

基于 IOS 移动终端的协同绘图系统^①

王吉武¹, 韩大辉², 赵金剑¹, 安毅生¹

¹(长安大学 信息工程学院, 西安 710064)

²(广联达软件股份有限公司, 西安 710064)

摘要: 为了增加不同用户绘图的互动性和协作性, 基于 IOS 移动终端通过采用移动 CSCW 的方法, 设计和实现了一个协同绘图系统. 该系统采用了 C/S 服务模式, 通过对移动 CSCW 的协同控制等技术进行研究, 实现了移动终端和服务器之间的信息交互. 同时, 结合用户单手绘图的需求, 充分利用智能设备中陀螺仪、加速计等传感器的特性, 设计了以图元笔画为单元的绘图方案. 在真机上进行了调试, 程序运行流畅, 达到了设计目标.

关键词: 协同绘图; IOS 移动终端; 移动 CSCW; 协同控制; 陀螺仪

Collaborative Drawing System Based on Mobile Terminal with IOS

WANG Ji-Wu¹, HAN Da-Hui², ZHAO Jin-Jian¹, AN Yi-Sheng¹

¹(School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

²(Glodon Software Company Limited, Xi'an 710064, China)

Abstract: In order to increase the drawing interaction and collaboration between the users, a collaborative drawing system based on mobile CSCW method on Mobile Terminal with IOS is designed and realized, which adopts the C/S model. Through analyze the coordinated control technology, the system realizes the information communication between mobile terminal and server. At the same time, with the demand of user single hand drawing, in order to make full use of gyroscope and accelerometer sensors, it designs a scheme with Primitive as a unit. Finally, the system is tested in IOS platform, and it is indicated from the result that the system runs smoothly and can achieve the design target.

Key words: collaborative drawing system; IOS mobile terminal; mobile CSCW; coordinated control; gyroscope

近年来, 互联网的高速发展、无线网络通信技术的不断提升, 促使移动智能终端成为人们生活、学习、工作的综合性平台. 传统的 CSCW(Computer Supported Cooperative Work)已经无法满足人们的需求, 开始向移动 CSCW 转变. 如何使用更有效的方法支持群组成员之间的协作, 以及群组间协作紧密程度的研究, 一直以来是研究人员所面对的重要挑战^[1]. 早在 1993 年 XeroxPARC 的研究人员就开始试验便携式移动终端之间通过无线网络进行通信和交互, 并依靠此技术尝试多人在办公环境下的协同合作的可能性^[2,3]. 文献[4]中设计了一个移动协同计划助手(MCPA)系统, 它通过无线网络以及协同服务器, 将移动群组内的成员联系起来, 进行信息交互. 文献[5]中实现了一个基

于移动 CSCW 的仓库管理系统, 它通过无线网络将协同服务器、数据协作服务器以及群组内的各个协作成员联系起来, 进行进库、出库以及存储的协同管理. 上述研究表明, CSCW 和 Mobile Computing 有相互融合的趋势, 两者的融合促使移动 CSCW 逐渐取代传统 CSCW^[6].

目前, 协同绘图在传统 CSCW 方面已经有了相关的案例, 主要出现在多媒体教学、远程教育、网络会议等方面^[7], 但是在 IOS 移动终端采用移动 CSCW 的方法的相关软件仍然相对较少. 因此本文基于 IOS 移动终端设计了一个协同绘图系统, 该系统充分利用了移动 CSCW 的关键技术, 使移动终端不受地理位置的约束, 异地的用户可以随时随地进行信息交互, 服务

① 收稿时间:2015-12-11;收到修改稿时间:2016-01-11 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005275]

器能够实时地同步移动端的信息。

1 协同绘图系统结构

1.1 移动 CSCW 的介绍

移动 CSCW 概念的提出主要是针对传统 CSCW 而言, 它不受固定位置的约束, 依靠网络和移动终端的支持来实现远程的协同工作。虽然群组成员所处的地理位置可能不断变化, 但是他们的工作彼此之间都是有有效的, 是对其他成员产生积极作用的^[8]。

移动 CSCW 具有很多优点^[9]: (1)能够根据当前网络状态做出自适应调整, 在各种网络状态下都能提供相应的处理策略; (2)为群组成员之间提供相互感知的信息, 彼此之间可以相互了解对方的工作状态从而达到协调分工的目的; (3)在受限的资源中群组成员能够协同处理和存储数据; (4)不受地理位置的限制, 不管在同步还是异步工作模式下都能提供协同合作的能力; (5)能够提供给用户在网络临时中断情况下的应急处理机制(6)能够为群组提供友好的用户界面体验, 在功能实现的基础上增强用户的协作认知。

1.2 协同绘图系统的结构设计

本文设计的协同绘图系统可以分为以下部分, 如图 1 所示:

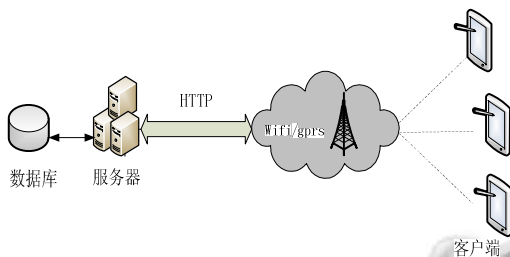


图 1 协同绘图系统结构

(1) 客户端: 本系统以 IOS 设备为客户端, 每个客户端通过无线网络与服务器连接并进行数据交互, 客户端与客户端彼此之间是透明的, 这样可以降低每个客户端的负担^[10]。客户端移动设备(如手机、平板电脑等)利用移动网络(如 GPRS、WIFI 等)通过 http 协议与服务器连接^[11]。客户端具有良好的用户界面, 并且提供一种可靠、高质量的数据传输机制, 使得数据不丢失, 并且支持同步和异步的传输方式, 保证数据传输的安全性。客户端的主要任务是进行绘图, 当绘图完成时通过网络发送给服务器, 同时接收服务器同步过

来的其他用户的数据。

(2) 网络: 网络是连接客户端和服务器的通道, 本系统可以通过 wifi 或者 gprs 进行通信。给定服务器一个 IP 地址和网络端口号, 客户端连通网络后, 就可以通过访问服务器的 IP 地址和端口号进行通信。

(3) 服务器: 服务器模型主要分为系统平台和事件处理模块, 系统平台主要是提供底层的基本服务, 如网络接口功能。事件处理模块主要负责对客户端的请求。服务器一直处于监听状态, 当收到客户端的请求时, 首先进行数据分析, 解析结果分为: 登录请求、注册请求、创建房间请求、获取房间列表请求、获取在线好友列表请求、绘图操作。服务器根据请求类型向客户端返回相应的结果。

(4) 数据库: 本系统采用了 MySQL 数据库, 存放有用户信息表、房间分组信息表、绘图操作表。用户信息表和房间分组信息表是用户注册时生成的, 绘图操作信息是在用户创建绘图房间的过程中动态生成的。当客户端向服务器发送请求时, 服务器可以自动的访问这些数据。

2 协同绘图系统的设计

2.1 系统功能

协同绘图系统的基本功能是绘图, 特色是可以协同合作, 主要是应用在远程教育和同步会议当中, 所以在功能模块上主要是分为客户端和服务器两个方面。客户端的功能包括(1)用户的注册、登录、退出、角色分配; (2)当用户登录成功后, 创建新的绘图房间或者选择进入已有的房间; (3)用户进行绘图操作, 充分利用设备自带的加速计等传感器绘制基本图元并对所绘制图元进行平移、旋转、缩放等操作; (4)用户之间数据的相互同步。服务器端的功能包括(1)解析并处理客户端发送的请求, 给客户端返回一个结果; (2)对数据库中的数据进行修改(数据库的增、删、改); (3)控制多线程的产生和销毁, 并协调线程调度以防止在协同工作过程中多线程对于共享资源的抢占而造成程序的紊乱。

2.2 关键技术研究

2.2.1 客户端与服务器的协同控制

协同绘图系统的用户都是动态加入群组, 在这个过程中, 每一位用户在绘图界面上的操作都会被保存到服务器的数据库当中。当有新用户加入到群组时, 系统会自动向服务器请求数据, 通过数据的下载和屏幕显示,

实现新用户绘图界面与其他用户绘图界面的一致。

(1) 新用户绘图界面同步过程的时序图如图 2 所示。

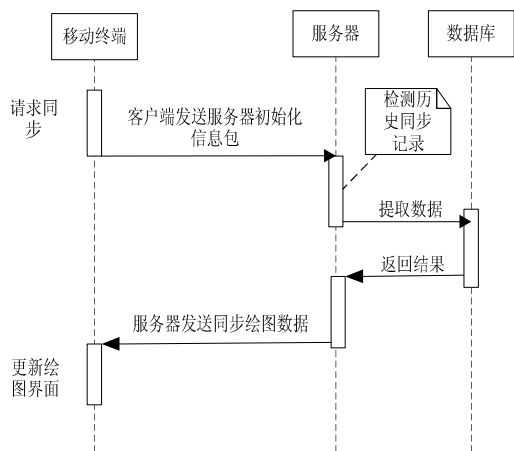


图 2 新用户绘图板数据同步时序图

IOS 移动终端执行过程:

step1: 创建一个 ASIFormDataRequest 类的对象 r, 然后用 setPostValue:forKey: 方法为对象 r 赋值;

step2: 用 setRequestMethod: 方法设置对象 r 的数据接收方式;

step3: 用 setDidFinishSelector: 方法为 request 设置自定义的回调处理方法;

step4: 用 addOperation: 方法将 ASIHTTPRequest 添加到 NSOperationQueue 中。

服务器端的执行过程:

step1: 判断是否为 POST 请求方式;

step2: 若是 POST 请求方式, 则读取数据, 若不是, 则退出;

step3: 调用连接数据库类, 析构函数调用连接数据库函数;

step4: 向数据库提取数据, 结果放入 \$selectResult, 并以 Json 格式发回客户端。

(2) 当系统检测到用户网络故障中断时, 将停止数据的发送和接收, 而是进行本地数据的存储。具体处理流程如图 3 所示。

当客户端程序需要通过网络向服务器发送请求时, 它会首先检测设备当前的网络连接状态, 以判断是否符合远程通信的基本条件。程序会不断监听移动设备网络状态的变化, 如果通信发生中断, 程序会及时提醒用户并做出应急处理。在协同绘图系统中主要是使用 Reachability 类来实现网络的检测, 执行过程如下:

step1: 用 reachabilityWithHostName: 方法创建访问指定站点的 Reachability 对象 reach;

step2: 调用 startNotifier: 方法使 Reachability 对象 reach 开启被监听状态;

step3: 当监听到通信中断时, 调用 reachability Changed: 方法, 把绘图数据保存到本地。

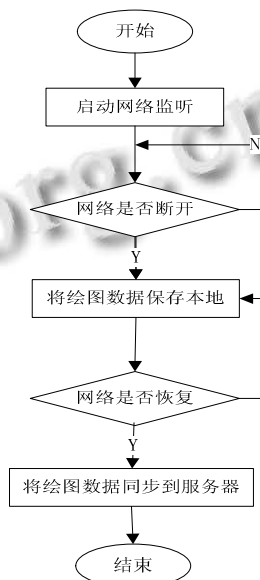


图 3 网络中断处理流程图

2.2.2 客户端与服务器间的并发控制

在程序设计的过程中, 由于系统对多线程的调用, 造成各个线程对临界资源的抢夺, 并发控制是确保能够及时纠正这种错误的一种机制^[12,13]。

(1) 在绘图同步过程中经常会出现这种情况: 移动终端连续收到两个同步操作 A 和 B, 接收顺序为 A 先 B 后, 但是在显示的过程中由于线程调度的不确定性, 先执行 B, 后执行 A, 使 A 绘制的图元覆盖 B 绘制的图元。如图 4 所示。

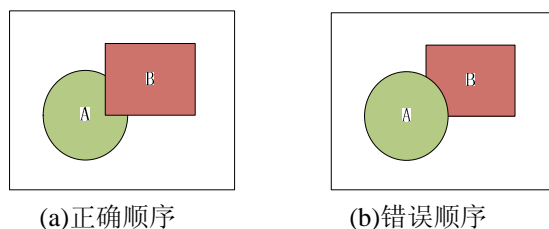


图 4 两个图元显示顺序不一致

在协同绘图系统中为了排除同步顺序不一致问题, 我们选用串行队列来进行任务的执行。具体的实现方法如下:

- step1:创建一个串行队列 serialQueue;
- step2: 将 A 操作放入队列中, 执行同步 A 操作;
- step3: 当 A 操作执行完之后, 再将 B 操作放入队列中, 执行同步 B 操作.

(2) 在多用户操作过程中经常会出现这种情况: 当用户正在绘图板上操作时(例如, 正在绘制一条曲线), 这时由于其他用户也完成一个绘图操作, 服务器将同步的操作发送到用户移动终端, 用户的绘图操作被远程同步操作打断, 影响绘图体验.

针对上述出现的这种冲突, 我们使用同步锁机制^[14]来解决. IOS 中提供了 NSLock, 它通过显示定义同步锁对象来实现同步, 在这种机制下, 同步锁使用 NSLock 对象充当. 当用户在绘图时, 手指触及屏幕时便可以对屏幕控制系统加锁, 使远程同步操作无法进行屏幕刷新从而进入等待状态, 这时手指在屏幕上移动, 绘制出所需的图形, 在绘制完成时, 手指离开屏幕, 系统会将屏幕控制系统资源解锁并进行释放, 此时, 远程同步操作调用屏幕控制系统并进行同步刷新.

2.3 IOS 传感器的应用

用户有时受到某种外界环境的影响, 无法进行双手操作. 为此, 本系统设计的绘图功能模块充分运用 IOS 传感器实现了单手绘图操作.

在绘图界面上有一个复合按钮, 向上、下、左、右四个方向滑动可以进入不同功能按钮组, 如图 5 的 (a)(b)(c)(d)所示. (a)图是绘制基本图元按钮组, 包含绘制直线, 曲线等按钮; (b)(c)图是基本操作按钮组, 包含平移, 旋转, 复制, 撤销等按钮; (d)图是属性按钮组, 包含画布缩放, 摄像取色等按钮.

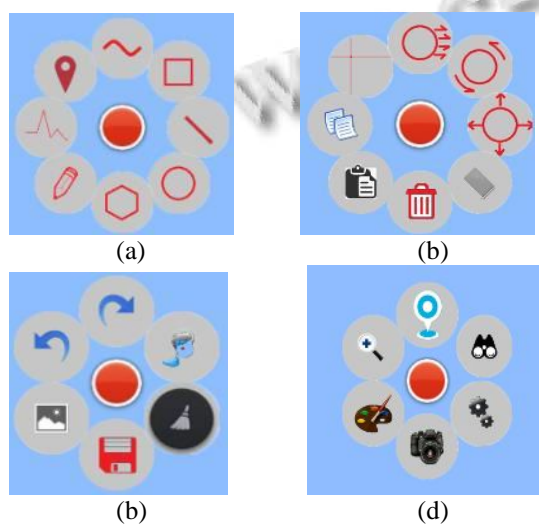


图5 基本操作按钮组

本绘图系统在实现颜色属性的设置时, 使用了一种独特的方式, 除了可以用一般调色板选色以外, 还可以使用手持设备的摄像头, 对选色目标进行拍照精准取色. 当按下摄像取色按钮时, 程序会调用 picker ColorFromCamera:方法进行取色, 然后将取到的值回传给 UIViewController, 然后进行下一步的绘图操作.

在绘图过程中, 充分结合利用 IOS 智能设备中的陀螺仪、加速计等传感器, 使用户可以更加便捷完成交互. 程序中定义了一个结构体变量 CGDeviceData, 结构体中包含了加速计和陀螺仪的值. 例如, 当实现平移变换时, 选中图元然后按住平移按钮, 同时倾斜一定角度设备, 加速计在倾斜的方向上有值, 在 operateAction:Tag:方法中用图元的坐标值加上加速计的值得到图元新的坐标值, 图元就会沿着设备倾斜的方向移动, 从而完成平移功能. 同理, 当旋转设备时, 陀螺仪在旋转的方向上有值, 在 operateAction:Tag:方法中用图元的旋转角加上陀螺仪的值得到图元新的旋转角, 图元就会随着设备的旋转而旋转, 实现旋转功能.

系统还提供了精灵提示的功能, 在用户进行绘图操作过程中, 精灵会实时提示用户当前的操作类型, 在操作结束时提醒用户操作是否会成功.

2.4 客户端模块的设计

协同绘图系统的客户端是基于 MVC 架构开发的, 注册、登录、创建或选择房间、绘图板的 controller 都有相对应的 view 和 model 与之交互. 同时系统应用了大量的 Delegate 模式, 降低了类与类之间的耦合性. 注册模块 MVC 框架图如图 6 所示.

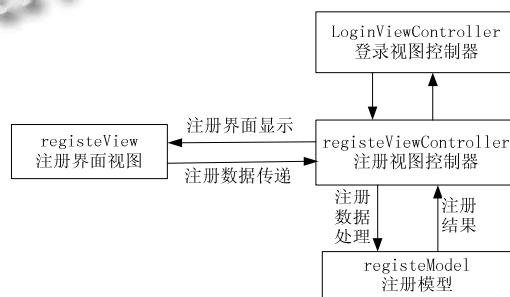


图6 注册模块 MVC 框架图

2.5 服务器端模块的设计

由于本系统采用的 http 作为数据传输协议, 所以服务器端选用了 Apache+PHP+MYSQL 的系统模式. apache 为 PHP 调度和解析的服务器; PHP 负责数据处理和访问数据库的中间组件; MySQL 数据库主要是负

责数据的存储。服务器端的工作原理如图 7 所示。

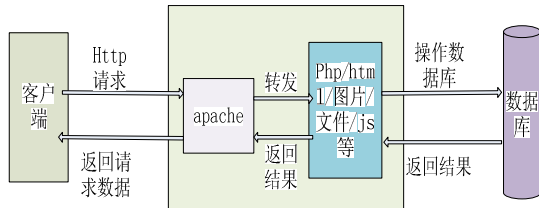


图 7 服务器端的工作原理

2.6 数据库设计

本系统的数据库采用的是 Mysql 数据库，存储了用户信息表，房间信息表和绘图操作表。用户信息包括用户 ID、用户昵称、登录密码、电子邮件、联系电话、注册时间，当前状态。房间信息表包括房间昵称、创建者、创建时间、当前房间内的人数。绘图操作表包括操作 ID、绘图操作类型、移动终端屏幕捕捉的交集，操作记录时间。

3 系统实现

该系统的环境配置如下：

客户端：用户的手持设备是 IOS 移动设备，安装本系统的客户端即可使用；

服务器：运行在 Windows 平台下，可以是任意一台电脑；

数据库：Mysql 安装在 Windows 平台下，和服务器在同一台电脑上。

该系统的运行流程如下：用户进入系统后，出现登录界面，如果已经拥有账号可以直接登录，如果没有账号，点击注册按钮，进行注册；登录之后，服务器会返回一个绘图房间选择界面，可以自己创建房间，也可以根据用户名或房间名选择房间；选择好房间之后，跳转到绘图界面，服务器会把当前房间中的绘图结果同步到绘图板。客户端界面如图 8 所示。



登录界面



注册界面



选择房间界面

绘图界面

图 8 客户端界面

通过实验证明，利用该系统能够实现不同用户之间的协同绘图功能，同时满足了用户绘制基本图元的要求，也解决了单手操作的特殊要求。

4 结语

本文基于 IOS 移动终端，结合移动 CSCW 的相关技术，设计并实现了一个协同绘图系统。该系统是运行在 IOS 移动终端的，用户使用时不受地理位置的限制，打破了传统的协同绘图系统必须在有线网络环境才能使用。该系统非常适用于目前火热的远程教育和网络会议中，可以让不同的人在自己的移动终端绘图，然后共享给协同绘图的其他用户，把不同的想法汇集到一起，提高创新的同时增添了乐趣。本文实现了初步的功能，进一步的工作是从用户体验的角度进行完善。

参考文献

- 袁静, 维峰, 郝昂, 赵蓉. CSCW 系统中协同感知的研究. 计算机应用与软件, 2008, 25(8): 207-208.
- Yin H, Hu GX, Li XL. Development and evaluation of a distance learning system based on CSCW. Wuhan University Journal of Natural. Science, 2001, 6(2): 491-494.
- Yong W, Li WD. Security analysis of participants CSCW service systems functional features for Shanghai Expo 2010. Proc. of the 2010 International Conference on Computer Application and System Modeling. IEEE. 2010. 433-436.
- 顾冉, 顾毓清. 一种基于移动 CSCW 的系统模型. 计算机科学, 2004, 31(8): 83-85.
- 薛胜军, 石树龙. Mobile CSCW 技术在 MIS 中的研究和应用. 现代计算机(专业版), 2007, 10: 96-98.

- 6 Wang HB. Research on the construction of the CSCW system model and architecture. Proc. of the 2012 IEEE Symposium on Robotics and Applications. IEEE. 2012. 536–539.
- 7 陶慧贤,杨雪,孙明.交互式无线定位电子白板及其在教育中的应用.中国现代教育装备,2006,3:19–22.
- 8 卢宏基,付瑞峰,谈冉.基于移动协同的智能客户端研究.武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2007,31(4):723–725.
- 9 付瑞峰.基于智能客户端的移动协同研究[硕士学位论文].武汉:武汉理工大学,2007.
- 10 雷雪.基于 C/S 模式的远程监控系统设计与实现[硕士学位论文].北京:北京邮电大学,2011.
- 11 刘红梅.基于 C/S 和 B/S 体系结构应用系统的开发方法.计算机与现代化,2007,11:52–54.
- 12 Li JJ, Tang QL, Zong KL. Computer supported cooperative work in software engineering. Computer Software and Applications Conference, 2004, 6: 328–340.
- 13 Omar MA, Haron F. Adaptive data consistency management in collaborative editing environment. Information and Communication Technologies, 2004, 10: 579–580.
- 14 周勋.协同设计并发控制方法研究[硕士学位论文].杭州:浙江大学,2003.