗卫生信息与管理协会)发挥了很大的促进、推动作用。美国 HIMSS 是一个非盈利组织,为美国乃至世界各地的医疗卫生和健康领域提供 IT 技术和系统管理优化提供解决方案。HIMSS 组织通过设计电子评估系统对医院临床信息系统进行测试,评价体系可以在信息系统中应用算法提取数据,监测医院信息系统的核心技术和整个流程,以评估医院的信息化水平<sup>[5]</sup>。

我国的医院的信息化系统开始发展并运用于 20 世纪 80 年代后期,历经三十多年的发展,现已形成一定的技术水平和规模。随着医院管理信息系统(HIS)系统向临床信息系统(CIS)方向发展,电子病历系统(EMR)也越来越受到各医疗机构的重视。电子病历(EMR)系统的发展可以简要分为三个阶段<sup>[6]</sup>:第一个阶段,是广泛运用于医疗机构内部的临床信息系统,该系统成为后来的电子病历系统的最直接数据源。简单来说,就是传统的纸质病历电子化,但此时还大多是用简单的 word 来实现。第二阶段,是实现基于病人个体的数据信息集成。这个阶段最大的改变是:临床信息系统主要以医院的临床业务作为具体内容,而电子病历的构建需要将病人置于核心地位,实现信息整合,做到以人为本的管理方式。第三阶段,是实现在不同的医疗机构间的共享医疗信息,也就是在区域内实现了电子病历系统的共通。目前,我国大部分地区处在电子病历系统发展的第二个阶段,也就是实现病人临床数据信息的统一和集成阶段,正在向构建区域化阶段进行过渡。

### 1.3 国家有关标准

我国卫生部制订的《电子病历基本架构与数据标准（试行）》标准于 2009 年 12 月 31 日颁布<sup>[7]</sup>，以及附录 1《电子病历基本内容架构图（试行）》和附录 2《电子病历临床文档数据组与数据元（试行）》，发布的这个标准对电子病历系统中的病历文档进行了结构化要求。主要内容为：

1、电子病历中的病历文档包括两部分，即文档头和文档体

文档头描述文档的关键标识、病人的基本相关信息等内容，文档体描述病人疾病发病情况、症状、体征、治疗、检查检验等情况。

2、不论是文档头还是文档体，又由文档段组成。文档段是对病人特定信息进行描述的一段内容。

3、数据元，数据元是对一个信息的描述，包括名称、代码、长度、取值、类型等属性定义。

4、数据组，一组相互关联的数据元集合叫做数据组，一般可以理解为一个文档段内的结构化数据元集合叫做数据组。数据组内元素有内联关系或属于描述同一类问题的数据元。

### 1.4 论文主要研究内容

结构化电子病历系统的构建基于 C++ 的开发框架进行，运用相关技术实现数据库构建，从而设计出满足临床医护人员结构化病历书写和模板编辑配置等功能要求的系统。主要的研究内容如下：

#### 1. 结构化病历编辑系统

##### (1) 医生工作站

基于选择字典项（标准统一）结构化和自由录入并存的快速录入病历编辑器，支持病人各类临床数据实时同步及历史数据快速检索引用，支持动态模板数据插入技术，引导医生递归嵌套的将实际的内容插入病历中，完成复杂变化内容节点的书写，保证结构化病历数据采集的完整性，为缺少经验的医生提供了标准化病历书写模式，支持上级审签后痕迹保留日志模式，支持病历的套打续打，集医嘱开单和临床路径管理于一体。

## (2) 护士工作站

除了支持与医生工作站相同的病历编辑特点外，还提供方便快速的结构化护理录入方式，自动生成交班记录，单人和批量的病人体温单数据、产程图数据快速录入，自动生成美观的护理记录、科室交班记录、体温单和产程图。

### 2. 模版编辑器系统

基于母模版和病种分发的快速可重用模版制作功能，不仅使各个医院项目实施的数据快速移植带来可能，而且保障了该病种的医疗安全，提高病历书写的质量。方便快捷的结构化标准数据（数据组、数据元、标准字典和信息节点）维护管理以及其它相关结构化配置管理功能。

## 1.5 论文的结构安排

本文共有七章，各章内容安排如下：

第一章 绪论，重点阐述了电子病历的出现背景和相关研究，以及目前发展过程中所存在的诸多问题，从而为文章作出了具体的结构安排；

第二章 通过对电子病历的具体需求分析，将其模块细化，并分析了重点模块；

第三章 根据实际需求，对开发过程中所涉及的技术进行说明；

第四章 根据实际业务需要，在进行整体开发过程中对其框架以及主要功能和建立数据库等方面进行充分设计；

第五章 介绍了结构化病历系统的环境以及展示其主要工作界面；

第六章 对结构化病历逐步实施测试，并对结果进行总结归纳与分析；

第七章 对本课题进行深入研究和总结，总结其主要内容，明确尚未完成的研究内容，并对结构化电子病历系统的进一步研究做了设想。



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库