

基于面向服务体系结构的新型医用监护仪

崔颖安, 尹磊, 刘明明

(西安理工大学计算机科学与工程学院, 西安 710048)

摘要: 针对传统医用监护仪存在的问题, 提出一种基于全网络环境、具有较强信息处理能力、易于维护的新型医用监护仪解决方案。该方案采用面向服务的体系结构, 设计协同监护服务平台。在某医院临床试用结果证明, 该监护仪能较好地实现心电参数的监护。

关键词: 医用监护仪; 面向服务的体系结构; 协同监护服务平台; 线程池

Novel Medical Monitor Based on Service-oriented Architecture

CUI Ying-an, YIN Lei, LIU Ming-ming

(School of Computer Science and Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048)

【Abstract】Aiming at the existing problems of conventional medical monitor, this paper proposes a solving scheme of novel medical monitor based on the full network condition which has the stronger ability of information processing, as well as maintainable. In particularly, it adopts the service-oriented method of system design, designs collaborative monitoring service platform. It is clinical trial in a hospital result proves, it can implement monitoring of ECG parameter.

【Key words】 medical monitor; service-oriented architecture; collaborative monitoring service platform; thread pool

医用监护仪是监测患者的各种生命参数并对异常情况报警或调整的装置, 可以 24 h 不间断地对患者进行监护, 为医护人员诊疗提供实时的生理指标信息^[1]。随着各级医院临床对传统医用监护仪的应用, 出现设备造价较高、生理指标数据再利用能力差、软件升级维护不方便、集中监护难于实施等问题^[2]。鉴于此, 本文提出的新型医用监护仪对于降低国民医疗成本, 构建和谐医患关系有重要意义。

1 面向服务体系结构简介

面向服务体系结构(Service-oriented Architecture, SOA)是一种软件体系结构模型, 通过网络对松散耦合的粗粒度应用组件(服务)进行分布式部署、组合和使用。SOA 由服务使用者、服务提供者、服务注册中心 3 部分构成^[3], SOA 的构成如图 1 所示。

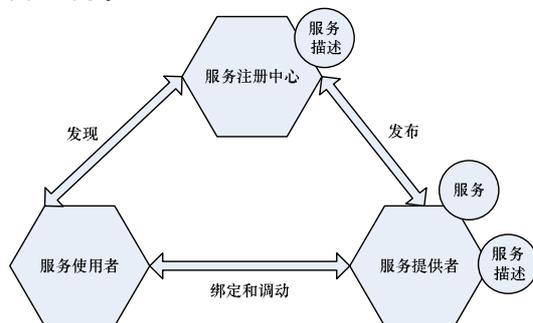


图 1 SOA 的构成

(1) 服务使用者可以是一个应用程序、一个软件模块或需要某一服务的另一服务, 发起对注册中心的查询, 通过传输绑定协议, 获得可以使用的服务。

(2) 服务提供者是一个通过网络寻址的实体, 接受服务使用者的请求, 将自身的接口契约发布到服务注册中心, 以便服务使用者发现和访问。

(3) 服务注册中心是服务发现的支持者, 由可用服务存储库和接口契约文档构成, 经过验证的服务使用者通过查找服务接口获得可使用的服务。

SOA 的成熟为软件业带来巨大变革:

(1) SOA 改变了传统需求认知的方法。它通过“服务”为业务专家和开发人员提供一种新的粗粒度需求沟通方法, 更易于双方在业务领域、技术领域达到对问题的一致性理解, 降低了认知领域的复杂性。

(2) SOA 改变了传统软件设计的方法。它强调系统在业务目标的推动下进行设计, 通过对已有服务的灵活配置与快速组合构建新的服务, 设计重点由结构转向流程, 使设计工作更接近于人的思维。

(3) SOA 改变了产品发售模式。使用者关注的是获得可以使用的服务而不是承载服务的载体。它改变了人们对软件产品内涵的认识, 也创造了一种按需使用、按量计费、灵活定制的软件产品发售模式(SaaS)。

2 系统设计

2.1 系统拓扑结构

系统拓扑结构由生理感受器、协同监护服务平台和服务工厂组成。生理感受器是信号采集单元, 负责患者各种生命参数的采集、信号调制、阻抗匹配和数据传输。协同监护服务平台负责生理感受器采集数据的接收、协议转换、服务调度、超标信息报警和整个系统的监控与管理。服务工厂是各种监护功能承载单元的集合(如 ECG Service, SPO₂ Service, NIBP Service), 它以组件的形式封装, 部署到指定路径。

系统拓扑结构如图 2 所示。

作者简介: 崔颖安(1975 -), 男, 讲师、博士研究生, 主研方向: 面向服务的分布式智能计算; 尹磊、刘明明, 硕士研究生

收稿日期: 2009-01-12 **E-mail:** suchdaysuchpeople@126.com

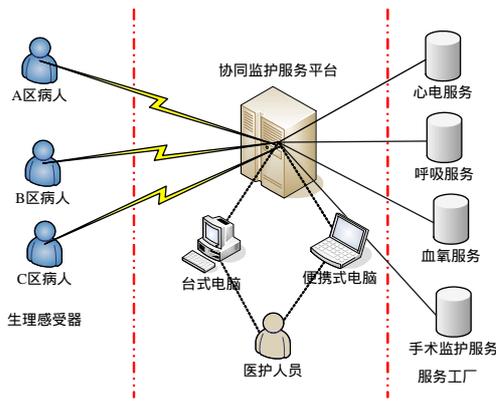


图2 系统拓扑结构

协同监护服务平台由2个部分组成：(1)服务调度引擎，它负责生理感受器采集数据的接收、数字信号的滤波、服务线程的创建、监护服务的调度和应用数据的归一化处理(HL7格式)。(2)监护服务引擎，它负责患者生理指标的计算、异常信息的捕获、运行参数的设置和系统状态的监控超标信息的报警。服务调度引擎与监护服务引擎在物理上相互独立，在功能上互相协作，这样减少不同功能单元的耦合，也降低了每一个服务的负荷，使系统具有较强的并发处理能力，满足高负载计算环境的要求。

2.2 系统设计

协同监护服务平台采用面向服务的设计方法，系统分为5类服务，协同监护服务平台的服务分类如图3所示。

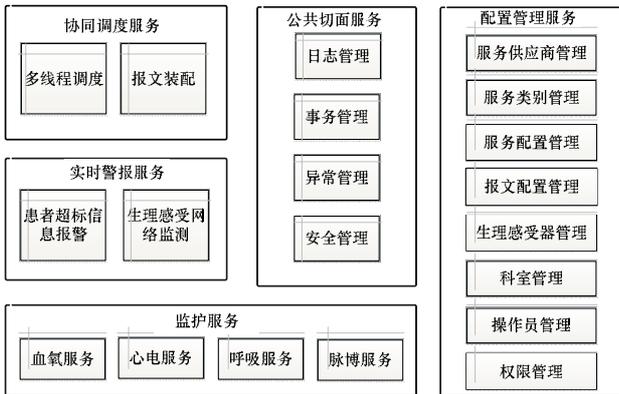


图3 协同监护服务平台的服务分类

(1)协同调度服务。协同调度服务负责生理感受器采集数据的接收、服务线程的创建、服务的调度和报文格式的整形与装配。协同调度服务是一个基于线程池的并发服务器，通过线程池提高系统的并发处理能力，实现任务的负载均衡，使系统始终处于最佳运行状态。

(2)实时警报服务。实时警报服务主要负责2类异常情况的处理：患者超标信息的报警，生理感受器运行故障的提示。实时警报服务采用N+1多线程结构，其中，“N”指临床科室的数量，即确保每一科室的患者始终有一个线程为其服务；“1”指用于扫描生理感受器网络故障信息的线程。

(3)公共切面服务。系统借鉴面向方面编程(AOP)的设计方法，将日志管理、事务管理和安全管理等公共服务以切面的形式发布供开发人员使用，这样可以有效解决横切关注点的问题，使开发人员集中于应用本身的研究，同时降低服务内部组件间耦合。

(4)配置管理服务。它包括服务供应商管理、服务类别管

理、服务配置管理、科室管理、操作员管理、生理感受器参数设置、权限管理和报文配置管理等功能，通过上述功能可以为系统管理员的日常维护带来方便，降低管理和维护的成本。

(5)监护服务。它是各种监护功能的承载单元，由DLL和XML配置文档构成，部署在协同监护服务平台指定路径下。DLL解析XML的配置信息，实现数据的归一化处理与测量指标的计算，每个服务相互独立，根据需要灵活调整。

2.3 系统特点

系统特点摘要如表1所示。

表1 系统特点摘要

特点	具体特性	说明
成本低	购买成本低	医用监护仪的计算单元、显示单元、打印单元都由“服务”实现，降低了设备的制造成本
	使用成本低	“服务”可以按需使用、按量计费，为患者提供更细粒度的购买单元，降低医疗成本
信息化能力强	集中监护	能方便地实现中央集中监护，不需医护人员病房巡检，减轻其工作负担
	数据再利用	对患者任意时间段的数据回放可以进行更深层次的挖掘，为医护人员诊疗提供帮助
	标准统一	采用HL7协议，可以方便地与HIS、CIS、LIS交换数据，有效实现信息融合
可维护性强	厂商通过对“服务”升级实现整个产品的升级	
使用方便	监护组合方便	通过“服务”可以方便地对患者进行组合式监护
适用领域广		适用于家庭监护、野外监护、战场监护等多种环境

3 关键技术

(1)基于线程池的并发服务器

为了提高系统的并发处理能力，协同调度服务采用线程池技术。线程池是“池化资源”的一种，它可以持久地利用线程资源，降低线程创建、调度和销毁的开销。

基于线程池的并发服务器包括线程池管理器、工作线程、任务队列和任务接口4部分^[4]。线程池管理器是创建、销毁和管理线程池。工作线程是一个并发服务器，负责服务的调度与执行。任务队列是为线程池管理器提供一种缓冲机制，将超出线程窗口的任务调度到任务队列等待可用资源的释放。任务接口是每个任务的运行契约，规定任务的入口、在运行时的异常、在运行后的处理等，工作线程通过该接口调度任务的执行。创建线程管理器关键代码如下所示：

```

Procedure MthreadInitialization;
Begin
//线程池管理器的创建
FManager:=TPoolerManager.Create;
FManager.OnGetThread:=OnGetThread;
End;
Procedure OnGetThread;
Begin
//线程池的创建
AThread:=TMyPoolerThread.Create(False, AManager);
End;
Procedure ThreadScanNewData.Execute;
Begin
while not Terminated do
if getnewdata then
//获得生理感受器数据
if FManager.GetPoolerThread(@NewData) then
GetPoolerThreadOK

```

```

//线程管理器启动工作线程
else
FManager.AddToTaskQueue(@NewData)
//添加到任务队列
End

```

(2)服务调度

系统采用面向服务的设计方法，不同的服务划分方法对系统实现难度及性能有较大影响，通过分析与实验，系统将监护服务与协同调度划分为 2 类不同的服务，这样可以有效降低协同调度服务的负荷，使系统具有更强的并发处理能力和较强的扩展性，无需 2 次开发，仅通过简单的配置就可完成服务的更新与维护，动态加载监护服务关键代码如下所示：

```

Function tdatapage. DataDeal: boolean;
Type
//声明引用动态连接库
func_type=function(DataStr: PChar; pRegion: ShortString): PCh
-ar; stdcall;
Var
LoadHandle: THandle;
Call_Func: func_type;
Begin
if CharacterCodeIsUsed(datapage. CharacterCode)AND
AutoDeal then
begin
//特征代码已起用;
get(DLLAddr, FuncName, Useflag, pRegion, datapage.
CharacterCode);
//获得相应 DLL 地址，功能名称等信息
LoadHandle: =LoadLibrary(PChar(DLLAddr));
//动态加载 dll，并返回其句柄
if LoadHandle=0 then result: =false;
//未加载成功
@Call_Func: =GetProcAddress(LoadHandle, PChar(FuncName));
//获得入口地址
if Assigned(@Call_Func) then
//找到功能函数
Begin
//处理接收到的原始数据串，返回数据值
ReturnData: =StrPas(Call_Func(PChar(DP_Data), DP_Data));
Count: =Changhl7(ReturnData,Tmppt);
//按 HL7 协议对数 //据整形
SetLength(Tmppt, Count);
Save Tmppt into SJBJSLB;
//保存接收数据值
end else result: =false;
FreeLibrary(LoadHandle);
//释放资源
end
else
result: =false;
//处理失败
Result: =true;
//处理成功
End
(3)流水号生成

```

系统在运行过程中要为所有采集到的生理指标数据分配流水号。流水号是一种互斥资源，提高流水号的生成效率对于改善系统并发处理能力有重要作用。根据本系统数据批量生成的特点，流水号一次集中处理，即对全部需要分配的记录一次生成流水号，而后释放流水号资源供其他任务使用，这样可最大程度地减少并发访问冲突。关键代码如下所示：

```

Begintrans
//设置事务开始
SqlStr: ="select lsh from ptxxb for update";
//对流水号上锁
ExeDb(sqlstr);
LineNum: =Getmonitor(typt);
//获得需要分配的记录数
SqlStr="update ptxxb set lsh=lsh+linenum";
//集中修改流水号
ExeDb(sqlstr);
Committrans
//提交事务，释放流水号资源
(4)数据清理策略

```

系统在运行过程中接收到的人体生理指标数据存放在 RECEDATA 表中，随着时间的累积，RECEDATA 表会成为一张巨型表。为了确保性能不受影响，必须定时进行数据清理，采用下述方法可实现高速清理。关键代码如下所示：

```

Create table recedatabak as select * from recedata;
//创建 recedata 类似表
Insert into recedatabak
(select * from recedata where jssj>=" $DATE")
//保留需要的数据
Drop table recedata;
//删除原表
Rename recedatabak to recedata;
//将 recedatabak 命名为 recedata

```

4 结束语

本方案已在某 3 甲医院临床试用，结果证明能满足预先设计的其他功能要求。使病人生理指标数据得到更大的利用，通过升级“服务”方式实现医用监护仪系统的升级，实验结果表明基于 SOA 新型医用监护仪的探索方向正确，具有较强的可行性和创新性。

下一步研究的重点包括在功能上要加强生理感受器网络的标定管理、服务的计费管理和系统安全性的整体提高；在性能上是对多线程并发服务器的深层次优化，使其具有更强的处理能力，满足高负载计算环境的要求。

参考文献

- [1] 蒋红兵, 杨涛, 舒慧宇. 现代监护仪器的特点及发展趋势[J]. 医疗设备信息, 2005, 20(10): 51-52.
- [2] 2007-2008 年中国医疗器械市场调查与投资咨询研究报告[Z]. (2008-10-21). <http://www.ccmet.com>.
- [3] 李建华, 陈松乔, 马华. 面向服务架构参考模型及应用研究[J]. 计算机工程, 2006, 32(20): 100-101.
- [4] 白凤娥, 常晓明, 张新日. 基于 SOC 的输液滴速监视器设计[J]. 计算机工程, 2005, 31(14): 203-204.

编辑 陆燕菲