

基于 GAE 云计算的区域移动医疗服务平台^①

吕美丹, 祝锡永, 傅 慧, 陆忠芳

(浙江理工大学 管理科学与工程系, 杭州 310018)

摘 要: 针对医疗信息化与互联网应用现状, 提出面向区域移动医疗网络服务平台概念. 在分析移动医疗及其发展现状、云计算及其关键技术和 Android 平台应用开发模式的基础上, 首先提出基于云计算的移动医疗服务平台整体架构, 并分别从信息资源提供层、云计算平台层、医疗服务层和移动应用层等四个方面进行阐述; 然后在研究 Google App Engine 云服务平台的基础上, 对基于 GAE 的移动医疗服务平台的服务器端与客户端技术、数据模型等关键技术进行详细描述; 最后给出基于 GAE 的移动医疗服务平台的系统实现, 分别从平台服务器端和移动客户端两方面进行描述, 其中客户端实现基于 Android 移动操作系统, 为普通用户提供专家门诊信息、医药用品信息及其他功能.

关键词: 移动医疗; 云计算; Google App Engine; Android

Regional Mobile Health Service Platform Based on Google App Engine

LV Mei-Dan, ZHU Xi-Yong, FU Hui, LU Zhong-Fang

(Department of Management Sciences and Engineering, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: With current information technologies and Internet applications, the concept of regional mobile medical service network is proposed. Based upon the review of current researches on the mobile health service, cloud computing, and Android, the overall architecture of a mobile health service platform is presented, its key structure, including computing layer, medical service layer, and mobile application layer, is also discussed; Then, key technologies of the platform, including the principals of the Google App Engine, programming environments in client and server side, and data storage interface between GAE and the platform, are described in detail; Finally, the implementation of the platform is presented both from the mobile terminal and the server side perspectives, with a full demonstration of the client side functions based on Android, such as the display of medical expert information and medical supplies.

Key words: mobile health; cloud computing; Google App Engine; Android

1 引言

我国许多地区的医疗卫生服务与设施还相对比较落后, 普遍存在看病难和医疗保健信息缺乏等问题. 如何将一些先进城市的医疗服务资源以及健康保健信息发挥更大的区域性效用, 将是一个非常值得研究和探讨的问题.

随着移动通信技术的迅猛发展, 移动医疗^[1](Mobile Health, 也称 MHealth)已开始成为学术界和医疗行业的一个热门话题. 移动医疗旨在通过使用移动通信技术与设备, 以电子医疗应用形式给人们提供所需的医疗信息

管理和医疗事务处理, 其最大特点是提供随时随地的、普适的医疗服务(Pervasive Healthcare)^[2]. 随着移动智能终端和全球性移动通信网络的普及与覆盖, 移动电话为支持面向区域医疗服务提供了坚实的技术基础, 可作为一个有效的服务工具来实现医疗保健信息的实时交付、访问和存储.

目前, 国外学术界在移动医疗领域的研究主要集中在个人健康监测、家庭健康档案、医患交互关系、患者辅导等方面. 如 Tang 等建立了一个远程医疗家庭护理管理系统, 通过传输多媒体信息服务实现长期和

^① 基金项目:国家自然科学基金(71271192);浙江省自然科学基金(Y6110332)

收稿时间:2013-01-18;收到修改稿时间:2013-03-04

可持续健康监测^[3]. Shahriyar 等建立了智能移动医疗监测系统(IMHMS), 通过部署的传感器收集生物和环境数据, 并借助移动设备给病人提供医疗反馈^[4].

国内在移动医疗领域的研究主要包括移动医疗信息系统、移动远程医疗、移动医疗监护系统等. 王彩峰等提出了一种无线移动医疗监护系统, 该系统通过蓝牙技术在短距离内进行数据的无线传输, 并以短信息方式实现远程监控^[5]. 孔华明等阐述了利用戴明循环方法进行移动应用的医疗信息系统构建, 同时设计实现了能对整个医疗过程进行管理的移动医疗信息系统^[6]. 同时一些通信行业巨头、网络服务提供商以及 IT 厂商开始相继推出移动医疗健康在线平台.

然而, 目前研究和应用主要围绕医疗事务处理, 包括医疗数据采集、远程医疗服务、移动查房等, 大多以提高医务人员医务作业效率为主, 而针对个人健康跟踪、电子健康记录管理以及健康信息推送等方面的应用还很少. 同时, 基于移动设备的医疗保健服务在实现技术上还面临一些挑战, 如移动设备的安全性、权限控制以及计算能力和存储能力的局限性等.

云计算(Cloud Computing)能通过网络获得各种基础设施的计算能力和存储能力并积极响应不断变化中的需求, 在降低终端设备要求的同时, 获得多个节点上的计算能力和可扩展的数据存储能力. 将医疗保健服务部署到云环境中, 可满足医疗保健应用中存储与管理用户数据和即时响应用户请求等多方面的需要, 同时也能大大降低对移动设备的依赖^[7].

针对以上问题, 本文提出一个基于云计算的区域移动医疗服务平台. 该平台将中小型医疗服务机构与区域医疗服务站点及患者连接在一起, 提供个人健康管理以及医疗保健信息推送等服务, 在一定程度上实现 MHealth 技术和模式模式的创新.

2 MHealth平台的总体架构

基于云计算的移动医疗服务平台(MHealth 平台)总体架构由信息资源提供层、云计算平台层、医疗服务层和手机端应用层等 4 层组成(如图 1 所示). 医疗信息资源主要来源于诸如专科医院、私人诊所、中医门诊部及各类药房等区域内中小型医疗服务机构. 医疗服务层构建在云计算环境中, 充分利用其高数据处理能力和存储能力, 而移动终端只需通过网络与云端保持通信, 发送服务请求并获取信息.

在该架构中, 与医疗健康相关的用户信息、医药用品信息、健康知识信息等可以存储到云计算平台层中的基础设施中, 并由云安全机制进行备份, 确保数据的可恢复性, 手机等移动客户端主要负责与医疗服务层进行信息通信, 并不执行实际的计算处理, 更多地表现为呈现数据及服务的用户界面.

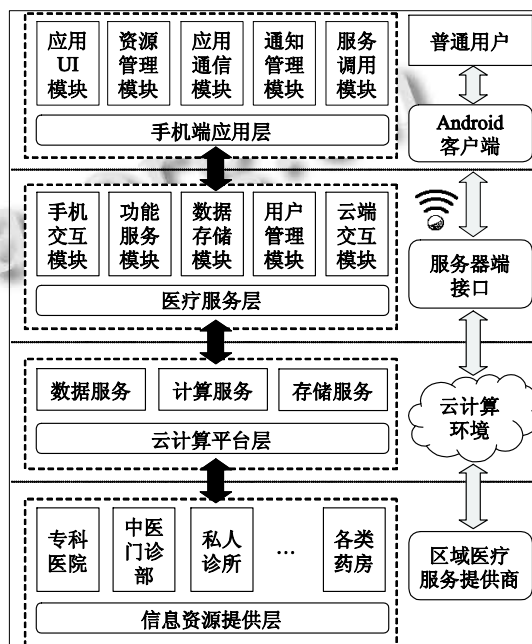


图 1 MHealth 平台总体架构

应用层与服务器端通信包括获取服务器端响应数据和向服务器端发出请求数据. 面向 Android 平台的网络通信方式有多种, 如 HTTP 通信、SOCKET 通信以及 Web 服务等. 主要通信接口有 java.net.*(标准 Java 接口)、Org.apache 接口(Apache 接口)和 Android.net.*(Android 网络接口)^[8]. MHealth 的客户端应用与服务器端通信采用基于 http 协议的网络通信方式, 主要接口有标准的 java 接口(HttpURLConnection 接口)以及 Apache 的 HttpClient 接口等.

3 MHealth平台关键技术

3.1 云端平台技术

目前典型 PaaS(Platform as a Service, 平台租赁服务)模式的云计算平台包括 Microsoft Azure、Google App Engine(GAE)以及 Amazon EC2 等^[9]. 本文选取 Google 云计算平台作为医疗服务平台的云端依托, 构建基于 GAE 的移动医疗服务平台, 并选择开源的

Android 移动操作系统开发客户端应用。

GAE 可以提供分布式软件开发、测试和部署环境, 目前支持 Java 和 Python 语言. 开发人员可以使用其 API 实现互联网应用, 而无需考虑网络带宽、主机和存储空间等. 该平台的主要特点包括: ①资源动态可扩展、丰富的 API、Sandbox 应用程序安全保证机制、SDK、GQL 查询语言等; ②可为每个账户免费提供一定大小的持久存储空间, 并支持每月数百万网页浏览量的带宽和处理能力; ③可为用户的每个应用提供基于 appspot.com 上的域名.

GAE 的基本架构主要由 4 个部分组成: 前端和静态文件、应用服务器、服务器群以及应用管理节点. 前端主要负责负载均衡以及将网络请求转发给应用服务器, 对于静态文件(图片、css 和 js 文件等), 前端会将请求转发给静态文件服务器(负责静态文件存储和传送). 应用服务器能在多个应用的运行时处理接收到的请求, 并根据请求内容来调度 Datastore 和服务群^[10]. 服务器群则提供可以在应用服务器上调用的一些服务, 主要有 Users、Images、URL 抓取和任务队列等. 应用管理节点负责应用的启用、计费管理等任务.

3.2 MHealth 平台技术架构

MHealth 平台的技术架构基于 B/S(服务器端/客户端)模式, 如图 2 所示. 整个应用系统部署在 GAE 云计算平台上, 应用系统所有的资源文件、代码文件分布式存储于其内部基础设施上. 该平台提供应用系统运行的 Web 服务以及基于其分布式数据存储系统 BigTable 的 Datastore 数据存储区来保存数据对象.

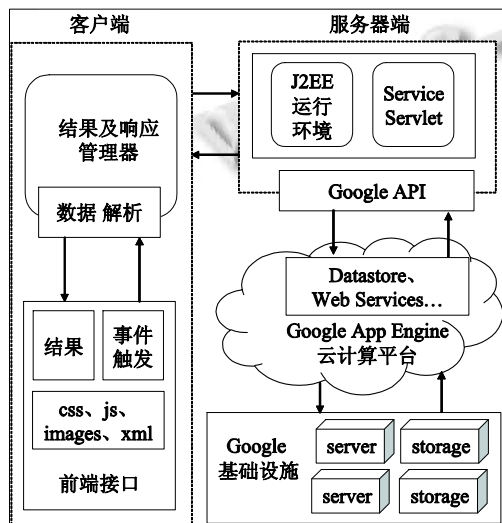


图 2 MHealth 平台技术架构

应用系统选用 GAE 支持的 JAVA 语言, 通过调用 Google 的 API 实现基本的数据操作或其他服务(如邮件、Users 服务等). 服务器端的 Servlet 接收和响应客户端的请求, 经数据存储区接口实现数据读写操作, 并将数据结果集作为响应返回给客户端. 客户端通过请求和响应处理器, 一方面监测用户触发的事件, 获取用户输入数据并发出相应的服务请求; 另一方面接受服务请求结果并进行数据解析, 最终将数据与前端文件合并呈现给用户.

3.3 MHealth 平台与云端的数据存储接口

医疗服务平台与云计算平台之间主要的通信内容为数据的存储与访问, 而数据存储接口不仅实现了将医疗服务平台运行产生的数据持久化到云计算中的存储介质上, 还实现了基本的数据操作功能, 包括数据存储、删除、更新及批量事务处理等. 对于 GAE 平台, 其 Java SDK 主要支持两种数据访问接口, Java 持久化 API(JPA)和 Java 数据对象(JDO), 两者的具体实现是构建在数据存储区(datastore)的低级 API 上的. 本文采用 JPA 数据访问接口, 其数据访问的步骤如下: ①配置文件设置; ②EntityManagerFactory 加载配置文件, 生成实体管理工厂实例; ③通过实体管理工厂实例创建一个 EntityManager 实例; ④通过调用实体管理器实例的方法处理数据对象或执行事务, 包括保存、删除、查询等基本操作; ⑤关闭实体管理器. 上述过程可用图 3 表示.

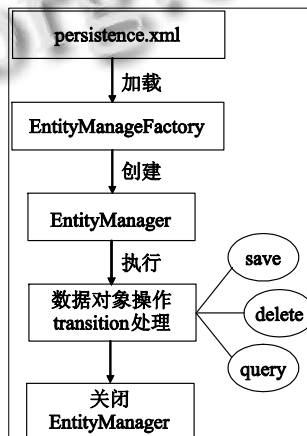


图 3 JPA 实现数据访问的步骤

3.4 实体设计

GAE 的数据存储区可以理解为一个对象数据库, 每个对象即为一个实体. 实体的唯一标识是键, 每

个键包括了应用程序 ID(用于防止应用程序之间的实体冲突)、类别(kind, 用于对实体进行分类)、实体 ID(可由应用程序指定或数据存储区指定). 实体的数据存储存储在属性中, 一个属性可以有多个不同类型的值.

在 JPA 中, 以数据类作为存储一个数据的单位, 也常被定义为简单 Java 对象, 通过标注(annotation)设置需要被持久化到数据存储区的内容. 以医疗服务提供商数据类为例, 一个 JPA 数据类可以描述如下:

```
@Entity(name = "HServiceProvider")
public class Servicer {
    @Id
    @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)
    private Long id;
    @Basic
    private String accountname;
    @Basic
    private String password;
    @Basic
    private String nickname;
    @Basic
    private Date createdate;
    @OneToOne(cascade = CascadeType.All)
    private ServicerDetail sdetail;
    //-
}
```

在上述数据类中, 通过@Entity 标注来表示该类是需要保存到数据存储区的, 同时 name 参数指定该类对象的名称, 默认为类名. 在同一个应用程序中, 数据类的 name 值必须唯一, 该类的成员中, accountname、password、nickname、createtime 将作为数据存储区实体的属性进行保存. @Basic 标注指明了需要保存的属性, 对于 Java 的标准数据类型, JPA 默认会进行保存. 另外, id 属性用@Id 标注指明其是一个主键成员, 而且通过@GeneratedValue 标注指定其值由数据存储区分配唯一的数字 ID. 对于 sdetail 成员, 其类型为自定义的另一个数据类 ServicerDetail, 故用@OneToOne 标注表明两个数据类的一对一关系. 在持久化 Servicer 数据类时会自动持久化 ServicerDetail 类.

4 MHealth平台的实现

4.1 GAE 应用部署

本地开发测试完成的应用程序部署到 GAE 平台的步骤主要如下:

① 创建一个应用程序: 通过 Google 账号登录到 GAE 平台并访问如下链接: <https://appengine.google.com/start/createapp>, 设置该应用的 ID 和标题. 每个账户最多能创建 10 个应用程序, 该应用的 ID 也是其域名.

② 配置本地应用信息: 对于开发完成的本地应用, 在 Eclipse 中点击 Google 插件中的 Deploy Project to Google App Engine 按钮, 在弹出框中可通过点击 App Engine project setting 弹出的设置窗口或者直接编辑 appengine-web.xml 对应用程序的 ID 和版本等信息进行设置. 设置完成后, 点击 Deploy, 开发套件即会自动将应用的文件上传并部署至 GAE 平台.

③ 通过 ID 域名在线访问应用: 部署完成后, 即可通过第一步中申请到的域名访问应用程序, 如本应用的在线访问地址为 <http://m-health.appspot.com/>.

④ 通过 dashboard 对应用进行监测: GAE 提供一个管理平台, 供开发者监测自己发布的应用, 包括数据管理、应用版本管理、浏览情况等.

4.2 MHealth 服务器端实现

面向医疗服务提供商的 Web 平台的技术实现为前后端相结合的方式, 前端部分通过 CSS 控制表现, Html 和 JSP 控制结构, Javascript(采用 JQuery 框架)控制前端逻辑, 后端部分由 Servlet 实现业务流程, JPA 实现数据模型. 服务器端程序的主要功能模块包括账号管理、医疗服务提供商(专科医院、私人诊所、中医门诊部和药房等)管理、医疗活动管理、医药用品管理、医疗信息挖掘和消息管理、统计报表等.

4.3 客户端实现展示

客户端以 Android 2.2 作为移动医疗服务客户端的开发平台, 在 Android SDK 下使用 Java 作为编程语言进行应用程序开发, 采用 MVC 设计模式, 以保证系统的松耦合, 并提高可维护性和代码的重用性.

MHealth 客户端实现效果如图 4 所示, 包括主功能界面及注册界面、医疗服务提供商列表及医疗活动医疗活动介绍界面、医药用品列表及详细介绍页、日常提醒功能及设置界面.



图 4 Android OS 下 MHealth 客户端实现

5 结语

本文分析了移动医疗的发展现状及存在的问题,提出了基于云计算的移动医疗服务平台框架,并在此基础上选用 GAE 云平台来构建医疗应用,设计实现了基于 Android 操作系统上的移动应用. 该平台能有效发挥云计算技术的优势,实现医疗数据的分布式存储和高效处理,同时作为一个手机应用,能满足用户随时随地获取医疗信息、进行医疗保健事务处理. 本文提出的移动医疗服务平台不限于特定区域,具有广阔的应用前景. 为将云计算技术和移动通信技术更好地服务于用户,未来除了完善医疗服务平台的相关功能,将进一步向用户推送云医疗保健信息以及个人健康监管服务,不断发展成医疗保健领域的综合性服务平台.

参考文献

- 1 Nkosi MT, Mekuria F. Cloud Computing for Enhanced Mobile Health Applications. 2nd IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science (2010-11-30~ 2010-12-3, Indiana University-University Place Hotel and Conference C Indianapolis, IN, USA, <http://hdl.handle.net/10204/4767>), 2010: 1-5.
- 2 Varshney U. Pervasive Healthcare. IEEE Computer Magazine, 2003,36(12):138-140.
- 3 Tang WT, Hu CM, Hsu CY. A Mobile Phone Based Homecare Management System on The Cloud. Bio-medical Engineering and Informatics(BMEI),2010 3rd,2010 (6):2442-2445.
- 4 Shahriyar R, Bari MF, Kundu G, Ahamed SI, Akbar MM. Intelligent Mobile Health Monitoring System (IMHMS). International Journal of Control and Automation, 2010, 2(3):13.
- 5 王彩峰,刘知贵,彭桂力,李婧.基于蓝牙技术的移动医疗监护系统研究.电视技术,2007,5:91-92.
- 6 孔华明,周天舒,李劲松,罗晶,翁盛鑫,王宏.基于戴明循环的移动医疗信息系统设计与实现.中国信息界:e 医疗,2010,12: 15-18.
- 7 胡新平,张志美,董建成.基于云计算理念与技术的医疗信息化.医学信息学杂志,2010,31(3):6-9.
- 8 范怀宇.Android 开发精要.北京:机械工业出版社,2012.
- 9 刘军,马文丽,姚文娟,郑文岭.基于 GPRS 远程医疗系统的移动终端设计与实现.计算机应用与软件,2010,27(3):9-12.
- 10 唐学韬,何继业.GAE 编程指南.北京:机械工业出版社, 2011.