

高校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: X2013231651

UDC \_\_\_\_\_

厦门大学

工 程 硕 士 学 位 论 文

ICU 病员重症潜势预警实验系统  
设计与实现

Design and Implementation of Experimental System for  
Early Warning of ICU Patients

吴 婷

指导教师: 吴清强 副教授

专业名称: 软 件 工 程

论文提交日期: 2016 年 01 月

论文答辩日期: 2016 年 02 月

学位授予日期: 2016 年 06 月

指 导 教 师: \_\_\_\_\_

答 辩 委 员 会 主 席: \_\_\_\_\_

2016 年 01 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

重症监护室(ICU)是为危及生命的病人提供技术和高质量的医疗服务,提高急性重症患者抢救成功率而设立的特殊病房,病员的重症潜势预警能力是衡量ICU水平高低的重要因素之一。经过对患者入院后一段时间内的监测数据进行数据分析,能够进行这种重症潜势预警。如果能够正确及时的进行预警,可以达到优化重症监护室的抢救资源的配置,对严重病情的病员可及早发现并实时干预,同时可进一步对患者病情进行相关研究,为以后的临床治疗提高经验,帮助患者早日平安顺利度过危险期。

现代医学的重要标志是将信息化技术应用到医学研究中。数据挖掘技术更是其中一种十分重要的数据处理分析的手段,现如今数据挖掘技术发展迅速,包括重症监护病房的抢救的医学领域是数据挖掘技术的重要应用之一。ICU内瞬息变化的生理指标数据,不仅数据量大,而且变化率快,但这些数据是病员病情严重的依据,也是对病员的重症潜势预警的重要依据。

通过重症监护室监测能获得大量的病员生理指标数据信息,ICU如何对大量的生理数据进行管理,利用这些数据进行有效的决策分析是其巨大的挑战之一。本文的ICU病员重症潜势预警实验研究系统为这方面的挑战提供了研究思路,本系统对ICU相关数据进行管理,对生理指标数据进行决策分析预警,同时利用Highcharts技术将生理指标数据做成数据走势图进行展示,帮助医生以及其他感兴趣的研究人员进行了解。技术上,本系统主要考虑了面向对象思想,利用UML建模工具对系统进行了架构分析设计,还采用Java EE的B/S的三层设计模式。系统的编程语言主要是Java和JSP等,重点实现了用户基本信息管理,病员基本信息及相关生理数据管理。通过对本课题的研究和系统的实验,使得重症监护室ICU内病员的相关数据管理更加便捷。系统的实现对ICU的数据管理及分析起到了十分重大的意义。

**关键词:** 预测预警; B/S架构; SSH框架

## Abstract

Intensive care unit (ICU) is established as a special ward that provide life-threatening patients with technology and high-quality medical services, and improve the rescue success rate for patients with severe acute. The early mortality prediction is one of the important factors to measure the ICU level. This prediction is usually realized by analyzing a period of monitoring data after admission to hospital. Predicting patient's disease development accurately not only can optimize the ICU rescue resource allocation, find serious illness early and intervene timely, but also accumulate clinical experience through observe and research the disease development, and help patients pass the crisis soon.

The computer information processing technology in the medical research and clinical application of medical data analysis has become the important symbol of modern medicine. Data mining technology is one of the important means of the data processing analysis and has developed rapidly. The rescue medicine of intensive care unit is one of the important applications of data mining technology. The fast-changing physiological index data of ICU is not only large amount of data, and the rate of change is fast, but the data is the basis of a patient is seriously ill, is also the important basis of early warning system for critical patient's potential.

Through monitoring the intensive care unit can get a lot of patient physiological indexes data information, how to manage a large number of physiological data in ICU, and how to use these data to do effectively decision analysis is one of the great challenge. The system in this paper provides a research way of thinking for intensive potential warning system experimental research of patient in ICU. This system can manage ICU related data, conduct early warning and decision analysis for physiological indicators, and display physiological index data charts by using Highcharts technology, and importantly help doctors and other researchers who interested to know about ICU data. Technically, this system is mainly considered the object-oriented thought, using UML modeling tools for system architecture analysis and design, also adopts B/S three layer design patterns of Java EE. System programming languages are Java and JSP, etc, and mainly realize the basic information management, user patient basic information and related physiological data management. Through this topic research and experiment of the system, and

makes the ICU patient data management more convenient. The realization of the system data management and analysis of the ICU has played a very important significance.

**Key Words:** Prediction; B/S Architecture; SSH Framework

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 目录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 课题背景说明 .....	1
1.2 研究现状和问题 .....	1
1.3 课题研究内容 .....	2
1.4 论文组织结构 .....	2
<b>第二章相关理论和技术分析</b> .....	<b>4</b>
2.1 聚类和 K-Means 算法 .....	4
2.1.1 聚类 .....	4
2.1.2 K-means 算法 .....	6
2.2 决策树 .....	7
2.3 关联规则 .....	7
2.4 系统实现技术说明 .....	8
2.4.1 B/S 体系结构 .....	8
2.4.2 SSH 框架 .....	9
2.4.3 数据库系统 .....	11
2.4.4 Ajax 和 JQuery .....	12
2.5 本章小结 .....	13
<b>第三章 系统需求分析</b> .....	<b>14</b>
3.1 系统用户及用例 .....	14
3.1.1 管理员用例分析 .....	14
3.1.2 数据分析员用例分析 .....	14
3.1.3 普通用户用例分析 .....	15
3.2 功能需求分析 .....	15
3.2.1 用户基本信息管理 .....	15
3.2.2 病员的基础信息管理 .....	17
3.2.3 病员生理数据管理 .....	19
3.2.4 病员生理信息类别信息管理 .....	21

3.2.5 预测规则管理.....	22
3.3 非功能性需求分析 .....	23
3.4 本章小结 .....	23
<b>第四章 系统设计 .....</b>	<b>24</b>
4.1 系统总体架构 .....	24
4.2 系统软件结构 .....	24
4.3 功能模块设计 .....	25
4.4 功能模块详细设计 .....	26
4.4.1 用户管理功能模块设计.....	26
4.4.2 病员相关数据管理功能模块设计.....	27
4.4.3 病员数据展示模块设计.....	31
4.5 数据库设计 .....	32
4.5.1 数据库概念设计 .....	32
4.5.2 数据库逻辑设计 .....	35
4.7 本章小结 .....	40
<b>第五章 系统实现与测试 .....</b>	<b>40</b>
5.1 聚类获得指标类别及提取预测规则 .....	40
5.1.1 聚类获得指标类别表 .....	40
5.1.2 预测规则的提取 .....	40
5.2 系统环境搭建 .....	42
5.3 功能模块实现 .....	43
5.3.1 用户登录模块 .....	43
5.3.2 后台管理模块 .....	44
5.3.3 前台展示及预测模块 .....	47
5.4 功能实现的部分关键代码 .....	53
5.4.1 病员生理数据的导入导出核心代码 .....	54
5.4.2 病员生理指标数据展示核心代码 .....	56
5.4.3 病员死亡预测核心代码 .....	57
5.5 系统测试 .....	58



---

5.5.1 登录模块测试.....	58
5.5.2 病员信息管理模块测试.....	59
5.5.3 数据展示模块测试.....	60
<b>5.6 本章小结 .....</b>	<b>61</b>
<b>第六章 总结与展望 .....</b>	<b>63</b>
6.1 总结 .....	63
6.2 展望.....	65
<b>参考文献.....</b>	<b>66</b>
<b>致谢.....</b>	<b>67</b>

## Contents

<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1 Project Background and Significance .....	1
1.2 Research Situation and Problem .....	1
1.3 The Contents of Dissertation.....	2
1.4 The Chapters Arrangement of Dissertation .....	3
<b>Chapter 2 Introduction to Technologies And Related Theory .....</b>	<b>4</b>
2.1 Clustering and K-Means Algorithm.....	4
2.1.1 Clustering .....	4
2.1.2 K-Means.....	6
2.2 Decision Tree.....	7
2.3 Association Rules.....	7
2.4 Technology Introduction.....	7
2.4.1 B/S System Architecture .....	7
2.4.2 SSH .....	9
2.4.3 Database System .....	11
2.4.4 Ajax JQuery and Highcharts .....	12
2.5 Summary.....	13
<b>Chapter 3 System Requirements Analysis.....</b>	<b>14</b>
3.1 Users of the System and Use Cases .....	14
3.1.1 Use Case of Administrator .....	14
3.1.2 Use Case of Data Analyst .....	14
3.1.3 Use Case of Normal Users .....	15
3.2 Functional Requirement Analysis .....	15
3.2.1 User Information Management .....	15
3.2.2 Patient Basic Information Management.....	17
3.2.3 Patient Physiological Data Information Management .....	19
3.2.4 Patient Physiological Category Information Management .....	21
3.2.5 Prediction Rules Management .....	23
3.3 Non-Functional Requirements Analysis .....	24
3.4 Summary.....	24
<b>Chapter 4 System Design .....</b>	<b>25</b>

<b>4.1 System Totality Architecture .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 System Software Architecture.....</b>	<b>25</b>
<b>4.3 Function Module Design.....</b>	<b>26</b>
<b>4.4 Module Detailed Design.....</b>	<b>27</b>
4.4.1 User Management Design.....	27
4.4.2 Patient Data Management Design.....	28
4.4.3 Patient Data Show Design .....	32
<b>4.5 Database Design .....</b>	<b>33</b>
4.5.1 Concept Design of Database .....	33
4.5.2 Logical Design of Database .....	36
<b>4.5 Summary .....</b>	<b>40</b>
<b>Chapter 5 System Implementation.....</b>	<b>41</b>
<b>5.1 System Environment Introduction .....</b>	<b>41</b>
5.1.1 Category Table of ICU patient Obtain From K-means Clustering .....	41
5.1.2 Extractmeng for Prediction Rules.....	41
<b>5.2 System Environment Introduction.....</b>	<b>43</b>
<b>5.3 Implement of Function Module .....</b>	<b>44</b>
5.3.1 Login Module.....	44
5.3.2 Background Management Module.....	45
5.3.3 Data Showment and Death Prediction Module.....	47
<b>5.4 Critical Code of System .....</b>	<b>54</b>
5.4.1 Code for Import and Output Psychological Data.....	55
5.4.2 Code for Data Showment .....	57
5.4.3 Code for Death Prediction .....	58
<b>5.5 Testing for System .....</b>	<b>58</b>
5.5.1 Testing for Login.....	58
5.5.2 Testing for Patient Information Management .....	60
5.5.3 Testing for Data Showment.....	61
<b>5.6 Summary.....</b>	<b>62</b>
<b>Chapter 6 Conclusions and Prospect .....</b>	<b>63</b>
<b>6.1 Conclusions.....</b>	<b>63</b>
<b>6.2 Prospect.....</b>	<b>65</b>
<b>References .....</b>	<b>66</b>

**Acknowledgements .....67**

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 第一章 绪论

### 1.1 课题背景说明

伴同着现代医学迅猛发展的势头,以及医疗设备的改革和医院信息管理系统水平的提高,人们进行了医疗保健的改善,加强了在医疗服务的投入,因此重症医学监护(Intensive Care Unit, ICU)诞生了。重症监护病房(Intensive Care Unit, ICU)<sup>[1]</sup>的概念是:自身作为一个重症医学监护的临床试验基地,它能够密集的使得患者聚集在一起,同时提供良好的技术、人力和物力资源供给,以期能及时治疗患者。

我国是一个人口众多的国家,有着世界上最多的人口,一方面国内医疗设施水平日益提高,但是另一方面社会人口结构中高年龄人和老人的比重越来越大,这个问题就导致了国内对重症监护室的大量需求。因为高龄人易发重度的身体疾病,所以重症监护病房的重症监护病房病人的数量日益增多,这又导致 ICU(重症监护病房)的重要程度愈发增加。

使用 ICU(重症监护病房)会带来一个巨大优势,那就是病员的重症潜势预警。经过对患者入院后一段时间内的监测数据进行数据分析,能够进行这种重症潜势预警。如果能够正确及时的进行预警,可以达到优化重症监护室的抢救资源的配置,对严重病情的病员可及早发现并实时干预,同时可进一步对患者病情进行相关研究,为以后的临床治疗提高经验,帮助患者早日平安顺利度过危险期。

通过重症监护室监测能获得大量的病员生理指标数据信息,ICU 如何对大量的生理数据进行管理,利用这些数据进行有效的决策分析是其巨大的挑战之一。本文的 ICU 病员重症潜势预警实验研究系统为这方面的挑战提供了研究思路,本系统对 ICU 相关数据进行管理,同时对生理指标数据进行决策分析预警,系统的实现对 ICU 的数据管理及分析起到了十分重大的意义。

### 1.2 研究现状和问题

重症监护病房(ICU)配置了最新颖最有效的医疗设备,所以它的服务对象也只能是那些特定重病患者。将重病患者集中治疗的想法,始于第二次世界大战,但是其中经过了漫长的真空期以至于到了 60 年代初,西方国家才开始建立重症监护病房。在当时,重症监护病房是面向手术后的病患和脊髓灰质炎病员,因为

他们需要长时间使用呼吸机来维持脆弱的生命。收益于 ICU 的应用，这类病患的死亡率极大的降低了。在国内，第一个重症监护病房成立于 1974，15 年之后，国家规定 ICU、CCU 等特殊病房是规定二级医院的标准配置。此时，在世界上，重症监护病房已经进入迅速发展期，并且受到医疗界的广泛关注，因为通过 ICU 人们建立了许多重症患者的治疗方法，这大大降低了患者的死亡率。现阶段的重症监护室的发展虽然快速，但依然还处在建设、完善、发展、提高阶段，但其良好的临床效果使得其在国内外医学界得到日益重视，尤其是临床专家的重视<sup>[3]</sup>。

医疗质量的水平以及重症病员的死亡率是衡量医院医疗水平的重要标准，由此可见重症监护病房是国内外大中型医院发展的必然趋势。由于病员的危重程度及医院的级别档次不同，同时医师的手术难度不一，要求的一致重症监护病房是不现实的。但对各大医院而言，必要的重症监护病房的发展是必须的，档次相同的医院对其标准需要一致。重症监护病房对病员生存几率的提高以及生命质量的提高这方面的作用越来越重要<sup>[25]</sup>。

重症监护病房内病员的生理指标数据提供良好管理和决策分析，可以促进其发展，本课题从上述两个角度出发研究，对病房内病员的病情分析以及治疗决策给予了一定程度的支持，为病员的生命安全提供了更加全面的保障。

### 1.3 课题研究内容

本课题从管理病员的生理指标数据和对病员死亡概率进行决策分析两个角度出发研究，本文主要从两个方面对课题内容进行相关研究：

(1) 前期生理数据处理阶段使用机器学习数据挖掘工具对预测规则进行提取操作；

(2) 系统网站开发全程符合软件工程学方法，先理论需求分析，在系统实践实施。

### 1.4 论文组织结构

绪论作为第一章的内容，对本课题的相关背景，研究意义，重症监护室在国内外现阶段的研究现状，以及本课题即将研究的主要内容进行了详细说明。

第二章是相关理论和相关技术分析，分两部分进行叙述，第一部分介绍了聚类和 K-means 算法以及决策树；第二部分主要介绍了系统网站开发所使用的必要技术手段。

第三章是系统分析，主要对系统的需求进行分析，包括功能性和非功能性各方面的需求。

第四章是系统设计，主要对系统的总体的系统整体架构，软件架构，功能模块的相关设计以及数据库概要以及逻辑设计进行了详述。

第五章是系统的具体实现和系统测试，对系统的数据处理阶段，系统的实现图示，以及系统的测试都进行了阐述，同时对部分代码也进行了展示。

最后一章为总结与展望，主要对整个课题的前期研究和网站开发实施这一系列过程进行了说明，同时提出了部分不足之处。

## 第二章相关理论和技术分析

### 2.1 聚类和 K-Means 算法

#### 2.1.1 聚类

作为数据挖掘中的一个经典方法，聚类是指根据事物所具有的某些属性，将一个数据集合分成多个簇，且要保证簇内的对象之间的相似度大，而簇与簇之间的对象的相异度大<sup>[4]</sup>。相似度和相异度通常使用距离作为衡量指标，主要是根据数据集合中对象的属性值来计算获得的。

聚类因为不需要先验知识而被认为是一种无监督的学习过程。它不需要预先知道的分类信息或训练数据结果来确定样本之间的联系，其目的是找到数据信息来对数据进行分析。聚类与分类既有区别，又有联系<sup>[5]</sup>。联系是二者都是为了把未知数据分为多个类别；区别是分类需要预先得到样本数据集的特征信息，是一种有监督的学习过程，而聚类则不需要，它主要是要找出数据信息。因此，聚类分析通常用于样本集的预处理操作，作为数据进一步处理分析的前要步骤。

聚类的过程大致满足以下步骤<sup>[6]</sup>，如图 2-1：

1. 数据预处理：主要包括特征选择和移除孤立点。前者主要是尽可能提前重要的特征，其主要目的是减少信息冗余以及降低维度；后者所说的孤立点是指与一般数据行为或模型相异的数据。
2. 相似性度量：主要是指距离函数，该函数用于衡量数据点间的相似度。相似性度量是定量两个特征向量之间是否相似的条件，一般采用欧式距离作为一个简单的度量方式。
3. 聚类或分组：选择合适的聚类算法进行聚类，将数据对象根据距离大小划分到不同的类别中。
4. 验证聚类结果：聚类结果的质量进行准确快速的评估。结合相关领域专家的先验知识对聚类结果正确性进行验证，得到正确的评价结论。



Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts 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.