

基于UML的ICU信息系统的设计与实现

韩幸才

(上海中医药大学 计算中心, 上海 201203)

摘 要: ICU信息系统是医院信息化管理系统的重要组成部分,是现代急诊医学及危重病医学与计算机软件工程相结合的产物。为了充分发挥ICU人力的功能,实现重症监护技术的大突破,寻求高效、可靠的开发方法建立ICU信息系统已成为当务之急。采用UML技术可以对ICU信息系统的工作流程、静态模型及动态模型进行可视化建模。借助用例图、类图、包图等方法使ICU信息系统的需求分析明确,而合作图、顺序图、活动图等使ICU信息系统的设计更便捷。基于UML技术可以很好地支持ICU信息系统的分析、设计以及编码实现工作,为高效、高质量地完成ICU信息系统的开发工作奠定了基础。实践表明:它是面向对象软件开发方法中高效而实用的软件体系结构建模方法。

关键词: UML;建模机制;用例;类

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2012)03-0161-05

ICU Information System Design and Implementation Based on UML

HAN Xing-cai

(Computer Center of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China)

Abstract: ICU information system is an important part of the hospital information management system, combination product of the modern emergency medicine and critical care medicine and computer software engineering. To take full advantage of manpower and equipment capabilities ICU, intensive care technology to achieve major breakthrough in seeking efficient and reliable method to establish the development of ICU information system has become imperative. Using UML technology can work on the ICU information system process, the static model and dynamic model for visual modeling. With the use case diagram, class diagram, package diagram and other methods that ICU information system needs makes analysis clear, collaboration diagram, sequence diagram, activity diagram, etc. make ICU information system design easier. UML-based technology can support the ICU information system analysis, design and coding work to achieve, for the efficient, high quality information systems to complete the development of ICU basis. Practice shows that it is object-oriented software development methods in practical and efficient software architecture modeling.

Key words: UML; modeling mechanism; use cases; class

0 引言

随着信息技术的迅速发展,信息化、数字化已经进入各行各业和人们生活中的许多方面,我国的医院逐渐进入了数字化和信息化时代,人们不仅可以看到CT、MRI、彩超等大型的数字化医疗设备在医院中广泛使用,还可以看到从单机到计算机网络的各种医疗收费系统、管理系统和医疗信息处理系统等正在普及。ICU是危重病人和先进监护抢救设备集中的科室,面对急危重症病人,能否及时、准确实施监测与护理,直接关系到病人的安危和抢救的成败。ICU的监护水平如何、设备是否先进,已成为衡量一个医院医疗水平的重要标志。

ICU作为一个特殊的医疗现场,需要指定突发事件的应急预案及ICU临床护理实践标准。如何发挥ICU人力的功能,实现重症监护技术的大突破,是摆在医护人员面前的一个重要课题。ICU信息系统软件的开发就是在这样的背景下应运而生的。UML是一种图形化的建模语言,用例图、类图、包图等使ICU信息系统的需求分析明确,而合作图、顺序图、活动图等使ICU信息系统的设计更便捷,因此引入UML语言可以大大改进传统的设计方法,缩短开发周期,对指导临床治疗及护理有重要的意义^[1]。

1 ICU信息系统概述

ICU信息系统不同于一般的管理信息系统,在系统的实时性、可靠性、规范性等方面要求更高,许多传统的分析及设计工具已难以满足新要求,而UML是一

收稿日期:2011-08-13;修回日期:2011-11-20

作者简介:韩幸才(1963-),男,副教授,研究方向为计算机技术应用。

种易于表达、功能强大的面向对象标准建模语言,将信息用标准的图形直观地显示出来,以此建立面向对象的系统模型。它将逐渐成为面向对象软件系统分析设计的必备工具。

ICU 即重症监护病房(intensive care unit),重症监护病房的人员是由各科专业和基础理论知识丰富的医护人员组成。运用各种先进的医疗监护和抢救设备,对各类危重病患者实施集中的治疗和护理。以最大限度地确保病人的生存及随后的生命质量。常用监测项目有心电图、心功能、血压、呼吸频率及节律和型式、体温、尿量、动脉血气分析、脑电图等 20 多项,涉及的病症可按呼吸、循环、肝、脑、肾、胃肠、血液及凝血机制、内分泌等几大类划分。配备的仪器常见有心电图记录监测仪、多功能呼吸机、血气分析仪、肺功能检查仪、氧饱和度监测仪、肾功能监测治疗仪、脑血流图仪等,以及各专科重症病房常用的医疗仪器设备^[2]。ICU 护理水平的高低直接影响工作的成效,而科学的组织管理则是各项抢救监护工作有条不紊、高质量完成的重要保证,也是防止各种并发症、决定总体治疗成功与否的基本条件。护士根据病情准备所需的各种记录单:护理记录、护理病历、有关脏器功能监测表等。ICU 信息系统的数据库通过监护仪器采集及护理记录信息、病症数据分析(具备自动报警)、打印和更新病历、采取磁盘阵列与异地备份的存储方式,确保数据万无一失。所以系统物理设计中采用多个床边监护站和对应的中心监护站构成的一个监护网络。ICU 信息系统存在采集数据实时、产生信息量大、临床应用紧急、同时共享内容多等问题,所以系统的复杂度很高,从而对系统的开发设计方法提出了更高的要求^[3]。

2 ICU 重症监护信息系统功能分析

在设计用户界面中,能调用 HIS 系统显示患者基本信息又能显示各种生命体征动态参数的集合,方便主治医生增减相关的参数,也方便医生全面了解病人各种生命体征的变化,及时制定医疗方案。功能模块结构采用构件方式与核心程序分离,便于软件复用,提高设计效率,降低设计成本^[4]。

应具备如下功能:

(1)患者出入管理:患者普通病房与重症监护病房的人出时间、原因、基本信息。

(2)监护数据管理:包含呼吸、血压、脉搏、体温的曲线记录图,呼吸机监测结果、微泵用药、液体出入量平衡、TPN 用药、体检化验数据、重症评分等临床信息等。

(3)临床数据管理:护理记录、医嘱执行表、重症评分表。

(4)监护仪数据实时分析:分析实时体征值、呼吸参数等,实时评价患者临床体征状况。

(5)HIS 数据交换:与医院信息系统(HIS)连接,交换患者基本属性、医嘱等临床信息。

(6)打印表格功能:打印入院记录表、护理记录表、医嘱执行表、重症评价表、各种临床信息的表格。

ICU 重症监护信息系统临床数据流程图见图 1。

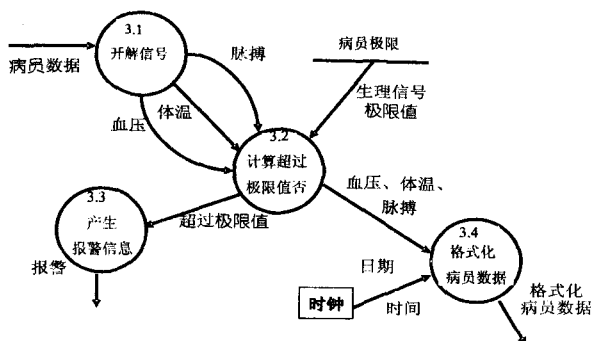


图 1 监护系统数据流程图

3 UML 面向对象设计原理

UML 是一种面向对象的标准的图形化建模语言。是开发优秀软件的所有活动的核心,目的是把所要设计的结构和系统的行为沟通起来,并对系统的体系结构进行可视化和控制,为不同领域的人们提供统一的交流标准,本系统开发过程中基于 UML 有助于解决涉及系统分析师、软件设计员、用户之间相互交流困难的难题^[5]。UML 主要元素包含事物、关系和图。

用 UML 方法进行系统设计的过程如下:

(1)分析系统涉及的用例和角色及各角色与用例之间的关系,并描述概念层类图、用例图。

(2)按所有需求进行系统分析,并抽取类以及描述类之间的关系。

(3)系统设计:定义一些与技术实现相关的类,如:用户接口、数据库、通信和并行等问题并定义子系统建立包,使用关联、聚合、泛化和依赖建立静态模型,用状态图、协作图、时序图、活动图建立动态模型描述对象之间的行为协作。UML 提供了强大的静态和动态建模机制。

(4)实现阶段:类---->语言代码,可用 Java、VC 等面向对象的程序设计来实现^[6]。

4 基于 UML 的 ICU 信息系统分析和设计过程

鉴于 ICU 信息系统软件的复杂性,需要建立不同的模型对系统的各个层次进行描述。结合 UML 设计过程得到 ICU 信息系统分析和设计步骤^[7]:

1)确定 ICU 系统的用例和角色。

用例:医生、值班护士使用的中央监护,护工,ICU医疗仪器的病症监护,各病症标准信号,HIS系统接口的病历管理,动态病情分析报告、护理记录。

角色:当班医生、值班护士、标准病症信号库、患者。

用例名:监护系统。

参与执行者:由现场值班护士启动与患者、护工、医生、标准病症信号库进行交流。

入口条件:报警信号。

事件流:值班护士根据报警信号,生命体征分析表、简短描述,填写护理记录,通知主治医生。医生浏览提交的信息并通过打开事件用例在数据库中创建一个事件。制定医治或抢救方案,并实施。

出口条件:相关人员收到答复并选择响应。

特殊需求:现场工作人员的报告在规定的时间内得到答复。选择的响应应在发送之后在规定的时间内到达。

用例图见图2^[8]。

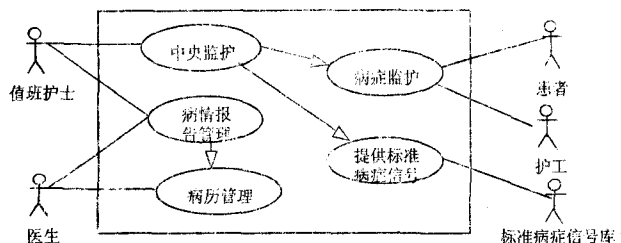


图2 监护系统用例图

2) 建立系统的类。

监护系统中通过名词识别法和系统实体识别法等方法可以识别出系统的各个类,类模型从对象的角度描述系统的组成,描述类(对象)及相互间的关系。

系统设计涉及各类的名称、属性、操作如下:

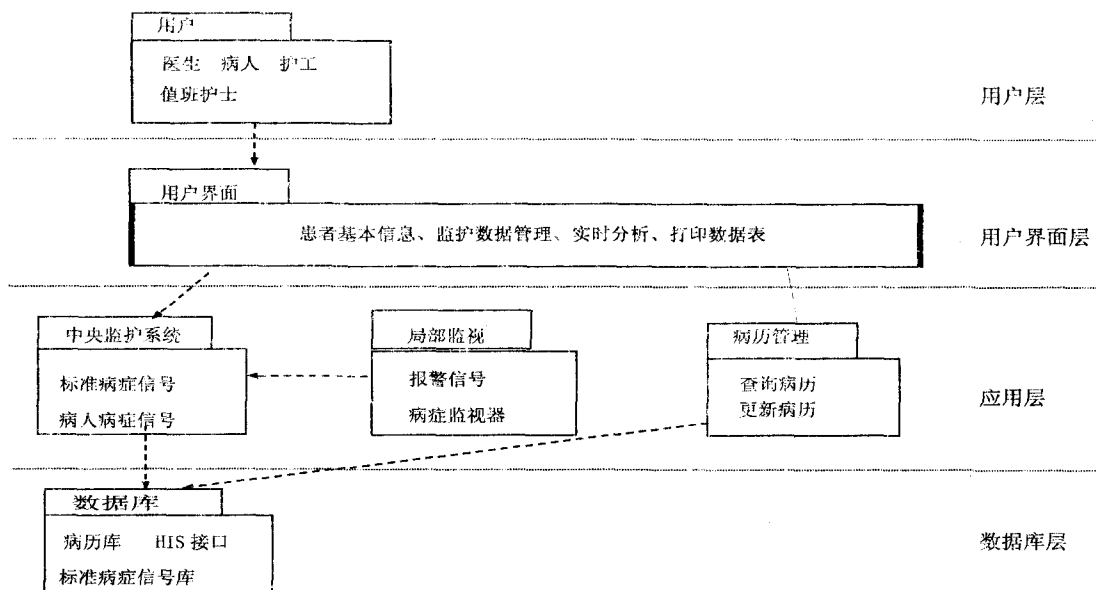


图3 监护系统包图

医生(用户名,密码,查看病情报告,要求打印病情报告,查看病历,要求打印病历)

值班护士(用户名,密码,报警,查看病情报告,打印病情报告)

患者(姓名,性别,年龄,病症,提供病症信号)

护工(用户名,密码,护理情况)

中央监护系统(输入,输出,分解信号,比较信号,报警,数据格式化)

病症监护(采集频率,病症信号,格式化信号数据,采集信号,信号组合)

报警信号(声音,灯光,文字,报警)

标准病症(指标类型,大小,容量,提供标准信号)

患者病症(脉搏,血压,体温,其它)

病历(病人基本情况,打印时间,生成病历,更新病历,查看病历,打印病历)

进一步细化和描述类及相互间的关系[9]。

(1)分解信号:将从病症监护所用的各医疗仪器传送来的组合病症信号分解为系统可以处理的信号。

(2)比较信号:将病人的病症信号与标准信号比较。

(3)报警:如果病症信号发生异常(即高于峰值),发出报警信号。

(4)数据格式化:将处理后的数据格式化以便写入病历库。

3) 建立ICU监护系统的包图。

引入包图来对类进行细化管理,系统由用户层(用户包)、用户界面层(用户界面包)、应用层(中央监护系统包、局部监视包、病历管理包)和数据库层四类包组成。

包之间关系见图3。

4) 监护病人病情的状态变化: 状态图。

强调病症监视器、病症监视器按事件排序的行为。

状态图是对类的一种补充描述。表示对象所具有的状态, 以及怎样的事件 (如收到消息、时间已到、报错、条件为真等) 影响着这些状态。状态之间有箭头相连, 标识状态的迁移 (Transition), 箭头上可以写上引起这一迁移的事件。

状态图见图 4。

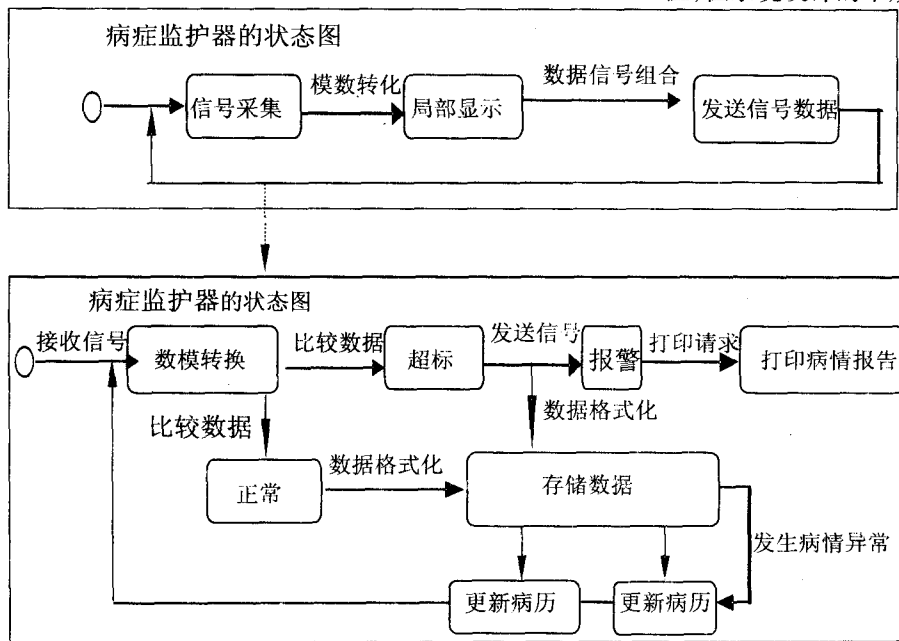


图 4 监护系统的状态图

5) 描述病人病情异常时对象之间的动态协作关系: 合作图 (见图 5)。

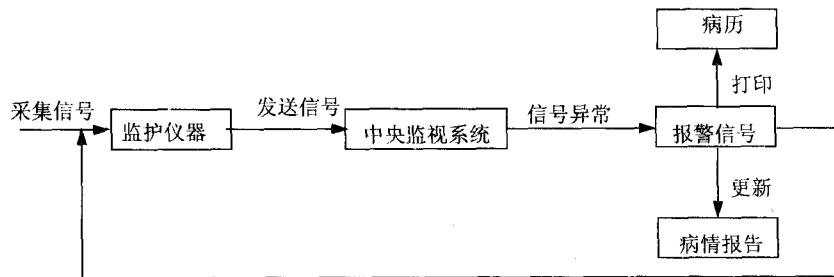


图 5 监护系统的信号传递合作图

对于简单的对象交互情况, 顺序图可以作很好的描述, 可是, ICU 监护系统对象数目不断增加, 交互情况复杂时, 顺序图就很难描述清楚了, 可用合作图来描述强调的是对象合作的交互行为关系, 对象间由各种关联连接, 对象之间的合作情况 (交互情况) 使用消息流来表示, 但消息没有发送时间和传送时间的概念。

6) 建立监护过程中不同事件间的协调关系: 活动图。

活动图模型主要用于描述系统在问题域空间中的活动流程, 活动图可以方便地描述系统中的并发活动。即各种活动的执行顺序, 一个操作中所要进行的各项

活动的执行流程。

活动图见图 6。

5 ICU 信息系统的实现

一个系统除了软件体系结构以外, 还包括硬件体系结构。采用统一的软硬件描述方法, 协同设计可以在系统设计的早期阶段对系统设计的正确性进行验证, 在系统设计的早期阶段发现一些设计错误^[10]。

考虑到 ICU 信息系统的稳定性采用基于 CAN 的应用服务器、数据库服务器和客户机集成的三层 C/S 结构。数据层: 数据库管理系统。表示层: 用户接口, 用户的输入、输出的数据, 多用 GUI, 变更时, 不影响其他两层。功能层: 应用的主体, 数据逻辑处理并与表示层交互和传送。在服务器端满足全局数据完整、安全、并发性的控制、数据备份与恢复。客户端具备用户与数据库交互的界面、接受数据和数据执行应用

逻辑要求。合理地划分三层结构的功能, 使之在逻辑上保持相对独立性, 能提高系统和软件的可维护性和可扩展性。利用功能层有效地隔离开表示层与数据层进行严格的**安全管理数据^[11]。

在完成了软件体系结构和硬件体系结构的设计后, 就可以进行编码、调试、测试等工作。编码、调试采用 VC++, Windows 下的多线程技术, 接收到的数据以标准

XML 数据格式保存在服务器指定目录中。测试分: 单元测试、集成测试、系统测试和验收测试, 验证是否满足在各阶段确定的需求^[12]。

6 结束语

UML 的目标是以面向对象图的方式来描述任何类型的系统, 具有很宽的应用领域。在 ICU 信息系统的**应用体现了注重系统结构的开发和注重过程的迭代和递增性。最好的模型是与现实相联系的, UML 正是开发优秀软件的所有活动的核心, 将设计的结构和系统的行为沟通起来, 并对系统的体系结构进行可视化

和控制。

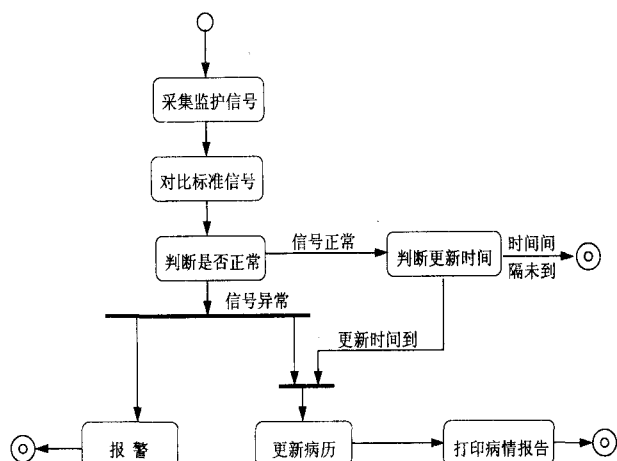


图6 监护系统的活动图

通过对ICU信息系统的开发可以看到,UML不仅仅是上述方法的简单汇合,而是扩展了现有方法的应用范围。UML是一种建模语言,不是一种方法,它独立于过程,可遵循任何类型的建模过程。基于UML的ICU信息系统在医院信息化建设中发挥着举足轻重的作用,它的应用具有很大的社会价值和经济价值,以及非常好的应用前景。

参考文献:

[1] 陈思功,秦晓,章恒.基于UML的软硬件协同设计的

模型分析方法[J].软件学报,2003,14(1):103-108.

- [2] 王晓明.运用重症监护网络提高专科护理水平[J].护士进修杂志,1999,14(5):15-17.
- [3] 张琼瑶.重症监护临床信息系统建设与应用[J].中国医学数学,2008(2):86-88.
- [4] 陈利佳,李刚荣.重症监护信息系统的临床应用[J].医学信息学杂志,2011(3):79-83.
- [5] Ng H S, Sim M L, Tan C M. Security issues of wireless sensor networks in healthcare applications[J]. BT Technology Journal, 2006, 24(2): 138-144.
- [6] Douglass B P. Real-Time UML-Developing Efficient Objects for Embedded Systems[M]. [s. l.]: Publisher, 2003.
- [7] 杨峰.基于UML的连锁经营管理系统建模研究[J].微计算机信息,2007,23(3):58-59.
- [8] 施庆平.基于UML医院病房监护系统的分析与设计[J].计算机系统应用,2007(2):70-73.
- [9] 董庆超,王智学,张爱辉,等.基于UML类图模型的一致性检查方法[J].计算机技术与发展,2008,18(10):85-88.
- [10] Kumar S, Aylor J H, Johnson B W, et al. The Codesign of Embedded Systems[M]. Boston: Kluwer Academic Publisher, 1996.
- [11] 王卫东,屈洋. C/S体系结构下医院病历数据库管理系统的建立[J].计算机技术与发展,2009,19(9):204-206.
- [12] 汪贵生,夏阳.基于UML的MIS研究与设计[J].计算机技术与发展,2009,19(4):69-72.

(上接第160页)

(PCI9820和PXI8461)数据帧格式转换后的通信,对TCP/IP与CAN的集成进行了验证。对不同网络通信协议进行了一定程度的集成,为下一步深入研究空间机器人气浮式地面试验平台的集成奠定了基础。

参考文献:

- [1] 徐文福,刘宇,强文义,等.自由漂浮空间机器人的笛卡尔连续路径规划[J].控制与决策,2008,23(3):278-282.
- [2] 徐文福,詹文法,梁斌,等.自由漂浮空间机器人系统基座姿态调整路径规划方法的研究[J].机器人,2006,28(3):291-296.
- [3] Kindel R J. Motion planning for free-flying robots in dynamic and uncertain environments[D]. Stanford: Stanford University, 2001.
- [4] Murotsu Y, Tsujio S, Mitsuya A, et al. An experimental system for free-flying space robots and its system identification[C]// Proceeding of AIAA Guidance, Navigation and Control Conference. New Orleans, LA: [s. n.], 1991:1899-1909.
- [5] 崔乃刚,王平,郭继峰.空间在轨服务技术发展综述[J].宇航学报,2007,28(4):33-39.
- [6] 徐文福,梁斌,李成,等.空间机器人微重力模拟试验系统研究综述[J].机器人,2009,31(1):88-96.

- [7] 阳宪惠.现场总线技术及其应用[M].北京:清华大学出版社,1999.
- [8] 徐立中,李臣明,王建颖.信息与系统集成技术及应用[J].计算机与信息技术,2006(1):70-72.
- [9] 陈锡辉,张银鸿. LabVIEW8.20 程序设计从入门到精通[M].北京:清华大学出版社,2008.
- [10] 杨乐平. LabVIEW 高级程序设计[M].北京:清华大学出版社,2003.
- [11] 张凯. LabVIEW 虚拟仪器工程设计与开发[M].北京:国防工业出版社,2004.
- [12] Code Interface Reference Manual[M]. [s. l.]: National Instruments, 2003.
- [13] 王新升,韩建斌,梁斌,等.基于气浮台的微小卫星姿态控制实时仿真[J].北京航空航天大学学报,2010,36(7):767-770.
- [14] 颜世佐,谢箭,强文义.空间机器人地面试验系统建模与规划[J].控制工程,2009,16(2):223-226.
- [15] 史久根,张培仁,陈真勇,等. CAN 现场总线系统设计技术[M].北京:国防工业出版社,2004.
- [16] 孙鑫,余安萍. VC++深入详解[M].北京:电子工业出版社,2008.