

JMF 及 RMI 技术在远程医疗系统中的应用^①

张泰忠, 徐 成, 张小明

(湖南大学 信息科学与工程学院, 长沙 410082)

摘 要: 现代远程医疗是计算机网络、多媒体技术以及医学诊断技术相结合而形成的一门新兴课题。针对当前系统在平台依赖性 & 远程操控等方面的弱点, 结合 JMF(Java Media Framework)框架及 RMI(Remote Method Invocation)技术, 探讨了远程医疗系统中可以跨平台实现的多媒体数据通信以及远端 PTZ 云台摄像机控制等关键技术, 克服了当前系统在平台依赖性 & 远程操控等方面的弱点。通过实际部署及试用, 证明所提出的远程医疗系统可移植性强、具备远程控制能力。

关键词: 远程医疗; Java 多媒体框架; 远程方法调用; 实时传输协议; 多媒体

Application of JMF and RMI to the Telemedicine System

ZHANG Tai-Zhong, XU Cheng, ZHANG Xiao-Ming

(School of Information Science and Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: Modern telemedicine is an emerging subject involving computer networking, multimedia and medical diagnosis. Since the current systems are platform-dependent and weak at remote controlling, combining JMF (Java Media Framework) framework and RMI (Remote Method Invocation) technique, this paper discusses the multimedia communication across different platforms, remote PTZ camera controlling and so forth to improve the weakness of platform-dependent and remote controlling. Tested in real world, the telemedicine system proposed in this paper is proved to be portable and good at remote controlling.

Key words: telemedicine; Java media framework; remote method invocation; real-time transport protocol; multimedia

1 引言

近年来, 随着我国经济的迅猛发展及国力的不断增强, 我国的医疗水平取得了长足的进步, 然而, 由于我国幅员辽阔, 城乡、区域之间发展极不平衡, 农村的医疗水平与发达城市相距甚远^[1]。远程医疗作为一种独特的诊断模式, 利用现代互联网通信技术为偏远地区患者提供信息和服务^[2], 对于解决偏远地区群众日益提高的就医需求有着巨大潜力。

目前, 远程医疗系统及其在使用过程中的相关问题已引起领域专家的广泛关注。文献[3]中介绍了远程医疗系统的组成及其工作原理, 设计了基于 ARM 芯片 S3C2410 和 MC55 无线模块的远程医疗系统移动终

端; 文献[4]结合 Socket 网络编程接口和多线程技术, 提出了在远程医疗数据传输系统中增加服务器端和客户端程序的设计思想; 文献[5]根据 SIP 协议的特点在 windows 平台下利用套接字技术设计了一套社区医疗网络系统; 文献[6]利用 windows 下的 socket 及多线程技术开发一套基于互联网的远程会诊系统; 文献[7]在 Windows CE 平台下采用多线程、数据库、通信及实时性等技术, 实现了对心电数据的实时采集、记录和显示并能进行远程数据传输。上述提出的远程医疗系统多依赖于特定平台, 并缺少远程操控机制, 给远程医疗系统的推广及使用带来了障碍。本文重点介绍了利用 JMF(Java Media Framework)和 RMI(Remote Method Invocation)机制设计

① 基金项目: 国家自然科学基金(60973030)

收稿时间: 2010-11-09; 收到修改稿时间: 2010-12-04

开发远程医疗系统的关键技术，解决了当前远程多媒体医疗系统中存在的平台依赖性及可控性差等问题。

2 关键技术

现有的远程医疗系统主要包括以下功能：音、视频数据的获取及存储，多媒体数据的发送、接收及监视^[8]。本文研究的系统方案除实现以上功能外，同时还支持医生对远端患者 PTZ(Pan Tilt Zoom)云台摄像头的控制。系统结构如图 1 所示：

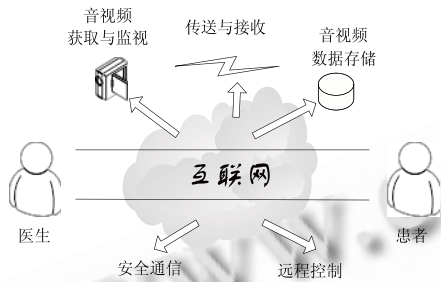


图 1 远程医疗系统结构

2.1 多媒体数据通信

目前，大多数的远程医疗系统中音、视频数据通信是基于微软开发平台下的 DirectShow 技术实现，该技术能较好地实现视频的传输，而且有较理想的成本效益，但对平台依赖较大，可移植性差，无法跨平台使用^[9]。针对该问题，本文采用 JMF(Java Media Framework)^[10]技术实现与具体平台无关的多媒体数据通信。

JMF 是把音频、视频和其它基于时间的媒体结合到 Java 程序和 Applet 中的应用程序接口，继承了 Java 跨平台的优势，具有“Write Once, Run Anywhere”的特点，而且可以很容易地被扩展。JMF 包括如下七类框架：数据源 (Data source)、捕获设备 (Capture Device)、播放器 (Player)、处理器 (Processor)、数据池 (Data Sink)、数据格式 (Format) 以及管理器 (Manager)。利用 JMF 可实现多媒体数据的采集、处理、存储、播放以及通过实时传输协议在网络上传输和接收媒体流的功能。

2.1.1 多媒体数据的采集与发送

图 2 上半部分所示为远程医疗系统中音、视频数据的发送及本地监视功能。首先，应用 JMF 从摄像头和麦克风等多媒体设备中采集数据，捕获媒体数据的步骤如下所示：

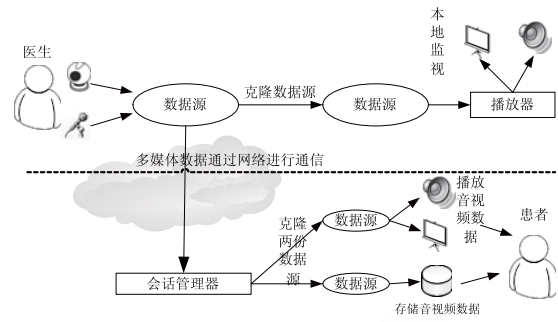


图 2 多媒体数据通信

①通过设备捕获类 CaptureDeviceManager 定位多媒体采集设备。实现方式为调用设备捕获类的方法 getDeviceList: CaptureDeviceManager.getDeviceList。

②获取捕获设备信息 CaptureDeviceInfo 对象，该对象包含多媒体采集设备的相关信息。实现方式如下：

```
CaptureDeviceInfo deviceInfo = CaptureDevice-
Manager.getDevice("deviceName");
```

③从捕获设备信息对象中获取捕获设备的位置 MediaLocator。

```
④利用 MediaLocator 创建数据源 DataSource。
DataSource ds =jvax.media.ManagercreateData-
Source(MediaLocator locator);
```

⑤本文提出的系统方案在捕获数据源的同时支持实时传送，为实现该功能，对数据源 DataSource 进行克隆，其中一份数据源用于本地播放，另一份用于发送到网络。其中，克隆数据源的实现方式如下：

```
DataSource clone =((SourceCloneable)ds).create
Clone();
```

使用克隆出的数据源创建 Player，然后启动 Player 就开始了媒体的播放：

```
Player player = Manager.createRealizedPlayer
(clone);
player.start();
```

⑥另一份数据交由处理器(Processor)进行处理。主要实现代码如下所示：

```
processor=jvax.media.Manager.createProcessor(ds);
waitForState(processor, Processor.Configured);
TrackControl[] tracks=processor.getTrack
Controls();
DataSource dataOutput = processor.get
DataOutput();
```

最后,建立会话管理器(Session Manager)将数据以流的形式发送到网络,以上为多媒体数据的采集与发送的过程,图3左侧发送端为该部分的流程图。

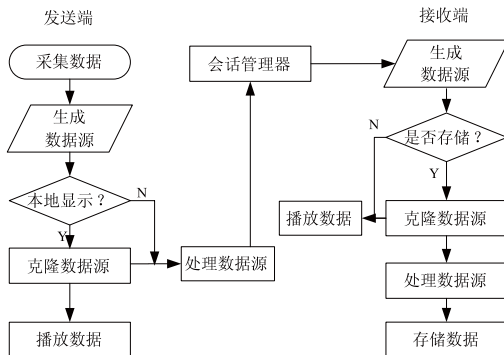


图3 多媒体数据通信流程图

2.1.2 多媒体数据的接收与存储

远程医疗系统中接收并存储音、视频数据的功能部分如图2下半部分所示。接收多媒体数据的步骤如下所示:

①利用媒体定位器 MediaLocator 为 RTP 会话创建一个播放器 Player。实现方式如下:

```
MediaLocator mrl= new MediaLocator(url);
player = Manager.createPlayer(mrl);
```

其中 url 为数据来源的网络地址, 端口及数据类型。

② 监听格式转换, 当 player 发出 FormatChangeEvent 事件时, 创建一个新的 player 处理该转换。

③ 为每一个新到达的数据流创建一个 RTP Player, 其中, 创建过程需经过设置 RTP 会话、监听新收到的流事件、恢复接收流、从接收流取出数据源以及将恢复出的数据源传入 Manager.createPlayer 来创建一个 Player 进行数据播放。

④ 为了支持存储接收到的数据流的功能, 本系统将数据源进行克隆, 其中一份用于步骤3中进行播放, 另一份进行存储, 主要实现代码如下:

```
MediaLocator f = new MediaLocator ("file://foo.au");
Manager.createDataSink(dsource, f);
```

其中, "file://foo.au"为要存储的文件名, dsource 为克隆生成的数据源。以上为多媒体数据的接收与存储的过程, 图3右侧接收端为该部分的流程图。

2.2 安全的远程设备操控

现有的远程医疗系统大多缺少对远端患者设备进

行控制的能力, 如果医生试图从多个角度观察病人的情况将迫使患者不断的调整姿势, 给医疗会诊带来很大不便, 针对此问题, 本文提出的设计方案利用远程控制技术实现医生对患者端多媒体采集设备的控制。

目前, 实现远程控制的开发技术种类繁多, 文献[11]利用 Delphi 开发了一种基于 C/S 与 B/S 模式的远程控制系统, 文献[12]利用 VC 实现了一种基于客户/服务器模式的远程监控系统, 然而, 这些技术无一例外的都要利用 Windows 套接字编程, 使得由此技术实现的系统都具有很大的平台依赖性。为解决这一问题, 本文提出的远程医疗系统采用 RMI(Remote Method Invocation)^[13]技术实现医生对患者跨平台的远程控制。

RMI 是 Java 的分布式计算基础设施中实现的用于调用网络环境下其他主机 Java 方法的技术。一个正常工作的 RMI 系统由下面几个部分组成: 远程服务的接口声明; 在服务器端对远程服务接口的具体实现; 桩(Stub)和框架(Skeleton)文件; 一个运行远程服务的服务器; 一个 RMI 命名服务, 它允许客户端去发现该远程服务; 类文件的提供者(一个 HTTP 或者 FTP 服务器); 一个需要该远程服务的客户端程序。作为目前分布式技术的一种理想解决方案, RMI 以其平台无关性及简单实用等优点越来越多地被应用到远程方法调用领域。

本文提出的远程医疗系统利用 RMI 技术实现了医生控制远程患者云台摄像头的功能。

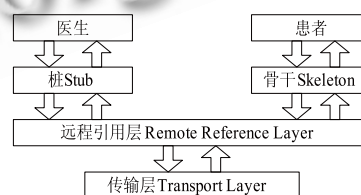


图4 RMI 结构图

如图4所示, 方法调用从医生端经 Stub、远程引用层和传输层向下传递给主机, 然后再次经传输层, 向上穿过远程调用层和 Skeleton, 到达服务器对象。患者端的 Skeleton 完成对服务器对象实际的方法调用, 并获取返回值。返回值按照方法调用的逆向顺序传递给医生端对象。

然而, 默认的 RMI 机制并不提供认证和加密传输, 其安全机制存在一定隐患, 无法实际部署于对数据安全

全性要求较高的医疗系统。因此，为确保医生与患者间医疗信息的安全，本系统在 RMI 机制中引入了 SSL(Secure Socket Layer)协议^[14]，该方法可以有效确保医生与患者间数据的安全。

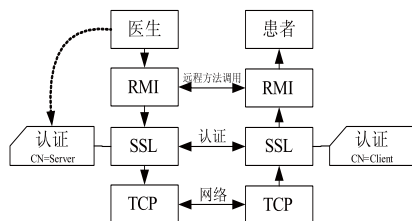


图 5 引入 SSL 协议的 RMI 调用过程

如图 5 所示，RMI 通信建立在 SSL 之上，使医生可以对患者端设备进行安全的远程操作。实现该部分功能的主要步骤如下所示：

①首先，在患者端定义一个服务接口，该接口声明了患者端可以向医生提供的各种操作服务。

②患者端对象实现步骤 1 中接口声明的各项服务，本文实现的服务类型主要为患者端 PTZ 云台摄像头的角度及焦距的调整。

③根据 RMI 机制的规则，生成桩类(Stub)和骨干网(Skeleton)。其中 Stub 为医生端的占位程序，扮演着远程患者对象的代理的角色，使该对象可被医生激活，Stub 的主要功能是将医生端参数的序列化和网络级通信等细节隐藏了起来；Skeleton 负责将远程医生的调用操作分配给实际的患者端对象相关服务的实现，完成对患者对象服务的实际调用，并获取返回值。

④患者端对象利用基于 SSL 的套接字、注册端口(默认为 1099 号端口)绑定本地 IP 地址和服务对象，并启动服务。

⑤利用患者端主机的 IP 地址、RMI 注册端口，以及基于 SSL 的套接字生成注册器，利用该注册器查找患者端的服务对象，通过桩类为代理，以该对象完成对患者端提供服务的调用。

3 实验结果

本文采用 Sony 公司的 EVI-D70 云台摄像头，利用 JMF 及 RMI 技术实现了系统原型，并将系统部署于 windows 及 Linux 系统平台下进行实验论证。在平台依赖性方面，JMF 及 RMI 均属于 Java 框架体系，继承了 Java 跨平台的特性，系统展现出良好的平台无

关性；同时，在远程操控能力方面，本系统的医生端通过 RMI 技术可以对患者端 PTZ 云台进行左右 360 度、上下 180 度的角度调整以及 18×至 216×的变焦，使医生观察的视角更加广阔，同时，引入的 SSL 机制确保了通信双方的信息安全。实验结果表明，本文提出的设计方案有效的解决了当前远程医疗系统依赖于特定平台并缺乏远程操控能力的缺点。

图 6 为本文实现的系统原型的操作界面，左图为医生端，其中上侧图像为接收到的远程患者视频信息，下侧为本地监控视频，同时上、下、左、右、放大、缩小按键用于控制远程患者云台摄像头；右图为患者端，与医生端相似，患者端可以接收远端医生的多媒体数据以及监视本地信息。



图 6 医生端和患者端界面

4 结语

本文提出的远程医疗系统设计技术利用 JMF 实现了音、视频的发送、监视、接收及存储；通过 RMI 及 SSL 机制实现了医生对患者多媒体数据采集设备安全的远程控制。实际表明，本文实现的系统可以实现远程设备操控，具有平台无关性等特点。同时应该指出的是，当前实现的系统，医生对患者端设备的控制能力还比较有限，但随着嵌入式与传感技术以及现代医疗设备的不断发展，本系统将可以接入更多的医疗传感设备，届时，该系统不仅可以进行音、视频通信，而且还将能通过 RMI 技术操控远程患者的血压、心律、血糖等数据采集传感设备，进而对患者进行更加全面的诊治。

参考文献

- 1 Beach M. China's rural health care gradually worsens. Lancet, 2001,358(9281):567.
- 2 Zach S. Telemedicine overview and summary. Electrical and Electronics Engineers in Israel, 1996.409-412.
- 3 刘军,马文丽,姚文娟,郑文岭,等.基于 GPRS 远程医疗系统

(下转第 159 页)

在 Selenium 工具中,任何 HTML 元素都可以通过其 Xpath、DOM API、或者 plain ID 等属性值来定位。通过调用 Selenium 的函数可以返回所需 HTML 元素的 XY 坐标值。本来,Selenium Server 与浏览器使用 AJAX (XmlHttpRequest) 直接通讯。现在当返回 HTML 元素的 XY 坐标值后,直接调用 Java.awt.Robot 在浏览器上执行真实的鼠标动作。

2.2.7 增加针对全球化回归测试的支持

Selenium RC 基本测试流程如图 2 所示,它提供了一个 Selenium Server,可以自动开始/关闭/控制所支持的浏览器。Selenium Server 与浏览器使用 AJAX (XmlHttpRequest) 直接通讯,可以使用简单的 HTTP GET/POST 请求直接向服务器发送命令,即可以使用任何可以发出 HTTP 请求的编程语言在浏览器中自动执行 Selenium 测试。

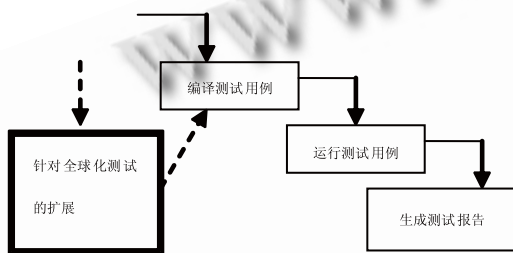


图 2 基本测试运行流程和针对全球化测试扩展的添加

如图 2 所示,针对 Selenium 工具的对全球化回归测试支持的不足,通过对测试脚本结构的设计,以及在 Selenium RC 封装的 Java 工具包中添加对环境设置的选择和参数文件的处理等改进,从而实现针对全球化测试的扩展任务。

3 结论

伴随渐进式或迭代式的面向对象开发技术不断发展的同时,回归测试的研究也需要更多重视。本文论述了回归测试概念、分类和现状。针对回归测试,分析了 selenium-java 开源工具在回归测试方面的缺陷和不足,研究并实现适应回归测试的自动化测试方案,并给出详细的实现方法。本文提出的已经应用于某公司的 web 产品的国际化测试中,并取得很好的效果。当然,回归测试涉及的问题还有很多需要继续深入研究,例如重量级回归测试框架的研究和全面的回归测试平台的研究等。

参考文献

- 1 Pressman RS. 软件工程--实践者的研究方法. 北京:机械工业出版社,1999.
- 2 李刚毅,金蓓红. 自动化回归测试的技术与实现. 计算机应用研究,2006,30(3):100-103.
- 3 Selenium. <http://wiki.javascud.org/display/SEL/Home>, 2002.

(上接第 128 页)

- 的移动终端设计与实现. 计算机应用与软件,2010,27(3).
- 4 陈科,刘宁,冯继宏,等. 基于 Socket 和多线程的远程医疗数据传输系统设计. 北京生物医学工程,2010,29(4).
- 5 杨立才,刘乃智,王德伟. 基于 SIP 的社区医疗网络系统设计. 现代电子技术,2008,31(8).
- 6 胡学芹. 远程会诊系统中实时通信子系统的设计与研究[学位论文]. 杭州:浙江大学,2007.
- 7 陈章样,郝继飞,张道明. 基于 Windows CE 的便携式心电监护系统. 工业控制计算机,2007,20(11):31-32.
- 8 Cabral JE, Kim Y. Multimedia systems for telemedicine and their communications requirements. IEEE Commun. Mag, 1996: 20-27.

- 9 熊利祥,吕锋. 基于 JMF 的远程视频监控系统的研究. 中国科技论文在线精品论文,2009,2(18):1-6.
- 10 孙一林,彭波. Java 网络编程实例. 北京:清华大学出版社,2003.219-277.
- 11 何详,吴庆宪. 基于 CS 与 BS 模式的远程控制实验系统. 电光与控制,2005,12.
- 12 朱晓蕾,于达夫. 基于客户/服务器模式的远程控制系统. 计算机工程与设计,2004,25(5):796-799.
- 13 Downing TB. Java RMI: Remote Method Invocation. IDG Books Worldwide, New York, 1998.
- 14 Weaver AC. Secure sockets layer. Computer, 2006, 39(4): 88-90.