基于Android的实时共享白板的设计与实现

目录

[摘 要： 3](#_Toc483174934)

[Abstract: 4](#_Toc483174935)

[1. 绪论 6](#_Toc483174936)

[1.1. 背景 6](#_Toc483174937)

[1.2. 意义 6](#_Toc483174938)

[1.3. 目标 6](#_Toc483174939)

[1.4. 可行性分析 7](#_Toc483174940)

[1.5. 相关技术说明 7](#_Toc483174941)

[1.6. 软硬件环境 10](#_Toc483174942)

[2. 需求分析 12](#_Toc483174943)

[2.1. 功能需求 12](#_Toc483174944)

[2.2. 性能需求 16](#_Toc483174945)

[2.3. 质量属性 16](#_Toc483174946)

[3. 概要设计 18](#_Toc483174947)

[3.1. 网络结构设计 18](#_Toc483174948)

[3.2. 功能结构设计 19](#_Toc483174949)

[3.3. 数据库设计 20](#_Toc483174950)

[4. 详细设计 24](#_Toc483174951)

[4.1. 模块设计 24](#_Toc483174952)

[4.2. 接口设计 56](#_Toc483174953)

[5. 测试与调试 64](#_Toc483174954)

[结论 65](#_Toc483174955)

[致谢 66](#_Toc483174956)

[【参考文献】 67](#_Toc483174957)

[附录： 67](#_Toc483174958)

摘要：随着社会的飞速发展，人们生活水平大大提高，各种需求越来越复杂，因此各种项目的规模越来越大，项目成员越来越复杂，并且他们很有可能分布在不同地点。因此，提高项目组内成员之间沟通协作的效率成为亟待解决的问题。随着互联网的迅猛发展，人们已习惯于通过智能手机上的软件解决问题，他们需要一款简单、便捷、高效的软件来解决上述沟通问题，而众所周知，图文结合的沟通相比纯文字更加直观，也更加高效。基于此，本文研究了实现画板的方法和Android实时通信的技术，发现HTML5的Canvas可以方便地实现画板、HTML5的WebSocket协议可用于实时通信并效率很高、Android的WebView和JavaScript可以轻松地互相调用，据此设计并实现了一个基于Android的实时共享白板。

关键词：Android、实时、WebSocket、Canvas 、WebView

Abstract: With the rapid development of society, people's living standards have been greatly improved and the demand is more and more complex, so the scale of various projects is getting bigger and bigger, the project members are more and more complex, and they are likely to be distributed in different locations. Therefore, improving the efficiency of communication between members of the project team becomes an urgent problem to be solved. With the rapid development of the Internet, people have been accustomed to solve the problem through the software on the smart phone, and now they need a simple, convenient and efficient software to solve the above communication problem, as we all known, graphic communication compared to pure text is more intuitive and more efficient. Based on this, this paper studied the realization of the drawing board and Android real-time communication technology, found that HTML5 Canvas can easily achieve the drawing board, HTML5 WebSocket protocol can be used for real-time communication and it is efficient, and Android WebView and JavaScript can call each other easily, and according to this, design and implement a real-time sharing whiteboard based on Android.

Keywords: Android、real-time、WebSocket、Canvas 、WebView

1. 绪论
   1. 课题的提出与意义

随着我国普遍进入互联网时代，“互联网+”已经深入到国民工作生活的方方面面，人们逐渐习惯使用智能手机上的APP解决问题，譬如购物软件、外卖订餐软件、同城租房软件、打车软件等。随后，基于互联网，出现了另一个概念“共享经济”，指的是一种共用人力与资源的社会运作方式，它包括不同个人与组织对商品和服务的创造、生成、分配、交易、和消费的共享，源于“共享经济”的应用也比比皆是，譬如Uber、摩拜单车等。互联网以其“连接万物”的能力，高效地传递信息，同时结合分布式计算，可以带来超大的计算能力；“共享”很好地解决了社会资源不足的问题，提高了社会的整体资源利用率。这两点在某种程度上揭示了人们的需求，更简单快捷地解决以往需要现场沟通并支付资源独享费用的问题。

与此同时，人们生活工作中的要求和期望越来越高，例如，公司规模在变大，经常有多个公司并分布在不同的地方，项目的复杂度也在不断提升，项目组成员也随之不断增多。如此一来，沟通变得越来越重要，但也越来越难，尤其是跨地区沟通的效率低而成本高。如何解决这个问题? 网络给出了答案，因为高速网络联通了你我，使得我们可以跨越地理相隔实现交互，而传统的即时通讯工具一般局限于富文本聊天，交互性不足，难以保证沟通的简单高效。而基于Android的实时共享白板希望通过创建一块虚拟会议空间，多人连入并共享这块空间，在里面可以通过绘画、文字、声音等方式实现信息的交互共享，从而简单快捷地解决团队沟通问题。

* 1. 课题的研究背景

目前，在国内方面，网易云最近开放了多个通信与视频产品的云服务，其中就包括互动白板，提供包括多通道轨迹同步、自定义传输内容、多人白板互动、白板录制、文档转码共享等服务，主要应用于教学白板、涂鸦、“你画我猜”三种场景，但是该服务为收费服务，且费用高昂，月功能费为1000元。

相比国内，国外关于实时共享白板的研究开展的较早，应用也较多。有一款名为SyncPad的软件，可以涂鸦，并且可以多人实时交互，但是它运行在iPad上，并且是收费软件；有一款名为Whiteboard Pro的软件，也是可以涂鸦，可以多人实时交互，并支持蓝牙连接。此外，还有多个网站提供多人协作功能，包括实时共享白板。

由此可以看出，实时共享白板在国内尚未普及，一个简单可行的解决方案尚待提出，一款免费的可以解决团队沟通协作问题的软件仍被期待。

* 1. 开发技术

Java

Java是一种面向对象的编程语言，它和c以及c++比较接近，但是在某些特性上，对前面两种语言进行了简化，譬如不再使用指针、多继承等等；它支持网络应用开发，提供了网络编程接口和相关的类库；它支持多线程，可以通过实现Runnable接口或者继承Thread类并重写run方法来创建一个线程对象；它支持动态载入，可以通过网络远程载入需要的类；它是解释执行的，先通过与平台无关的编译器把源程序.java编译成与平台无关中间码.class，然后根据目标运行系统选择不同平台的解释器，也就是说解释器是平台相关的，用相应的解释器把中间码.class解释成和平台相关的机器码，然后运行，从而实现一次编译到处运行的目标，也就是跨平台，如图1.1。

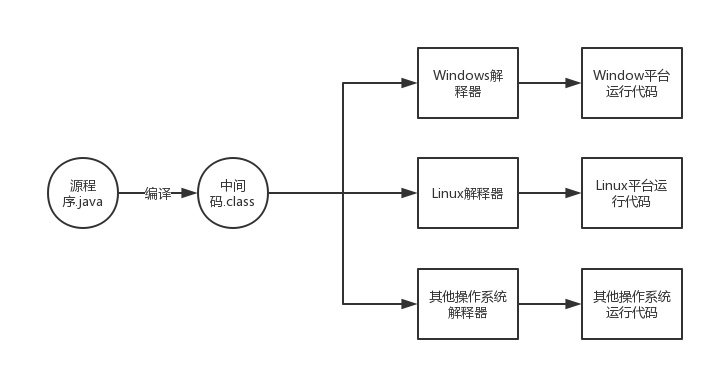


图1.1 Java编译解释过程

PHP

PHP是一种通用脚本语言，主要用于生成动态网页内容、操作服务器上的额文件和数据库、数据加密、用户授权访问等。PHP凭借其开源、免费、易学、服务器兼容性好、跨平台等特性，被称为“世界上最好的语言”。PHP拥有超过150个扩展库，可供开发人员调用，很大程度上提高了开发效率和代码的性能，例如PDO扩展，它提供了PDO类来对数据库进行访问，开发人员使用不同数据库时候调用的函数名是相同的，使得应用层不用去关心具体要连接的数据库服务器的类型，除此之外，相比原生MYSQL，可以有效防御SQL注入攻击。

JavaScript

JavaScript是一种解释型脚本语言，它是弱类型、函数优先的，一般作为开发网页的脚本语言，在其他环境也有使用。随着当前网站开发前后端更严格的分离，JavaScript负责越来越多的业务逻辑检查、处理等工作，而不仅仅是单纯的DOM操作和实现网站特效。

React

React是Facebook研发的JavaScript库，具有易入门、代码易重构、更好支持响应式网页、高性能等特点。React的主要原理包括Virtual DOM、Components、State和Render。其中Virtual DOM就是在真实DOM上面抽象出一个对象，用来表示DOM应该怎么呈现，当需要更新页面的时候，不是直接更新真实DOM，而是更新Virtual DOM，React会等到当前事件循环结束，通过diff算法计算Virual DOM和真实DOM的差别，并计算出最小步数来进行更新，从而提高了性能；Virual DOM的每一个节点就是一个commponent，它的存在使得diff算法更高效；State包含该定义commponents的数据，当数据改变时，它会调用Render进行重新渲染。

WebSocket

WebSocket是HTML5中的一个新的协议，它和HTTP协议基本没关系，HTTP中每个response都对应一个request，也就是只有客户端主动请求服务器才会回复，而不能做到服务器主动推送消息给客户端，基于这个原理的AJAX轮询和polling技术，可以变向实现实时交互，但是性能不佳且代价比较大；而WebSocket只需要客户端一次request，建立持久连接后，服务器便可以主动向该客户端推送任意多次消息，同时较AJAX轮询和polling技术具有更高的效率和性能。WebSocket.org 对传统的轮询方式和 WebSocket 调用方式作过一个详细的测试和比较，将一个简单的 Web 应用分别用轮询方式和 WebSocket 方式来实现，并把测试结果用柱状图进行表示，如图1.2。



图1.2 轮询和WebSocket的性能对比

Gateway Worker

Gateway Worker是一个开源的Socket服务器框架，用PHP编写，该框架采用的是Gateway和Worker进程模型，它支持分布式部署、支持高并发、支持多种应用层、支持代码热更新、支持HVVM协议、提供心跳检测、在Linux服务器上可以做到守护进程化。使用该框架，开发者只需要简单配置并通过实现框架内部Events类的函数，就可以轻松监听WebSocket连接的建立、消息请求、连接断开等事件，并实现消息的单发、群发、广播、定时推送等功能。

* 1. 开发环境

硬件环境

联想Y500笔记本:

CPU Intel Core i5-3230M 2.6GHz

RAM 8G

腾讯云服务器：

CPU 1核

RAM 2G

带宽 2M

测试手机小米4：

CPU: 高通 骁龙801（MSM8974AC）

RAM 3G

软件环境

系统：Windows8.1、Ubuntu14.04、Android 6.0

编译器：AndroidStudio2.2.3、PhpStorm 2016.12

服务器：Apache 2.4.7、GatewayWorker

数据库：MySQL 5.5

数据库可视化工具：MySQLWorkbench 6.3、SQLiteStudio 3.1.1

版本控制工具：Git

FTP传输工具：FileZilla 3.25

* 1. 内容安排

本论文整体分为五个大章节。

第一章为绪论，简要叙述了课题的意义、研究背景，同时介绍了开发本系统所使用的软硬件环境和相关技术。

第二章为系统需求分析与总体设计，该章节基于场景建立了用例图、面向流建立了业务流程图用于需求的建模与分析，之后进行了功能结构、网络结构、数据库设计。

第三章为详细设计，文章将将系统划分为多个模块，然后逐个模块进行具体分析设计，每个模块包括模块概述、技术分析、具体实现三部分。

第四章为界面设计与系统测试，文章介绍了系统主要界面的实现过程和部署情况，并对系统进行了必要的测试。

第五章为结论与展望，该章节对毕业设计的过程进行了综述，说明了系统的完成情况与不足之处，并结合当前时代背景，展开了对未来的畅想。

1. 需求分析与总体设计
   1. 需求分析

功能性需求

为了方便用户随时随地进行团队沟通，首先需要把用户添加到系统中，因此需要注册、登录功能；为了映射实际中团队成员之间的关系，需要联系人管理功能，包括联系人的增删改查；为了用户可以有序地加入沟通，并且保证沟通的安全性与私密性，一次团队沟通需要一个授权管理模块，也就是会议管理模块，包括会议的增删改查以及加入会议的密码验证；为了保证会议内部用户绘画、发言的可控性，需要在会议内部设置一位主持人，并且赋予他管理与会者的权利，因此需要会内权限管理；为了更加方便邀请别人加入会议，需要多种邀请加会方式；会议内部主要通过绘画、发言等方式进行信息交互，因此需要共享白板功能和群聊功能；除此之外，系统还需要个人信息设置、版本更新、用户反馈等功能。本系统功能结构图如图2.1 。



图2.1 基于Android的实时共享白板功能结构图

系统整体的业务流程以用户注册登录为起点。用户进入系统主页面后，可以安排会议，安排好会议可以查看、再次编辑、删除、邀请别人加会、进入会议，以主持人身份进入会议后，可以继续邀请别人加会、锁定会议、共享资源、使用白板、使用群聊、查看参与者列表、控制与会者权限等。以与会者的身份加入会议，可以邀请别人加会、使用白板、使用群聊、查看参与者列表。除此之外，用户还可以添加、删除、查看、查询联系人以及进行一些账户设置操作等。整体业务流程图见图2.2。



图2.2 系统业务流程图

其他需求

* + - 1. 速度

1. 注册验证码必须在15秒内发送到用户注册所用邮箱。
2. 登录必须在5秒内完成。
3. 所有用户查询必须在5秒内完成。
4. 开会、加会必须在10秒内完成。
   * + 1. 负载
5. 系统至少可以维持300个WebSocket并发连接。
6. 系统至少可以维持20个容量为20人的会议。
   * + 1. 实时性
7. 白板绘画、群聊信息必须在1.5秒内同步到会议的其他参与者。
8. 联系人的添加、接受、拒绝、删除、加会邀请必须在2秒内推送到目标客户端。
   * + 1. 安全性
9. 需要保障用户账户安全，防止他人越权访问。
10. 需要保障服务器的数据安全,包括数据库和用户上传文件；
11. 需要保障通信安全，通信数据需要加密，防止传递的信息被他人监听并轻松得到信息的内容；
    1. 总体设计

系统架构设计

系统采用C/S架构，系统架构图如图2.3所示，其中客户端部分为安卓智能手机，通过互联网与服务器进行通信，服务器主要涉及到四个：Web服务器、Socket服务器、QQ邮件服务器、极光推送服务器，四个服务器的作用如下：

1. Web服务器：处理客户端发送的HTTP请求，包括授权访问检查、业务逻辑处理、文件上传下载、数据库操作等。
2. Socket服务器：用户进行白板绘画、会内群聊的时候，每个客户端都和Socket服务器之间维持着一个WebSocket连接，用来进行数据和消息的实时同步。Socket服务器就是负责处理Socket请求，单发、群发、广播消息的。
3. QQ邮件服务器：用来给用户发送邮箱验证码。
4. 极光推送服务器：用于推送联系人添加、接受、拒绝、删除、邀请加会请求到客户端。



图2.3 系统架构图

数据库设计

数据库设计是总体设计中极其重要的一部分，因为数据库设计的好坏，会对系统性能、可维护性等产生相当巨大的影响。一个优秀的数据库设计方案既要依据范式的要求，又要紧密结合实际项目的需要，设计者需要在规范和性能之间进行斟酌与平衡。

* + - 1. 数据库概念设计

通过对系统进行以上的需求分析，了解了系统的功能结构与业务流程，可以大致把数据库实体对象分为用户信息实体、会议信息实体、版本信息实体、系统消息信息实体等组成部分。

用户信息实体包括用户ID、邮箱、姓、名、注册时间、最近登录时间、登录密码、登录TOKEN、头像等属性。用户信息实体E-R 图如图2.4所示。



图2.4 用户信息实体E-R图

会议信息实体包括会议ID、会议号、主题、主持人用户ID、与会者默认能否使用白板、与会者默认能否聊天、是否添加到日历提醒、入会密码、预期开始时间、预期结束时间、会议状态、会议描述、日历事件ID等属性。会议信息实体E-R 图如图2.5所示。



图2.5 会议信息实体E-R图

版本信息实体包括版本ID、应用名称、版本号、是否强制更新、标记、APK下载地址、更新提示信息、发布时间等属性。版本信息实体E-R 图如图2.6所示。



图2.6 版本信息实体E-R图

系统消息信息实体包括系统消息ID、标题、内容、类别、状态、目的用户邮箱、目的用户的姓、目的用户的名、目的用户头像、到达时间、全局唯一标识等属性。版本信息实体E-R 图如图2.7所示。



图2.7 系统消息信息实体E-R图

系统总体E-R图如图2.8所示。



图2.8 系统总体E-R图

* + - 1. 数据库逻辑设计

根据在数据库概念设计中给出的数据库实体E-R图，设计如下数据表结构。

服务器端数据库采用MySql，客户端数据库采用SQLite。

用户信息表用于保存用户注册信息，bd\_user表的结构如表2.1所示。

表2.1 bd\_user表的结构

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字段名 | 类型 | 长度 | 索引 | 注释 |
| user\_id | INT | 10 | 主键 | 用户ID |
| user\_email | VARCHAR | 30 | 主键 | 邮箱 |
| user\_family\_name | VARCHAR | 15 |  | 姓 |
| user\_given\_name | VARCHAR | 15 |  | 名 |
| user\_register\_time | DATETIME | 32 |  | 注册时间 |
| user\_login\_recent\_time | DATETIME | 32 |  | 最近一次登陆时间 |
| user\_password | VARCHAR | 32 |  | 登录密码 |
| user\_token | VARCHAR | 32 |  | Token |
| user\_avatar | VARCHAR | 60 |  | 用户头像地址 |

会议信息表用于保存用户安排的会议的信息，bd\_meeting表的结构如表2.2所示。

表2.2 bd\_meeting表的结构

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字段名 | 类型 | 长度 | 索引 | 注释 |
| meeting\_id | INT | 10 | 主键 | 会议ID |
| meeting\_url | BIGINT | 20 | 主键 | 会议号 |
| meeting\_theme | VARCHAR | 20 |  | 会议主题 |
| meeting\_host\_user\_id | INT | 10 | 外键 | 主持人用户ID |
| meeting\_is\_drawable | TINYINT | 4 |  | 与会者默认能否使用白板绘画： 1：不能 2： 可以 |
| meeting\_is\_talkable | TINYINT | 4 |  | 与会者默认能否聊天： 1：不能 2： 可以 |
| meeting\_is\_add\_to\_calendar | TINYINT | 4 |  | 是否添加到日历提醒：1：不添加 2：添加 |
| meeting\_password | VARCHAR | 32 |  | 入会密码 |
| meeting\_start\_time | DATETIME | 32 |  | 会议预期开始时间 |
| meeting\_end\_time | DATETIME | 32 |  | 会议预期结束时间 |
| meeting\_status | TINYINT | 4 |  | 会议状态：  1：未开始并且未到期 2：未开始并且过期了 3：正在进行 4：开会结束  5：锁定 |
| event\_id | BIGINT | 20 |  | 日历事件ID |
| meeting\_desc | TEXT |  |  | 会议描述 |

用户参加会议信息表用于保存用户参加会议的记录，bd\_user\_and\_meeting表的结构如表2.3所示。

表2.3 bd\_user\_and\_meeting表的结构

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字段名 | 类型 | 长度 | 索引 | 注释 |
| user\_and\_meeting\_id | INT | 10 | 主键 | 用户参加会议ID |
| check\_in\_type | TINYINT | 4 |  | 用户参会类型：1 ：与会 2：主持会议 |
| check\_in\_time | DATETIME | 32 |  | 最新入会时间 |
| check\_out\_time | DATETIME | 32 |  | 最新离会时间 |
| bd\_user\_user\_id | INT | 10 | 外键 | 参会者的用户ID |
| bd\_meeting\_meeting\_id | INT | 10 | 外键 | 参会者进入会议的会议ID |

联系人信息表用于保存用户之间添加、删除联系人的记录，bd\_friend表的结构如表2.4所示。

表2.4 bd\_friend表的结构

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字段名 | 类型 | 长度 | 索引 | 注释 |
| friend\_id | INT | 10 | 主键 | 联系人ID |
| response\_status | TINYINT | 4 |  | 回复状态：1：未回复 2：拒绝 3：同意 4.好友关系已经删除 |
| message\_time | DATETIME | 32 |  | 消息时间 |
| bd\_user\_user\_id | INT | 10 |  | 用户1的ID |
| bd\_user\_user\_id1 | INT | 10 |  | 用户2的ID |

版本信息表用于保存版本发布信息，bd\_version表的结构如表2.5所示。

表2.5 bd\_version表的结构

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字段名 | 类型 | 长度 | 索引 | 注释 |
| version\_id | INT | 10 | 主键 | 版本ID |
| app\_name | VARCHAR | 32 |  | 应用名称 |
| server\_version | VARCHAR | 32 |  | 服务器端APP版本号 |
| last\_force | TINYINT | 4 |  | 是否强制更新：0：不强制 1：强制 |
| server\_flag | TINYINT | 4 |  | 标记 |
| update\_url | TEXT |  |  | 新版本APP下载地址 |
| upgrade\_info | TEXT |  |  | 更新提示信息 |
| update\_time | DATETIME | 32 |  | 版本发布时间 |

系统消息信息表位于客户端的SQLite数据库中，用于保存系统信息，bd\_msg表的结构如表2.6所示。

表2.6 bd\_msg表的结构

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字段名 | 类型 | 长度 | 索引 | 注释 |
| \_id | INTEGER | 根据值的大小存储在 1、2、3、4、6 或 8 字节中 | 主键 | 系统消息ID |
| EMAIL | TEXT |  |  | 用户邮箱 |
| TITLE | TEXT |  |  | 消息标题 |
| CONTENT | TEXT |  |  | 消息内容 |
| FAMILY\_NAME | TEXT |  |  | 用户的姓 |
| GIVEN\_NAME | TEXT |  |  | 用户的名 |
| FEATURE | TEXT |  |  | 消息类别 |
| AVATAR | TEXT |  |  | 用户头像地址 |
| STATUS | INTEGER | 根据值的大小存储在 1、2、3、4、6 或 8 字节中 |  | 消息状态：0：初始态 1：已同意 2：已拒绝 |
| MSG\_TIME | INTEGER | 根据值的大小存储在 1、2、3、4、6 或 8 字节中 |  | 消息到达时间 |
| TAG | TEXT |  |  | 消息全局唯一标识：用户邮箱+时间戳毫秒值 |

1. 详细设计
   1. 模块设计
      1. **模块概览**

表4.1 模块一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 模块名称 | 功能描述 |
| 1 | 注册 | 用户首次使用软件，需要注册个人账户，需要使用有效的邮箱进行注册，系统会发送验证码到该邮箱，用户查看后，填写正确的验证码，即可开始注册，设置头像、姓名、密码后，注册完成。 |
| 2 | 登录 | 1. 用户注册完成后，就会直接登录进去 2. 用户在同一设备上一次登录后，下次使用会自动使用TOKEN登录 3. 用户在注销后或在新设备上使用本软件时，需要使用用户邮箱、密码进行登录 |
| 3 | 重置密码 | 如果用户忘记了自己的登录密码，用户可以通过邮箱重置密码，和注册过程相似，也是通过邮箱接受验证码，填写正确的验证码后可以设置新的登录密码，重置之后会跳到登录界面。 |
| 4 | 更改个人信息 | 用户登陆后，可以更改自己的头像，用户名，密码。更改头像可以通过拍照和在相册中选择图片的方式；更改密码需要填写旧的密码、新密码、确认密码。 |
| 5 | 检查更新 | 用户点击版本更新栏，获取服务器最新版本信息，如果比当前版本新，就会提醒用户更新，更新分为强制性更新和选择性更新，用户点击更新，开始下载，下载完毕跳安装界面，确认后进行安装。 |
| 6 | 用户反馈 | 用户可以反馈自己的使用感受、建议等，不超过150字，反馈内容会通过服务器以邮件的形式发送给系统管理员。 |
| 7 | 查看隐私保护策略 | 用户可以查看软件开发者的隐私保护策略、免责条款等。 |
| 8 | 安排会议 | 用户可以制定会议计划，需要设置会议的主题、入会密码、预期开始时间、预期结束时间、与会者默认能否使用白板绘画、与会者默认能否使用会内群聊、是否添加到日历事件提醒，会议计划会保存到服务器数据库。 |
| 9 | 编辑会议 | 用户可以编辑安排好的会议，重新设置安排会议时候设置的那几项内容，数据会更新到服务器，日历事件提醒相应也会更新。 |
| 10 | 查看会议 | 用户可以查看自己安排的会议列表，点击列表项，进入会议详细信息；点击列表项中的开始按钮，可以开始会议。 |
| 11 | 删除会议 | 用户可以在查看会议详细信息时删除该会议安排。 |
| 12 | 加入会议 | 1. 用户可以通过会议号、密码加入会议 2. 用户可以点击联系人的加会邀请通知栏通知，直接加入会议 |
| 13 | 召开会议 | 用户可以召开会议而不经过安排那一步，这样召开的会议的设置和用户默认会议设置一致。 |
| 14 | 会外会议邀请 | 用户在查看自己安排好的会议时候，在详细会议信息页面，可以邀请别人加会，邀请方式包括邮箱邀请、短信邀请、复制邀请内容到剪贴板。邮箱邀请是通过用户手机上安装的邮箱客户端进行发送，邮件内容是系统生成的，收件人需要用户自己填写；短信邀请是通过用户手机上的短信应用发短信进行邀请，内容是系统生成的，收信人需要用户自己填写。 |
| 15 | 会内会议邀请 | 包括会外会议邀请的三种邀请方式，增加“联系人邀请”：用户可以通过浏览、查询联系人列表，选择需要邀请的联系人（多选），点击“邀请”，即可通过服务器推送邀请信息给他们，他们收到后点击即可加入会议。 |
| 16 | 共享资源 | 用户作为主持人，可以共享资源，可以共享图片或者网页，共享图片需要选择一张相册图片，之后可以进行移动、缩放等，使要显示的内容出现在理想位置；共享网页需要在输入框输入网址，之后可以像使用浏览器一样进行浏览，直到到了目标分享的网页。点击进入白板，分享的内容就会作为白板的背景出现在屏幕上，后面就可以在白板上绘画了。分享完毕，退出白板，点击结束分享，分享结束，白板背景清空。可以任意次共享、结束共享。 |
| 17 | 会议锁定 | 用户作为主持人，在会议中计划参与者到齐时，可以点击锁定会议，这样任何人不能在进入会议，保证了会议的安静。需要再加人时候，可以取消锁定。 |
| 18 | 查看参与者列表 | 用户在会议中可以查看参与者列表，能看到参与者总人数，参与者头像、姓名，“主持人”和“我”要特别标出。 |
| 19 | 控制与会者权限 | 用户作为主持人，在会议中，在参与者列表中，可以点击与会者列表项的“话筒”按钮来控制他能否发送群聊信息，但是与会者一直可以收到看到群聊信息；点击“画笔”按钮，控制他能否使用白板进行绘画，但是用户一直可以收到看到白板的内容；点击列表项，弹出“踢人”确认框，确认则把他踢出会议。 |
| 20 | 使用白板 | 功能包括画笔、简单几何图形（圆、方框、箭头、直线等）、添加文字、橡皮、撤销、清空等，还可以对白板进行屏幕录制，用户在白板上的绘画等操作会实时同步到其他人。 |
| 21 | 使用群聊 | 可以发送文字、表情、图片、语音，可以看到消息发送者的头像、姓名、消息时间 |
| 22 | 添加联系人 | 用户a可以通过邮箱申请添加联系人用户b，用户b可以在系统消息列表中选择接受申请或拒绝申请，系统会把结果反馈给用户a，如果是接受，则双方的联系人列表中会增加对方。 |
| 23 | 删除联系人 | 用户可以在联系人列表中长按想要删除的联系人所在的列表项，弹出删除联系人确认框，点击确认即可删除联系人，对方会收到被删除的提醒，同时双方的联系人列表中会删除对方。 |
| 24 | 查看联系人列表 | 用户可以查看联系人列表，列表按照姓名首字母排列，用户可以通过姓名进行联系人查找。 |

* + 1. **模块具体设计**
    2. **建立静态结构模型**

1. 识别系统中的类
2. 定义系统界面类
   * WelcomeActivity：系统的欢迎界面，进行用户是否在此设备上已登录检查，如果登陆过直接跳到主页面，否则跳到登录界面。
   * LoginActivity：登录页面，可以输入邮箱、密码进行登录，可以点击注册、重置密码进行相关操作。
   * RegisterActivity：注册页面，输入邮箱，获取验证码，填写验证码，点击下一步进入设置个人信息。
   * MainActivity：系统的主页面，包括会议页、联系人页、设置页。
   * MainActivity：主页面，左右滑动，包括会议页、联系人页、设置页。
   * MeetingFragment：主页中的会议页部分，可以进入加入会议、召开会议、安排或主持会议。
   * ContactFragment：主页中的联系人页部分，可以进入查看联系人，删除联系人，通过姓名查询联系人
   * SettingsFragment：主页中的设置页部分，可以进入我的账户、会议设置、关于软件。
   * JoinMeetingActivity：加会页面，可以通过会议号、入会密码加入会议。
   * ArrangeOrHostMeetingActivity：包括主持会议、进入安排会议、进入查看我的会议列表。
   * ArrangeMeetingActivity：安排新增会议、编辑会议。
   * SetUserInfoActivity：注册的时候保存用户个人信息（头像、姓名、密码）。
   * SetUserInfoActivity：查看我安排的会议列表，可以点击进入会议详细信息、点击开始来开始会议。
   * MeetingInfoActivity：查看我安排的会议详细信息，可以邀请别人、删除会议、添加日历提醒、编辑会议、开始会议。
   * MessageListActivity：查看系统信息列表，可以删除消息、同意或拒绝添加联系人。
   * MeetingActivity：会议界面，可以进行会内管理。
   * InviteActivity：选择联系人推送加会邀请页面。
   * ChatActivity：群聊页面。
   * SettingsMyInfoActivity：我的账户页面。可以进入设置头像、姓名、密码。
   * SettingsMeetingActivity：设置默认会议设置。
   * SettingsAboutActivity：关于软件页面。
   * FeedbackActivity：用户反馈页面。
   * AlterPasswordActivity：修改密码、重置密码。
3. 定义系统适配器类

* TabPageAdapter：MainActivity的适配器类。
* SortGroupMemberAdapter：联系人列表的适配器类。
* MeetingListAdapter：我的会议列表的适配器类。
* InviteMemberAdapter：选择联系人推送加会邀请页面的适配器类。
* MemberListAdapter：会议参与者列表的适配器类。
* ChatAdapter：聊天页面的适配器类。
* MessageListAdapter：系统消息列表的适配器类。

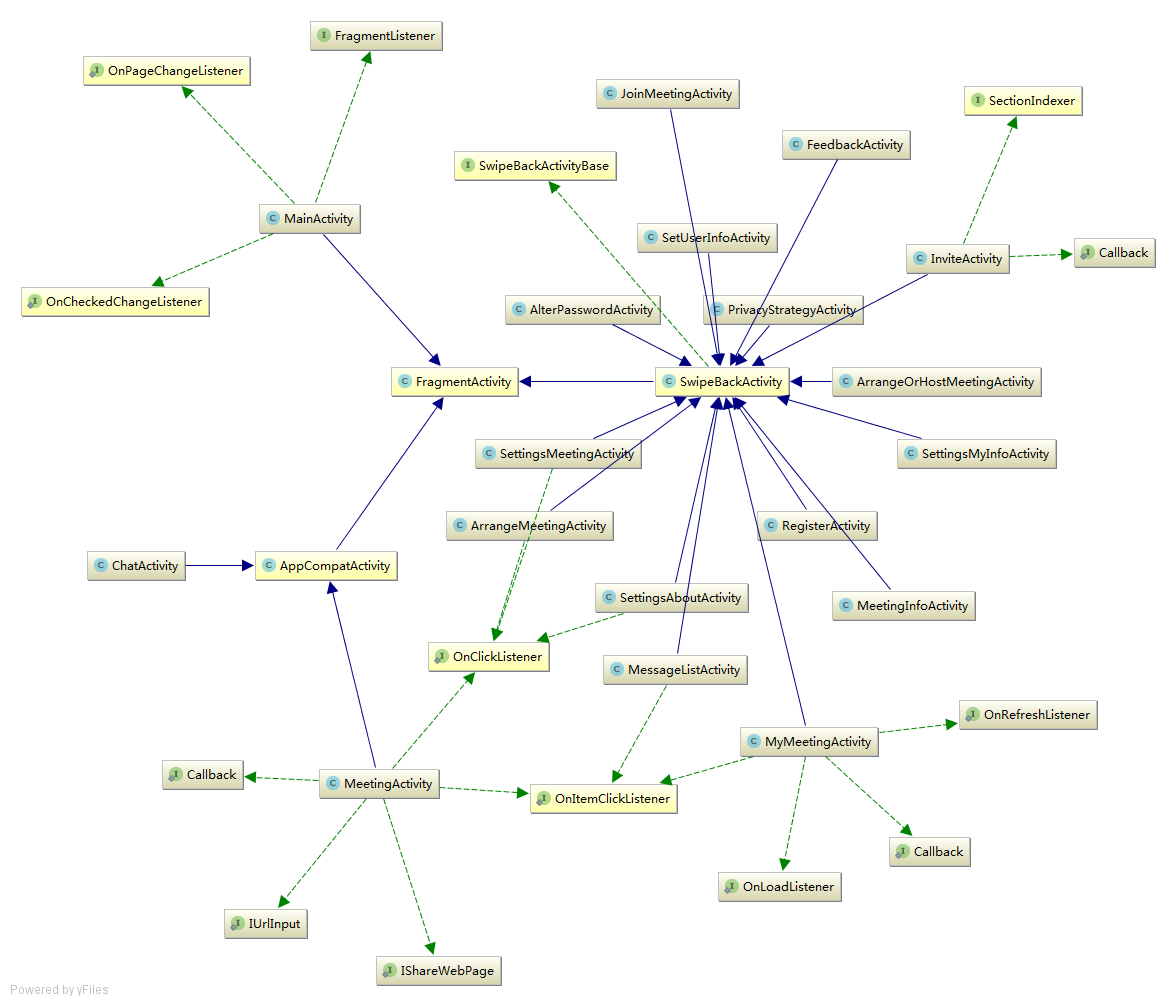
1. 定义数据实体类

* User：用户信息实体类。
* Meeting：会议信息实体类。
* FriendInfo：联系人信息实体类。
* MessageInfo：系统消息实体类。
* MeetingMemberInfo：会议参与者状态信息实体类。
* MeetingMessage：群聊消息实体类。

1. 定义数据库操作类

* Msg：客户端数据库系统消息数据库操作类。
* DBPDO：服务器数据库底层操作类。
* Register：服务器数据库注册操作类。
* FriendOp：服务器数据库联系人管理操作类。
* MeetingOp：服务器数据库会议管理操作类。
* Update：服务器数据库更改个人信息操作类。

1. 建立类图
2. 用户界面类的类图



1. 实体类和数据操作的类图（服务器端）

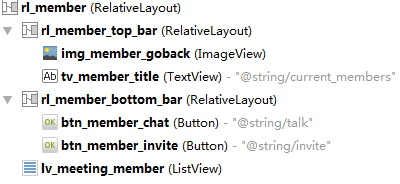


* + 1. **关键界面设计**
       1. **设计**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 方法名 | 作用 | 设置值 |
| setSaveFormData | 设置是否保存表单数据 | false |
| setJavaScriptEnabled | 设置是否启用JavaScript | true |
| setSupportZoom | 设置是否支持用户手动缩放 | false |
| setUseWideViewPort | 设置是否页将图片调整到适合webview的大小 | true |
| setLoadWithOverviewMode | 设置是否把页面缩放至屏幕的大小 | true |
| setCacheMode | 设置webview缓存类型 | false |
| setAppCacheEnabled | 设置是否使用APP缓存 | false |
| setDefaultTextEncodingName | 设置编码格式 | "utf-8" |

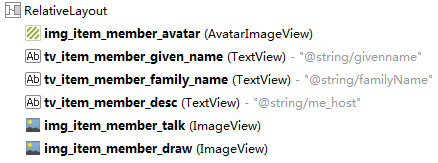
在白板页面，单击悬浮按钮，会弹出PopMenu，包括两个菜单项：“退出白板”、“开始录屏”，单击“退出白板”，即可暂时退出白板，回到会议主页面，白板内容并不会清空，只是隐藏了而已，用户还可以再次进入白板；单击“开始录屏”，则会开始屏幕录制。

1. 参与者列表界面



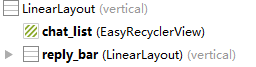
结构包括三部分，顶部的标题和返回按钮，顶部标题会显示参与者的总人数，中间的联系人列表，可以用来浏览参会者的头像、姓名，“主持人和“我”会特殊标出，主持人还可以在这里控制与会者的权限。”底部的按钮栏，包括“聊天”和“邀请”，分别用户进入聊天页面和会内邀请别人加会。

中间的列表是一个ListView，其中每一行是一个Item，结构如下图：



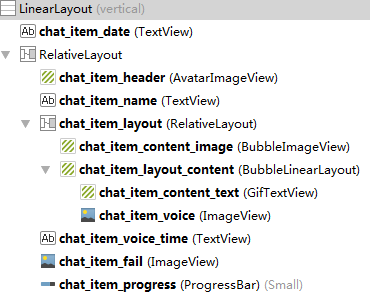
最左侧是显示头像的AvatarImageView，紧接着是显示姓、名的TextView，最右侧是权限控制按钮，依次是显示当前是否可使用白板绘画的图片和当前是否可发送聊天的图片。

1. 聊天界面



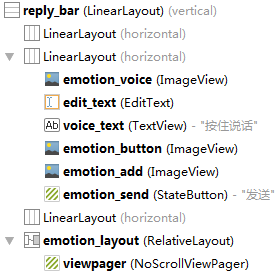
根布局是一个LinearLayout，里面分为两部分，上面是聊天内容，用EasyRecyclerView实现，底部是工具栏（输入框，语音输入按钮，表情选择，本地图片选择等）。

因为自己发送和接受别人的消息在界面体现上是不一样，所以聊天列表的Item也分为两种，一种是send,一种是accept，它们两个的组成结构是一样的，只不过相对位置不同，它们相对聊天内容界面纵向中轴对称。所以这里只对send Item进行分析。



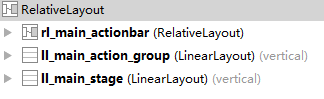
从上往下，最上边是显示消息时间的TextView，它下面是显示消息发送者信息和消息内容的RelativeLayout，其中chat\_item\_header显示发消息用户的头像，chat\_item\_name显示发消息用户的姓名，chat\_item\_content\_image显示发送的图片消息，chat\_item\_content\_text显示聊天文字消息（GifTextView控件支持gif图片表情），chat\_item\_voice显示语音消息的图片，chat\_item\_voice\_time显示语音消息的时长，chat\_item\_fail显示消息发送失败的提示图片，chat\_item\_progress显示消息发送进度。

底部的reply\_bar结构如下：



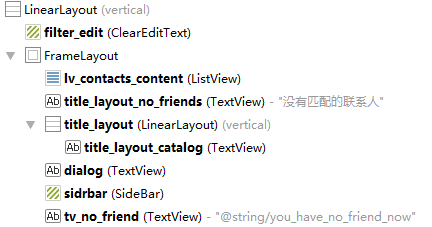
从上到下分为四块，第一块是一个水平分割线，第二块是按钮栏，其中emotion\_voice是语音消息按钮，edit\_text是文本（包括gif表情）消息输入框，voice\_text是用户发送语音时候需要长按的按钮，emotion\_button是打开表情选择面包的按钮，emotion\_add是打开其他操作（如 选择本地图片）选择面板的按钮，emotion\_send是消息发送按钮，第三块是一个水平分割线，第四块是选择面板（表情选择、其他操作选择），每个选择面板是一个fragment，然后把它们放到一个NoScrollViewPager中。

1. 软件主页面



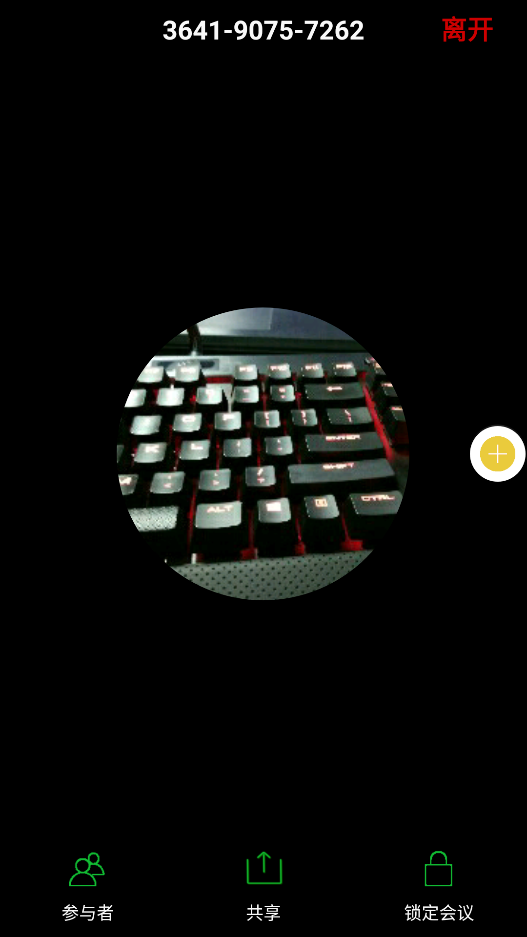
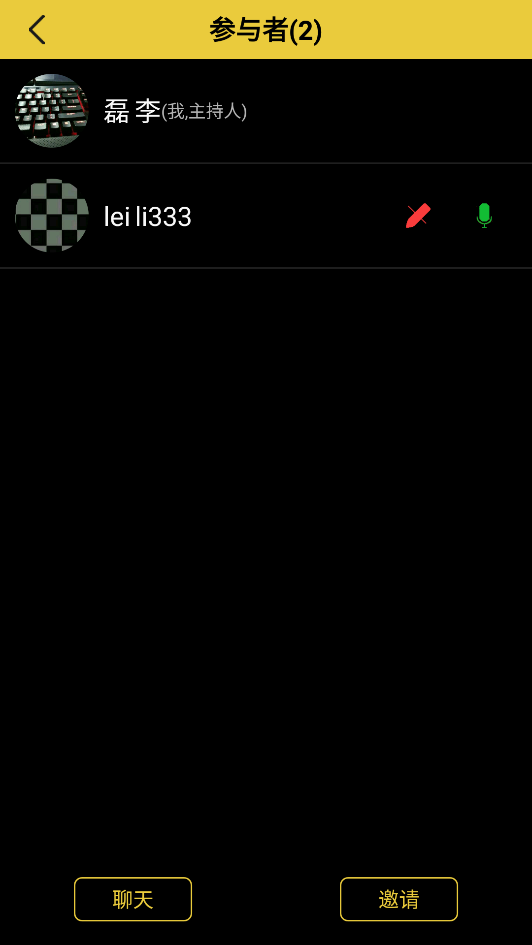
软件主页面分为三个页面，可以左右滑动切换，也可以点击按钮切换，所以中间ll\_main\_stage部分采用的是ViewPager来实现，每个页面是一个fragment，上面是标题栏（如果是联系人页面，还有一个“添加联系人”按钮），下面是按钮栏，用一个RadioGroup实现，包含三个RadioButton，分别是“会议”、“联系人”、“设置”。

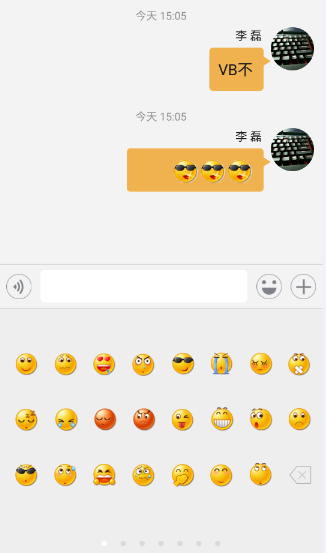
* “会议”fragment是一个ListView，它的Item的左边为图标和功能文字描述，最右边有一个TextView，用来显示未读消息数。
* “设置”fragment自上而下分为四块，每一块是一个LinearLayout布局，第一块是“账户设置”，显示用户的头像、姓名、邮箱，点击进入“我的设置”；第二块是“会议”设置；第三块是“关于”；第四块是版权信息。
* “联系人”fragment，按照联系人姓名首字母分组，可以通过滑动最右侧字母列表快速导航到想找的联系人，也可以直接输入联系人姓名关键字进行搜索。

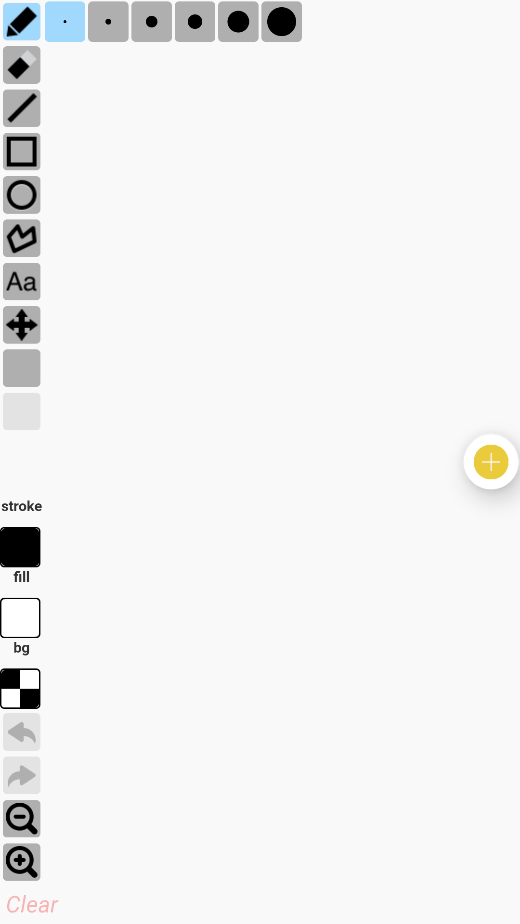


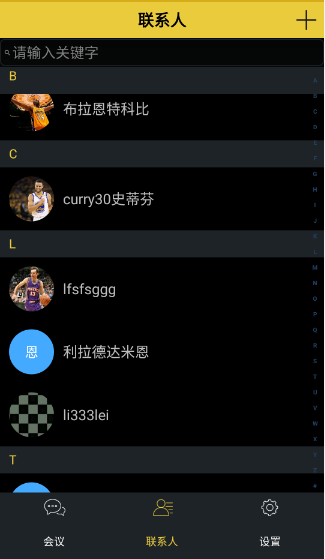
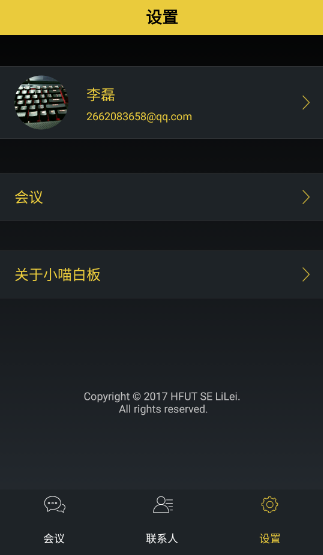
最上面的ClearEditText是联系人搜索框，下面的lv\_contacts\_content是联系人列表，title\_layout\_no\_friends是在搜索没有结果时候提示用户的，title\_layout\_catalog显示分类字母，dialog显示滑动右侧字母导航列表时候的当前字母，sidrbar就是右侧的字母快速导航栏，tv\_no\_friend是在用户没有联系人时候显示提示信息的。

* + - 1. **效果**

* + 1. **关键过程设计**

1. 白板
2. 绘画部分（关键函数）

* init(element, options={})：初始化白板

element:与白板绑定的html节点；

options:设置选项，包括：imageURLPrefix（图片文件的路径，最后不加斜杠）、imageSize（图片大小，例如{width: 500, height: null}）、primaryColor（开始是画笔的颜色，默认黑色）、secondaryColor（开始时的填充色，默认白色）、backgroundColor（开始时的背景色，默认透明）、snapshot（初始时的白板数据）、toolbarPosition（工具栏的位置）、tools（工具列表）、strokeWidths（画笔粗细值选择列表，默认是[1, 2, 5, 10, 20, 30]）、defaultStrokeWidth（开始时的画笔粗细，默认5）。

* on('drawingChange', callback)：设置白板内容变化监听器

“drawingChange”：监听的事件名，指的是白板内容的改变，不包括工具中画笔颜色和填充色的变化；

Callback：处理事件的回调函数。

* setPan(x, y)：把白板的内容的移动到指定位置（x,y）。
* setZoom(zoom)：把白板的内容缩放到指定值。
* setColor(colorName, colorValue)：设置某种颜色的CSS色值

colorName ：'background', 'primary', 或'secondary'；

colorValue ：CSS色值。

* getColor(colorName)：获取指定名称颜色的CSS色值

colorName ：'background', 'primary', 或'secondary'。

* getPixel(x, y)：获取指定位置（x,y）的像素的CSS色值。
* clear()：清空白板内容。
* undo()：撤销上一步。
* redo()：重做上一步。
* getSnapshot(keys=['shapes', 'imageSize', 'colors', 'position', 'scale', 'backgroundShapes'])：获取当前白板的Json对象，默认包括对象全部内容，如果不需要这么多，可以通过keys来指定需要获取的信息类别。
* loadSnapshot(snapshot)：加载白板Json对象snapshot到白板。
* teardown()：销毁白板。

1. 通信部分

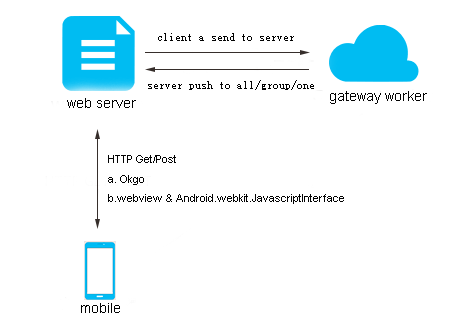


图4.22 白板的消息同步机制

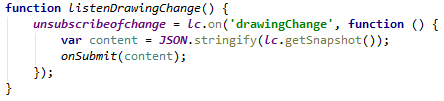
1. 首先用户通过与会者加会或者主持人的方式，完成入会信息的登记与入会凭证的验证。

* 主持人进会需要携带的信息包括：TOKEN、用户邮箱、会议ID、会议号、入会类型（2代表主持人），通过HTTP发送到服务器，服务器首先要检查这些参数是否齐全，其中TOKEN参数的检验，是系统合法访问的检验，如果用户携带的TOKEN在服务器的SESSION中可以找到，或者SESSION中找不到但是在数据库中可以找到，即证明是合法访问，方可进行下一步操作。首先通过用户邮箱获取用户ID，如果失败，返回错误信息，如果成功，需要查询Meeting表，是否有一个会议的会议ID为这个会议ID并且会议主持人为该用户ID并且会议状态为”未开始且未到期”（meeting\_status=1）并且用户参加会议表不存在该用户主持该会议的记录,如果不能满足这些条件，返回“无效的会议”错误信息给用户，如果满足，进行该用户的入会登记（在用户参与会议表中增加一条记录，记录用户ID,会议ID,主持人入会时间，check\_in\_type=2）,然后更新该会议的meeting\_status为3，代表会议正在进行中，到此，主持人进会验证和登记结束，返回“主持人进会成功”给用户。
* 加会者进会需要携带的信息包括：TOKEN、用户邮箱、会议号、入会密码、入会类型（1代表与会者）。TOKEN检查和参数完整性检查成功之后，首先通过用户邮箱获取用户ID，如果失败，返回错误信息，如果成功，通过会议号查询会议表获取会议详细信息，通过其中的主持人用户ID获取主持人用户邮箱，之后根据该会议的状态进行不同操作：如果meeting\_status=1，也就是会议未开始未过期，回复用户“会议还没开始，须等待主持人进入”；如果meeting\_status=2，会议过期，回复用户“无效的会议”；如果meeting\_status=4，回复用户“会议已结束”；如果meeting\_status=3，查询用户参与会议表中有没有该用户加入该会议的记录，如果没有，进行该用户的入会登记（在用户参与会议表中增加一条记录，记录用户ID,会议ID,加会者入会时间，check\_in\_type=1），如果有，则更新入会时间为当前时间。

1. 入会登记之后，进入会议页面。首先初始化各种布局、控件，设置监听器，设置wv\_meeting\_canvas的WebSettings，构造URL，通过拼接URL的方法，把需要的参数都拼接在“http://118.89.102.238/view/index.php”后面，需要的参数如下： post\_token、post\_user\_email、post\_user\_family\_name、post\_user\_given\_name、post\_user\_avatar、post\_meeting\_id（会议ID,主持人必须带的参数）、post\_meeting\_is\_drawable、post\_meeting\_is\_talkable、post\_meeting\_check\_in\_type、post\_meeting\_url、post\_meeting\_host\_email（主持人邮箱，与会者必须带的参数）。然后调用WebView的loadUrl方法，显示网页，同时给wv\_meeting\_canvas添加一个JavascriptInterface。

C:\Users\Bryant\Desktop\QQ截图20170520162139.png

这样，在加载网页的时候，首先会进行TOKEN检查和参数完整性检查，如果通过，把参数保存到SESSION中，然后开始执行index.php代码中的JavaScript，根据check\_in\_type和isDrawable的值，创建白板lc（如果check\_in\_type=2创建可画白板，如果check\_in\_type=1且isDrawable为True，创建可画白板，如果check\_in\_type=1且isDrawable为False，创建不可画白板），然后设置白板内容变化监听器的回调函数。



然后和Socket Server建立WebSocket连接，并和Gateway Worker 的Event.php 进行通信，在Event.php中onConnect($client\_id)和onClose($client\_id)函数对WebSocket的建立和关闭进行监听和处理，而onMessage($client\_id, $message)中首先判断$message是否为合法Json格式，合法则通过判断功能参数进行不同的消息转发任务。

通信详细过程如下：

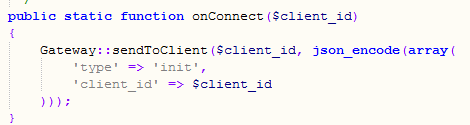
* 首先在html的body加载的时候建立WebSocket连接



在connect()中，设置Url、连接打开、有消息、关闭、出错的回调函数。



随着连接的建立首先调用的是WebSocket服务器的event.php中的onConnect函数



这里面 的$client\_id是Gateway Worker自动生成的连接的UID，可以通过它给该用户发消息，这里发送“init”消息给index.php，消息的内容是“client\_id”,index.php的onmessage函数接收到服务器发送的消息，并且把“client\_id”赋值给变量myid。接着index.php的onopen函数被调用，发送”login”消息（Json格式，包括会议的详细信息）给服务器,Event.php的onMessage函数接收“login”消息，把消息的数据依次保存到SESSION（这里需要搞清楚，WebServer和SocketServer的SESSION是完全不先关的两个SESSION，所以需要的信息在两个SESSION中要各自保存），并且把用户邮箱作为用户另一个标识，通过Gateway::bindUid($client\_id, $client\_email)把用户邮箱和$client\_id绑定，把会议号作为房间号，通过Gateway::joinGroup($client\_id, $room\_id)把$client\_id和房间号绑定，这样后面可以给指定会议号或指定用户邮箱的用户发消息。之后通过Gateway::sendToGroup($room\_id, $message)群发自己的“login”消息给房间内的所有人，用于同步参与者列表，index.php收到“login”消息，判断如果check\_in\_type=1并且email == data['client\_email']，也就是用户本身是与会者，并且收到了自己的“login”消息时，需要向主持人请求白板目前的数据，通过getInitCanvasData函数发送"getInitCanvasData"消息（包括"from\_client\_email":myemail、"to\_client\_email":host\_email）给服务器，再由服务器的onMessage函数调用sendToUid转发给主持人,主持人的index.php接收到消息，首先调用JSON.stringify(lc.getSnapshot())函数获得白板数据datajson（Json格式），然后发送"CanvasData"消息（包括"from\_client\_email"、“to\_client\_email"、"content"：datajson）给服务器，服务器根据“to\_client\_email"转发给指定用户，该与会者接收到"CanvasData"消息，通过lc.loadSnapshot(JSON.parse(newdata))加载白板数据，因为主持人可能在共享资源（无论是共享图片还是共享网页，都是当主持人进入白板的时候同步一个当前共享舞台的截屏给所有与会者，然后把该截屏图片作为白板的背景图片），当用户刚进入会议时，还需要主动向主持人请求共享数据，所以请求完白板数据后通过getInitShareData函数发送"getInitShareData"消息(包括"from\_client\_email":myemail、"to\_client\_email":host\_email）给服务器并转发给主持人，主持人的index.php接收到"getInitShareData"消息，通过之前实例化过的JavascriptInterface 直接调用Android的MeetingActivity的getSharePic函数。



为了可以实现这种调用，getSharePic函数的声明需要满足如下形式，后面其它需要类似调用的函数的声明也要满足一条件（函数需要为public且有下图的注解）：



主持人的getSharePic函数判断当前主持人的是否在共享，共享的类型是哪种，如果在共享，通过



或



获取相应的截屏，并转换成Base64编码的字符串；如果没有在共享，Base64字符串赋值为“nothing”。然后调用index.php的syncPicToNewer(to\_client\_email, base64Str)函数，要实现Android对WebView中javaScript函数的调用，需要以如下形式调用：



也就是拼接一个内容为javascript:函数名（参数）的字符串，然后通过WebView的loadUrl进行调用。

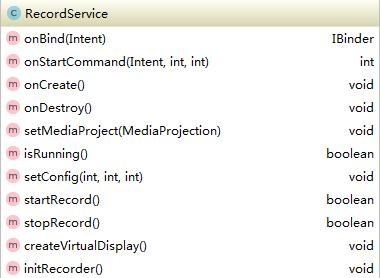
通过这个调用，把Base64字符串传给了主持人的index.php，然后通过服务器转发"ShareData"消息（包括"from\_client\_email"、"to\_client\_email"、"content":base64Str）给相应的与会者，该与会者的index.php接收到"ShareData"消息，调用Android的initShareContent(final String str)函数，隐藏会议主页面，设置白板页面可见，设置白板的背景图片，这样用户加会的白板同步完成，新入会的与会者看到了白板当前的样子。

接下来就可以进行白板操作了，白板变化会触发之前给画板改变监听器设置的回调，可以在得到白板改变后的数据（Json格式），并调用onSubmit函数发送"say"消息（包括'from\_client\_id'、'from\_client\_name'、'to\_client\_id'：‘all’、 'content'：白板数据，“time”:发送时间）给会议房间内的所有人，该会议房间内所有用户的index.php都收到"say"消息，首先获取到白板数据，然后移除白板变化监听的回调，判断消息的from\_client\_id和自己的myid是否相同，如果相同，代表这个"say"消息就是自己发出去的，不作操作；如果不同，则代表此消息是别人发来的，需要加载新的白板数据到白板。然后，重新为白板设置内容变化监听的回调。这样就完成了白板的通信部分。

1. 屏幕录制

目前只支持Android5.0 以上系统，因为在Android4.4之前，录屏的解决方案一般是读取 /dev/graphics/fb0 中的framebuffer，然后通过编码器转换成视频，但是需要root，且一些机型root后仍不成功；到了Android 4.4，谷歌开放了通过 ADB 命令录屏的方法，需要打开USB调试并连接PC，输入命令才行，且有时长最长三分钟的限制；Android5.0谷歌开放了屏幕采集接口，即通过 MediaProjection 和 MediaProjectionManager 进行录屏。具体操作包括：

* 申请权限：android.permission.RECORD\_AUDIO（录屏）和android.permission.WRITE\_EXTERNAL\_STORAGE（保存录像），且如果targetSdkVersion如果是23，还要进行动态权限申请。
* 创建一个service负责创建屏幕镜像、保存录像、停止录像、提示保存路径等操作。



* 设置服务连接与断开连接的回调函数，绑定RecordService和MeetingActivity。



* 获取 MediaProjectionManager。



* 构造捕获屏幕Intent。



* 取得 MediaProjection，并使用RecordService开始录屏，保存在本地
* 记录当前正在录制状态，如果用户再次点击悬浮按钮，PopMenu会有停止录制菜单项，点击，停止录制，并提醒用户保存的路径。

1. 会议内参与者同步

在白板的通信部分中提到过，新的与会用户会发送“login”消息给服务器，服务器转发“login”消息给已经在会议房间内的所有用户，用户判断是否是自己发出的消息，如果不是，则调用Android的addMember(final String membersInfo)在自己的参与者列表中增加这个新的与会者（先经过重复检查，如果存在重复的邮箱，去掉）。

如果有与会者离开会议，会通过javascript:syncLeaveMeeting(name)发送"leaveMeeting"消息通知会议房间内的其他人，其他人会从参与者列表中移除该用户。

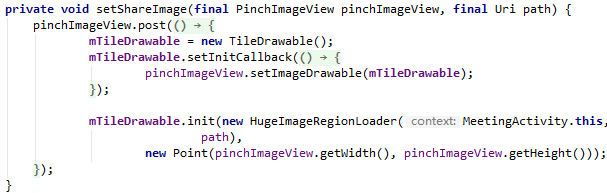
如果是主持人离会，则会议结束，会通过javascript: syncLeaveMeeting (name)发送"hostLeaveMeeting"消息通知会议房间中的与会者“主持人离开会议，会议结束”，该消息的提示框只有用户点击确认才会消失，点击确认，退出会议界面，会议结束。

1. 会内共享资源

主持人通过点击会议主页面底部按钮栏第二个按钮“共享”，弹出共享方式选择提示框，分别是图片和网页，如果用户选择图片，就通过intent打开相册。



然后在MeetingActivity的onActivityResult(int requestCode, int resultCode, Intent data)方法内，处理用户选择的图片，隐藏rl\_meeting\_Avatar，设置rl\_share\_pic为可见，给rl\_share\_pic中的share\_pic（自定义PinchImageView）添加mTileDrawable（自定义），用户可以对图片单指滑动、双指缩放。



其中HugeImageRegionLoader支持超大图片的分片加载，可以完美解决内存溢出问题；如果用户选择共享网页，弹出输入框可以输入网址，然后点击“确定”， 隐藏rl\_meeting\_Avatar，设置rl\_share\_web为可见，通过WebView的loadurl方法在share\_web中显示指定网页，用户之后可以像使用浏览器一样进行交互，并且通过监听手机的“返回键”，并判断如果用户正在共享网页且share\_web中的网页可以返回，则重置“返回键”的功能为控制WebView的返回，直到share\_web不能返回了，再把“返回键”的功能恢复为离开会议。

当用户调整好要分享的内容后，点击悬浮按钮，并点击“进入白板”，即可进入白板页面，并且由于share\_pic和share\_web位于白板wv\_meeting\_canvas的下面，所以设置wv\_meeting\_canvas背景色为透明，共享的资源就成为了白板的背景。同时，主持人在进入白板的时候，会通过javascript:syncPic（base64）主动通知会议中的与会者他进入白板的消息（包括共享资源，share\_pic或share\_web的截屏图片的Base64编码的字符串），与会者收到消息后，判断Base64字符串，如果为“nothing”,隐藏rl\_share\_pic；如果不，设置rl\_share\_pic可见，并设置其中share\_pic的内容为接收到的图片。

如果主持人点击“结束共享”按钮，则结束共享，并通知与会者，与会者收到消息后隐藏rl\_share\_pic，并设置wv\_meeting\_canvas的背景为白色。

1. 会议内权限管理

分为是否可使用白板绘画、是否可发送群聊和是否把与会者踢出会议。

主持人可以在会议参与者列表中进行操作。会议参与者列表开始时根据会议设置显示与会者当前权限的状态，绿色的“画笔”代表可以使用画板绘画，红色的“画笔代表不可以使用画板绘画，绿色的“话筒”代表可以发送群聊消息，红色的“话筒”代表不可以发送群聊消息。

主持人点击“画笔”后，该与会者的绘画权限发生改变，通过javascript:alterDrawPermission(to\_client\_email, is\_drawable)发送"alter\_draw\_permission"消息给服务器，服务器转发给指定邮箱的与会者，该与会者的index.php的onMessage方法接收到消息，判断“is\_drawable”参数，如果为True，销毁之前的白板Canvas，新建一个可绘画的白板Canvas；如果为False，销毁之前的白板Canvas，新建一个不可绘画只能显示的白板Canvas（把新建可绘画白板的init的options列表中的tools参数中除了LC.tools.Pan(缩放按钮）和LC.tools.SelectShape（选择移动按钮）的工具都去掉)。然后设置内容改变监听并重新向主持人请求数据（白板数据+共享资源），然后重新加载请求到的数据。

主持人点击“话筒”后，该与会者的群聊权限发生了，通过javascript:alterDrawPermission(to\_client\_email, is\_talkable)发送"alter\_talk\_permission"消息给服务器，服务器转发，该与会者的index.php接收到消息，通过window.board.alterTalkPermission(data['is\_talkable'])操作Android的界面，alterTalkPermission方法对用户进行权限改变提示，并通过EventBus发送消息通知ChatActivity，ChatActivity的listenTalkPermissionChange函数接受消息，并根据istalkable的值设置reply\_bar的可见性，如果istalkable为False，隐藏reply\_bar，这样用户就没法发送消息了。

如果主持人选择一个与会者，然后点击所在行的空白处，会触发“踢人”事件，弹出确认框，提示是否确认把该与会者踢出会议，点击“确定”，则会通过javascript:kickout（to\_email）发送"kickout"消息给服务器，服务器转发，该与会者的index.php接收到消息，通过window.board.kickout()改变Android的界面（弹出“你被主持人踢出会议”的提示框，并且只有当用户点击确定后才会消失，点击确认，会议页面关闭，离开会议），紧接着index.php还会通过syncLeaveMeeting(name)发送"leaveMeeting"消息通知会议房间内的其他人自己离会，其他人接收到消息，并从自己的会议参与者列表中移除该用户。

1. 群聊

群聊消息分为四种：文字、gif表情、图片、语音。

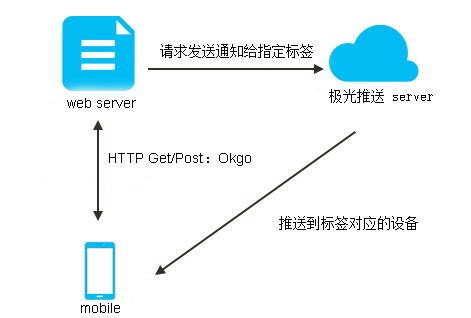
首先，群聊消息的同步和白板的同步机制是一样的。这里文字和表情消息实质上都是文本消息，只需要先进行必要的加密（这里采用的是AES加密），然后使用刚刚进入会议就建立好的WebSocket进行通信，过程如下:

ChatActivity通过EventBus把聊天消息传给MeetingActivity->在MeetingActivity中通过wv\_meeting\_canvas调用JavaScript函数->JavaScript函数通过WebSocket发送消息给服务器->服务器转发消息到会议房间内的所有人->index.php的onMessage接收到消息->通过window.board.xxx()传递数据给Android->MeetingActivity通过EventBus传递聊天数据到ChatActivity，加载并显示新收到的聊天消息。

但是对于图片和语音消息就需要先调用聊天文件上传接口把文件上传到WebServer，然后返回文件地址给消息发送方，消息发送方在通过上面的过程发送图片或语音消息，同步到会议内的所有用户后，其他用户根据消息类型，通过文件地址获取服务器上的聊天文件，并进行显示。

1. 联系人管理

联系人管理的通信机制不同于白板和群聊。



为了实现推送，首先需要配置极光推送SDK,包括Android和WebServer两部分。因为需要给登录软件的APP设置标签用户推送消息，所以采用用户邮箱作为标签，在用户注册完毕后和每次登录时，都重新设置设备标签为用户账户邮箱。除此之外，还有定义一个BroadcaseReceiver，用于接受推送消息。

* 添加联系人

用户点击添加联系人，在输入框中填写合法邮箱，且不为自己当前账户邮箱，点击确定，调用添加联系人接口，如果目前不是联系人关系，且联系人信息表中不存在这两个用户之间添加联系人消息的记录，则新增一行并把response\_status置为1，然后推送消息给被请求的用户，如果推送成功，回复请求者“请求发送成功”，并返回被请求联系人的用户信息。

C:\Users\Bryant\Desktop\QQ截图20170521153044.png

收到“请求发送成功”消息后，添加消息到本地数据库Msg表（此时消息的status为0，表示初始态）。

随后被请求用户的BroadcaseReceiver收到通知消息，解析消息数据，判断消息类型，如果为"requestAddFriend"，在Msg数据表中新增消息记录（此时消息的status状态为0，表示初始态），并新建通知栏通知提示用户 “有添加联系人请求”，系统未读消息数加一，通过EventBus发送消息通知MainActivity的MeetingFragment更新系统未读消息提示。

用户看到通知栏提示，点击通知栏会进入到MainActivity，点击“系统消息”，进入查看，系统消息界面是由一个ListView实现的，每一个Item显示联系人添加的消息，点击后弹出“删除”菜单，点击即可删除该列表项，并从数据库中删除该消息记录。

* 接受添加联系人申请

如果被申请者点击“接受”，则调用添加联系人接口（但需要设置post\_need\_feature为“acceptFriend”），更新数据库联系人信息表相应记录的response\_status为3，然后推送“接受”消息给请求者，推送成功后，更新本地数据库的Msg表相应记录的status为1，表示接受好友申请，然后把新的联系人添加到MainActivity的联系人页面的列表中；请求者的broadcastReceiver接收到消息，通过post\_message\_data查找本地数据库Msg表，找到tag为该post\_message\_data的记录，更新status字段为1，表示接受好友申请，创建通知栏“XXX同意了你的添加好友申请”通知提醒用户，把系统未读消息数加一，通过EventBus通知系统消息页面更新、通知MainActivity的MeetingFragment更新系统未读消息提示、通知联系人列表添加该联系人。

* 拒绝添加联系人申请

如被申请者点击“拒绝”，则仍然调用添加联系人接口，（但需要设置post\_need\_feature为“rejectFriend”）， 更新数据库联系人信息表相应记录的response\_status为2，然后推送“拒绝”消息给请求者，推送成功后，更新本地数据库的Msg表相应记录的status为2，表示拒绝好友申请，然后把该联系人从联系人列表中移除；请求者的broadcastReceiver接收到消息，通过post\_message\_data查找本地数据库Msg表，找到tag为该post\_message\_data的记录，更新status字段为2，表示拒绝好友申请，创建通知栏“XXX拒绝了你的添加好友申请”通知提醒用户，把系统未读消息数加一，通过EventBus通知系统消息页面更新、通知MainActivity的MeetingFragment更新系统未读消息提示。

* 1. 接口设计

1. 发送验证码
2. URL：http://118.89.102.238/controller/register/send\_verify\_code.php
3. 请求方式：POST
4. 请求参数说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 限制 | 说明 |
| post\_user\_email | String | 满足邮箱合法性检查的正则 | 用户邮箱 |
| post\_need\_feature | String |  | 功能参数："Register": 注册,"resetPassword":重置密码 |

1. 返回参数说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 说明 |
| Code | String | 100:成功  4004:验证码发送失败  4001:参数不完整 |
| msg | String | 错误信息 |
| data | Int | 数据 |

1. 注册
2. URL：http://118.89.102.238/controller/register/save\_user\_info.php
3. 请求方式：POST
4. 请求参数说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 限制 | 说明 |
| post\_user\_email | String | 验证码，6位数字 | 用户收到的验证码 |
| post\_user\_family\_name | String | 最长15，可以包括汉字，英文字母，数字（不能数字开头） | 姓 |
| post\_user\_given\_name | String | 最长15，可以包括汉字，英文字母，数字（不能数字开头） | 名 |
| post\_user\_login\_password | String | 12位，可以字母开头，数字和下划线 | 登录密码 |

1. 返回参数说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 说明 |
| Code | String | 100:成功  4001:参数不完整  4007 :注册失败 |
| msg | String | 错误信息 |
| data | Json | {'token':, 'avatar':} |

1. 登录
2. URL：http://118.89.102.238/controller/login/user\_login.php
3. 请求方式：POST
4. 请求参数说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 限制 | 说明 |
| post\_user\_email | String | 合法邮箱 |  |
| post\_user\_login\_password | String | 12位，可以字母开头，数字和下划线 | 登录密码 |

1. 返回参数说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 说明 |
| Code | String | 100:成功  4001:参数不完整  4008:用户名密码错误 |
| msg | String | 错误信息 |
| data | Json | {"token":,"familyName":, "givenName":,"avatar":  } |

1. 安排会议
2. URL：http://118.89.102.238/controller/meeting/host\_meeting.php
3. 请求方式：POST
4. 请求参数说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 限制 | 说明 |
| post\_user\_email | String | 合法邮箱 |  |
| post\_token | String | 32位UID |  |
| post\_need\_feature | String |  | "add" ：安排会议 |
| post\_meeting\_theme | String |  | 会议主题 |
| post\_meeting\_is\_drawable | Int | 0或1 | 与会者默认是否可用白板绘画 |
| post\_meeting\_is\_talkable | Int | 0或1 | 与会者默认是否可发送群聊 |
| post\_meeting\_is\_add\_to\_calendar | Int | 0或1 | 是否添加会议提醒到日历 |
| post\_meeting\_start\_time | long |  | 会议预计开始时间 |
| post\_meeting\_end\_time | long |  | 会议预计结束时间 |
| post\_meeting\_password | String | 12位数字 | 入会密码, |
| post\_meeting\_event\_id | long | -1或正整数 | 日历提醒事件ID |
| post\_meeting\_desc | String |  | 会议描述 |

1. 返回参数说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 说明 |
| Code | String | 100:成功  4001:参数不完整  4017:安排会议失败 |
| msg | String | 错误信息 |
| data | Json | {'meeting\_id':,'meeting\_url':} |

1. 进入会议
2. URL：http://118.89.102.238/controller/meeting/enter\_meeting.php
3. 请求方式：POST
4. 请求参数说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 限制 | 说明 |
| post\_user\_email | String | 合法邮箱 | 用户邮箱 |
| post\_token | String | 32位UID |  |
| post\_meeting\_check\_in\_type | Int | 1或2 | 1：与会者进会 2：主持人进会 |
| post\_meeting\_id（主持人必须） | Int |  | 会议ID |
| post\_meeting\_url | String |  | 会议号 |
| post\_meeting\_password（与会者必须） | String | 12位数字 | 入会密码 |

1. 返回参数说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 说明 |
| Code | String | 100:成功  4001:参数不完整  4015:主持人进会失败 4016:加会失败 |
| msg | String | 错误信息 |
| data | Int | 数据 |

1. 分页获取我的会议
2. URL：http://118.89.102.238/controller/meeting/host\_meeting.php
3. 请求方式：POST
4. 请求参数说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 限制 | 说明 |
| post\_user\_email | String | 合法邮箱 | 用户邮箱 |
| post\_token | String | 32位UID |  |
| post\_need\_feature | String |  | "get"： 获取会议 |
| post\_meeting\_id（主持人必须） | Int |  | 会议号 |
| post\_meeting\_page | Int |  | 需要获取会议的起始页 |

1. 返回参数说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 说明 |
| Code | String | 100:成功  4001：参数不完整  4020:获取会议列表失败 |
| msg | String | 错误信息 |
| data | Json | [  {"meeting\_id":,"meeting\_url":,"meeting\_theme":,"meeting\_is\_drawable":,"meeting\_is\_talkable":,"meeting\_is\_add\_to\_calendar":,"meeting\_password":,"meeting\_start\_time":,"meeting\_end\_time":,"event\_id":,"meeting\_desc":},  ......  ] |

1. 聊天文件上传
2. URL：http://118.89.102.238/controller/meeting/send\_chat\_data.php
3. 请求方式：POST
4. 请求参数说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 限制 | 说明 |
| post\_user\_email | String | 合法邮箱 | 用户邮箱 |
| post\_token | String | 32位UID |  |
| post\_meeting\_url | String |  | 会议号 |
| post\_need\_feature | String |  | 'image'：图片，'voice':语音 |
| post\_chat\_data | File | 大小不超过10M | 聊天文件，语音或图片 |

1. 返回参数说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 说明 |
| Code | String | 100:成功  4001:参数不完整  4025:发送文件失败 |
| msg | String | 错误信息 |
| data | Int | 数据 |

1. 添加联系人
2. URL：http://118.89.102.238/controller/friend/friend.php
3. 请求方式：POST
4. 请求参数说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 限制 | 说明 |
| post\_user\_email | String | 合法邮箱 | 自己账户的邮箱 |
| post\_to\_user\_email | String | 合法邮箱 | 添加联系人的邮箱 |
| post\_token | String | 32位UID |  |
| post\_need\_feature | String |  | requestAddFriend'：添加 |
| post\_message\_data | String | 用户邮箱+时间戳 | 用于唯一标记一条用户系统消息，在对方回复后，通过这个标记查找用户Android本地数据库Msg表，更新消息的状态 |

1. 返回参数说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数字段 | 类型 | 说明 |
| Code | String | 100:成功  4001;参数不完整  4026:发送添加申请失败  4027;已经是联系人 |
| msg | String | 错误信息 |
| data | Json | 所请求用户的信息{"email":,"familyName":,  "givenName":, "avatar":  } |

4. 系统实现与测试

4.1. 系统实现

4.1.1. 功能实现

1. 欢迎页

欢迎页为用户打开软件首先看到的启动页，下方展示了应用图标和应用图标，欢迎页后台主要进行一些初始化、TOKEN登录判断等操作，如果TOKEN登录成功吗，进入系统首页，否则进入登录页。（见图4.1）

图4.1 欢迎页 图4.2 注册 图4.2 设置个人信息

1. 注册

注册页面包括邮箱输入框、获取验证码按钮、验证码输入框、进入下一步的按钮，验证码2分钟内有效，用户通过邮箱验证就可以点击下一步进行后续操作了。（见图4.2）

1. 设置个人信息

设置个人信息页面包括头像选择、姓名输入框、密码输入框，邮箱验证之后，就可以在这里设置个人信息，完成注册了。（见图4.3）

1. 登录

登录页包括用户名、密码输入框、登录按钮，下方还有注册和重置密码的链接。（见图4.4）

1. 系统首页

系统首页是系统的入口，它包括三部分，可以通过左右滑动进行跳转，也可以点击底部的按钮进行跳转。三部分包括会议（见图4.5）、联系人（见图4.6）、设置。（见图4.7）

图4.4 登录 图4.5 会议 图4.6 联系人

1. 加入会议

加入会议页面包括会议号输入框、入会密码输入框、加会按钮，用户可以通过这里加入别人主持的会议。（见图4.8）

1. 安排或主持会议

该页面是系统二级导航页，可以点击召开会议按钮立刻开始一个会议，也可以点击 安排会议、我的会议进入相应页面。（见图4.9）

1. 我的会议

我的会议页面显示我安排过的会议中没开始且没有过期的会议，可以通过下拉刷新，也可以通过点击右上角的刷新按钮进行刷新，点击每一项，可以查看会议信息，点击开始按钮，可以进入该会议。（见图4.10）

1. 安排会议

安排会议包括各个信息的设置，包括主题、开始时间、结束时间、是否添加到日历事件提醒等。（见图4.11）

1. 会议信息

会议信息页面用于显示已安排好的会议的具体信息，包括主题、会议号、会议时长等，并且可以进行开始会议、添加到日历、添加受邀者、删除会议等操作。（见图4.12）

图4.7 设置 图4.8 加入会议 图4.9 安排或主持会议

图4.10 我的会议 图4.11 安排会议 图4.12 会议信息

1. 会议主页

会议主页为用户进入会议看到的，最上面是会议号和离会按钮，中间是背景图片，采用的是用户头像，侧面有一个悬浮按钮，下面是按钮栏，包括参与者、共享、锁定会议，如果是主持人，三个按钮都可见，如果是加会者，则只能看到参与者按钮。（见图4.13）

1. 共享白板

共享白板页面包括左侧工具栏、中央舞台区以及一个悬浮按钮，用户可以绘画，录屏。（见图4.14）

1. 参与者

参与者页面显示会议当前的参与者列表，主持人可以在这里控制与会者的权限，用户可以通过这里进入聊天页面，也可以邀请别人加会。（见图4.15）

图4.13 会议主页 图4.14 共享白板 图4.15 参与者

1. 聊天

会议参与者可以在这里进行聊天，支持文字、GIF表情、图片、语音。（见图4.16）

1. 系统消息

系统消息显示用户接受到的消息列表，消息主要是添加联系人的消息，用户可以接受或拒绝添加联系人申请。（见图4.17）

1. 我的资料

我的资料页面是系统二级导航页，通过这里可以进入到姓名和登录密码更改页面，也可以修改头像、退出登录。（见图4.18）

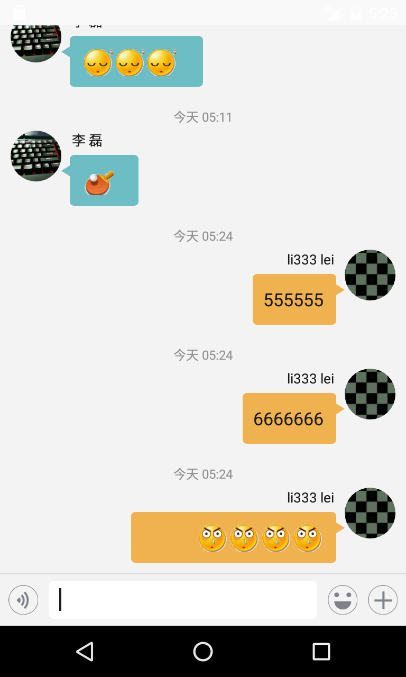
  

图4.16 聊天 图4.17 系统消息 图4.18 我的资料

1. 更改密码

更改密码页面包括旧密码输入框、新密码输入框、确认密码输入框和保存按钮。（见图4.19）

1. 会议设置

会议设置页面主要用于设置会议的默认偏好，作为之后安排会议的默认参数。（见图4.20）

1. 关于小喵白板

关于小喵白板是系统的三级导航页，可以进入发送反馈、查看隐私策略页面，也可以进行版本更新检查。（见图4.21）

1. 发送反馈

发送反馈页面包括一个输入框，最多输入150字，输入完毕，点击发送即可通过服务器转发给管理员。（见图4.22）

1. 隐私策略

用户可以在这里查看软件的隐私保护策略。（见图4.23）

图4.19 更改密码 图4.20 会议设置 图4.21 关于小喵白板

图4.22 发送反馈 图4.23 隐私策略

4.1.2. 系统部署

系统开发阶段后，需要将程序部署到真实环境中，才能进行进一步的测试，包括接口测试、性能测试等等。

服务器端程序的部署环境是腾讯云的Linux服务器，首先进行Apache、PHP、MySQL的配置，之后根据官方文档配置GatewayWorker，然后通过FileZilla与服务器建立SFTP连接,上传代码，然后进行相关启动、初始化工作，部署完毕。服务器部署日志截图如图4.24所示。

移动端程序的部署可以通过把真机开启USB调试后连接PC，之后进行调试，也可以把APK安装包拷贝到真机，直接安装。



图4.24 服务器部署日志截图

4.2. 系统测试

4.2.1. 兼容性测试

4.2.2. 性能测试

4.2.3. 接口测试

1. 发送验证码

请求

响应

B. 注册

请求

响应

C. 登录

请求

响应

D. 安排会议

请求

响应

E. 分页获取我的会议

请求

响应

F. 添加联系人

请求

响应

5. 总结与展望

5.1. 总结

本系统的出发点是提供一个简单高效的团队沟通平台来解决团队规模不断扩大、人员分布更加分散带来的沟通协作难的问题，并希望可以通过绘画、发文字、发声音等方式的沟通来增强平台的可交互性，进而提供更好的用户体验。

截至目前，本系统已经依据软件工程的方法，经过了需求分析、总体设计、详细设计、测试、部署阶段，按照预期，顺利完成。在此过程中遇到了各种各样的问题，例如安卓的版本与机型兼容、服务器部署异常等，但通过查阅资料等方式不断地解决问题，最终完成了基于Android的实时共享白板。

本系统是一个功能比较完善的软件，从注册、登录，到召开会议、加入会议、联系人管理，再到版本更新、用户反馈，基本上可以满足一个完整软件的要求。用户可以在自己的团队内部推广使用，添加工作中的搭档为联系人，之后就可以随时随地召开团队会议，在会议中通过白板共享设计与安排、通过群聊交流感受，从而在一定程度上，简化沟通流程、降低沟通成本、提高沟通效率。

当然由于时间和精力的问题，本系统也有很多不足的地方，比如尚未考虑并发冲突、不能一键添加用户通讯录中的联系人、可能存在兼容性问题等。日后我一定会将其逐渐完善。

5.2. 展望

共享白板其实只是会议软件的一小部分，一个完整的会议软件可能包括视频会议、电话会议、白板会议、即时通讯等很多部分，是一个非常复杂的平台，而且随着新需求的提出与新技术的产生，可能有越来越多的方式来解决团队沟通协作问题。一个软件要想一直被大众喜欢，就要紧跟时代步伐，洞察受众的期望，通过不断满足客户的需求，占据更广阔的市场，赢得一个好的行业口碑。而这个毕设的完成，对我来说无疑是一个很好的开端，我也必将更加努力，争取可以在这个互联网的时代用实力证明自己。

致谢

毕业在即，写好论文是一项非常重要的工作。在写论文之前，我对论文的内容要求和版面要求都不是很懂，是在指导老师张本宏老师的辛勤指导下才一步步明白的。其实早在毕设选题的时候，张老师就开始对我进行指导了，他仔细斟酌了我提交的几个选题，根据多年经验，帮我确定了这个课题，之后在我进行系统的设计与实现的过程中，他多次督促我的开发进度，帮我寻找问题的解决方案，提供极其重要的建议。在此，我想对张老师表达最诚挚的感谢与敬意。

大学四年，光阴荏苒，陪伴我的不只是张老师，还有好多位老师，他们尽心竭力地教导我，把我从软件开发的门外汉变成了一个理论基础扎实、实践能力突出的程序员，让我有机会继续读研深造。除了知识，他们还教会了我为人处世的道理，树立了正确的理想和追求。

还要感谢大四实习时所在的公司，让我对企业级的软件开发有了初步的了解，对之前学习的专业知识有了更加深刻的认识。

最后，衷心感谢在百忙中抽出宝贵时间对本论文进行评阅与审查的老师们！

参考文献

1. Roger S.Pressman（美）著，郑仁杰，马素霞 译 . 软件工程实践者的研究方法（原书第七版）. 机械工业出版社，2011.
2. Zakas. Nicholas C. 著 , 李松峰, 曹力 译 . JavaScript高级编程（第三版）. 人民邮电出版社， 2012.
3. Jason Lengstorf ， Phil Leggetter著， 肖智清 译 . 构建实时Web应用：基于HTML5 WebSocket、PHP和jQuery（第一版）. 机械工业出版社，2013.
4. 古曼兹（美），贝肯（美），瑞桑斯（美）著，简张桂 译 . php5权威编程 . 电子工业出版社，2007.
5. 王珊，萨师煊 著. 数据库系统概论（第五版）. 高等教育出版社，2014.
6. 菲利普斯（美），斯图尔特（美）著. Android编程权威指南（第二版） . 人民邮电出版社，2016.
7. 特南鲍姆（美），韦瑟罗尔（美）著 . 严伟，潘爱民 译 . 计算机网络（第五版）. 清华大学出版社，2012.
8. Matt Zandstra（美）著；陈浩 等 译 . 深入PHP：面向对象、模式与实践（第三版）. 人民邮电出版社，2011.
9. 唐汉明，翟振兴，关宝军 等 著 . 深入浅出MySQL 数据库开发优化与管理维护（第二版）. 人民邮电出版社，2014.
10. David Geary 著 . HTML5 Canvas核心技术：图形、动画与游戏开发 . 机械工业出版社 . 2013.
11. 陈文 著 . 深入理解 Android 网络编程 . 机械工业出版社 . 2013.
12. Smith, D. ，Friesen, J. 著 . Android 5.0开发范例代码大全 (第四版) . 清华大学出版社 . 2015.
13. 陶松，刘雍，韩海玲，周洪林 著 . Ubuntu Linux从入门到精通 . 人民邮电出版社，2014.
14. 赵振 王顺 等 著 . Web异步与实时交互 iframe AJAX WebSocket开发实战 . 人民邮电出版社，2016.