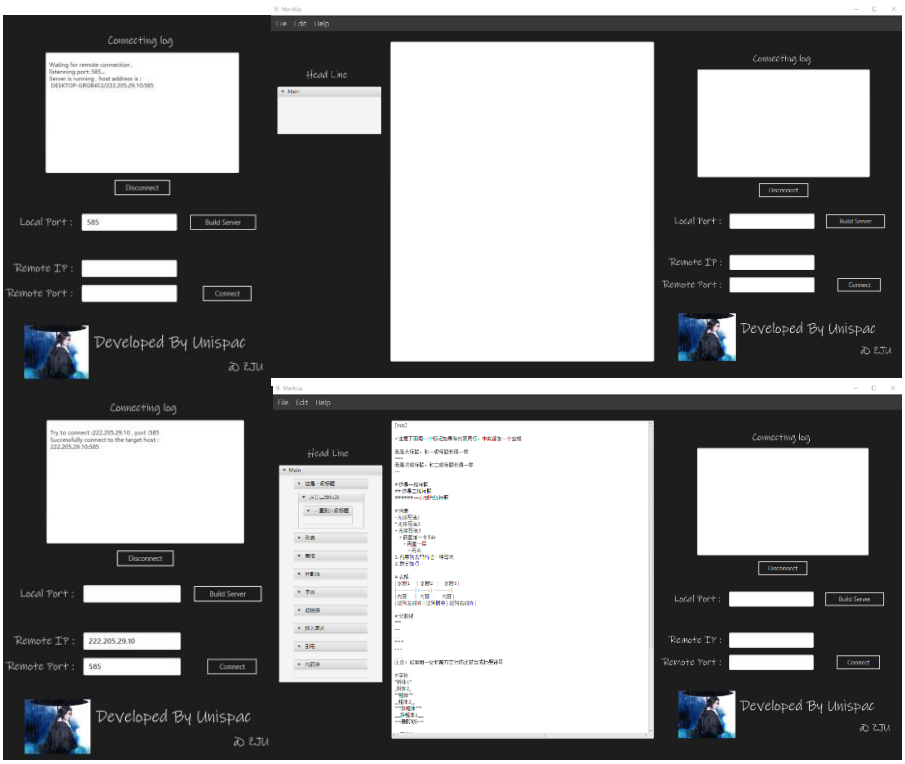
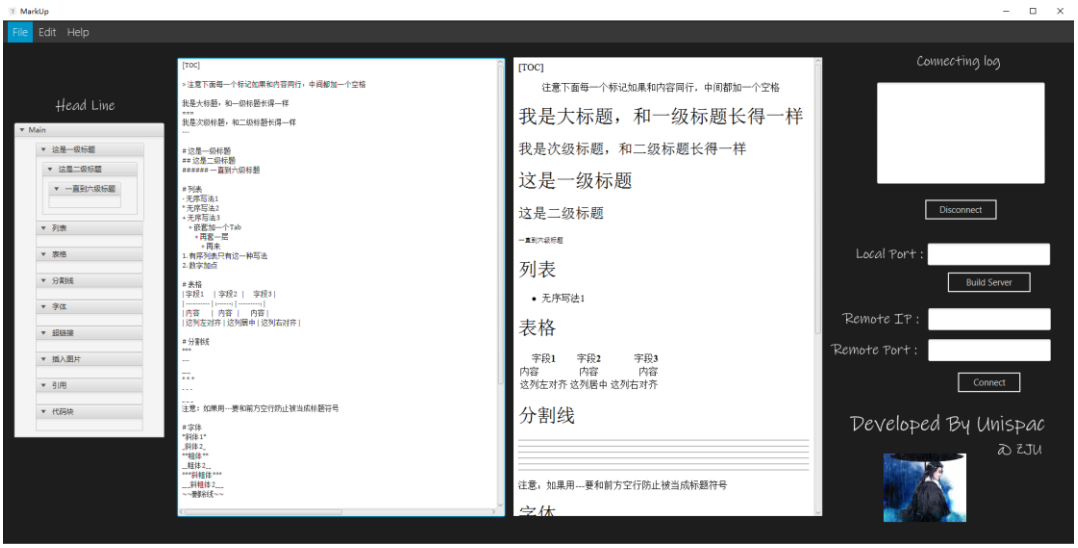
Markdown 协同编辑器

developed by Unispac @ ZJU

漆翔宇 3170104557
浙江大学计算机科学与技术学院

Tel：17342017090
Email：3170104557@zju.edu.cn





Chapter1 项目结构概述

这一部分，我们主要介绍一下项目的基本构成，各代码模块的承担的功能和一些实现的原理。

一．JavaFX

JavaFX 平台是 java 客户端设计演进，使应用开发者易于创建和部署跨平台且表现一致的 RIA。JavaFX 是由 Java 技术构建，基于高性能硬件加速的媒体和图形引擎，提供了一套丰富的图形和媒体 API。现代版本中，JavaFX 已经整合到了 Java 的标准包库中。可以像使用 swing 和 awt 那样直接使用。

本项目是在 JavaFX 平台上构建的。利用 JavaFX Scene Builder，我们可以可视化编辑 GUI 的前端，完成 GUI 前端的快速布局。JavaFX Scene Builder 会自动为我们生成前端布局的 fxml 文件，我们在自己的 Java 程序中载入它，即可和我们的 java 程序连接起来，生成完整的程序。

使用 JavaFX 开发桌面 GUI 应用非常的方便，它使得桌面应用开发变得和网站开发一样。我们可以轻松的实现前后端分离，用类似于 HTML 的 FXML 来做前端设计，还能用 CSS 来做前端样式的编辑。同时在可视化编辑平台的帮助下，前端的设计变得简单直接。大大减省了前端的工作。

二．md2x

我们的编辑器从 markdown 转换成 html 的模块是借助开源的三方库完成的。我们选择了 md2x 来帮助我们完成这一转换。库文件可以在 https://github.com/touchface/md2x 获取，对应于项目的本地 lib 目录下的 md2x-1.0.1.jar。

三．项目结构

1. markUp.java

项目根目录下，属于默认包，作为用户调用的接口，它在 main 方法中调用 Main.class 中的静态方法启动 JavaFX 窗口程序。

2. Main.java

属于包 Main，其中的 Main 作为窗口的底层类，继承自 JavaFx 中的 Application 类，负责初始化窗口环境。同时提供了一些静态的公有方法，作为 controller 和 net 模块之间互通有无的通道。

3. Controller.java

含控制器类，属于 Main.Controller。我们设计好的前端.fxml 文件在被载入的时候，会和这个类建立联系，实例化一个这个类的对象，并且把前端中定义的各种控件和事件处理器与 Java 中相应的控件对象和事件处理方法绑定起来。

Controller 类中是一些用于接收来自 fxml 文件定义的控件对象和一系列控件处理方法。它完全承担了整个前端的事件响应。

4. editorNet

Main.editorNet

下属三个子包，分别含三个公有类 Connection.class，editorClient.class，editorServer.class。

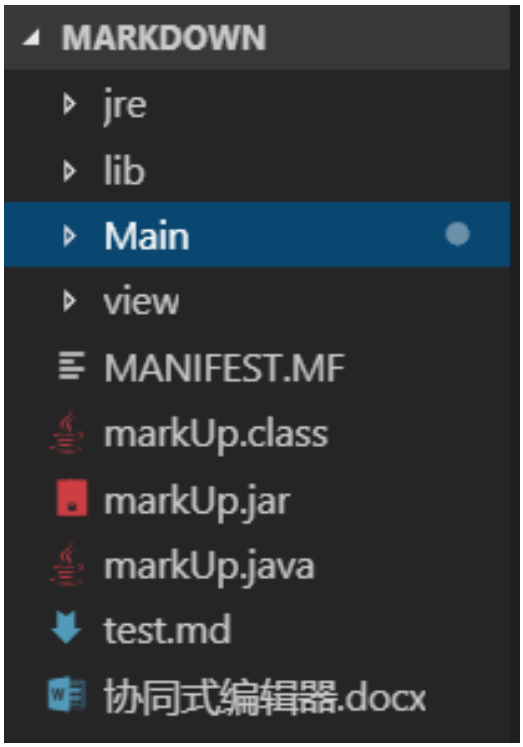
Connection 类是 editorClient 和 editorServer 的父类。这使得我们可以用同一个接口来管理客户端和服务端的连接。

editorCilent 对象被实例化的时候，就会启用一个客户端线程。同样的 editorServer 对象被实例化时，就启用一个服务端线程。

上述的两个线程分别是通过 editorClientThread 类和 editorServerThread 类实现的。

5. view

根目录下的 view 是我们的前端内容。含一个 fxml 文件 editor.fxml，一个 css 文件 DarkTheme.css，两张图片资源文件。

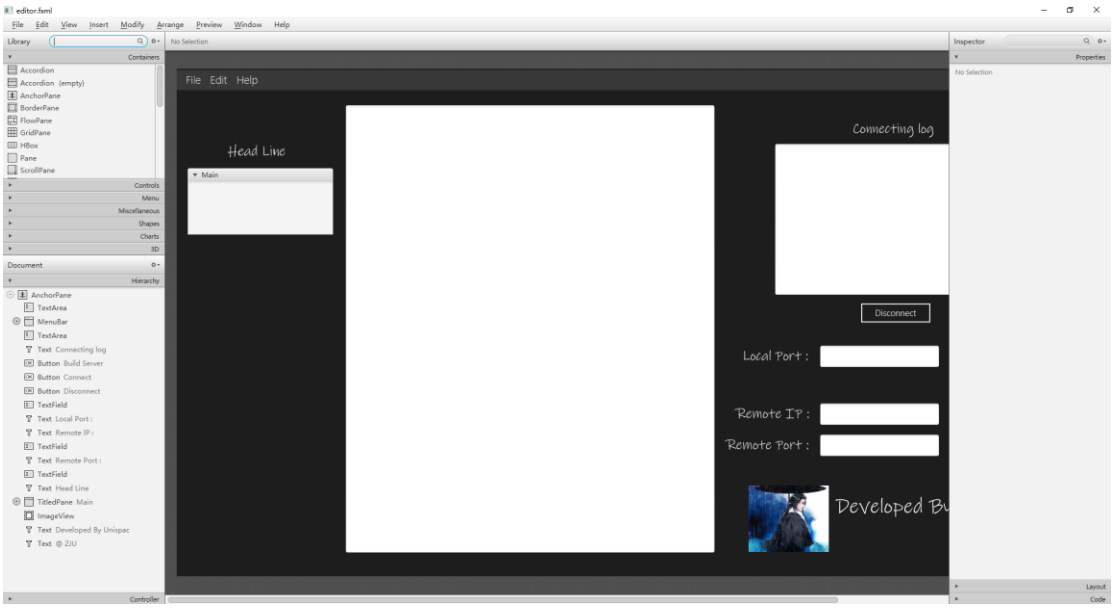


Chapter2 GUI 设计介绍

这一部分我们主要挑选了 GUI 前后端中几个重要的设计细节来介绍。

一． 前端设计

1. 可视化编辑



前端的布局已经在 Scene Builder 中实现了。同时，我们也在这个可视化的设计平台中，为控件设置了 ID，设置了事件处理器的名称。Scene Builder 为我们生成了 fxml 文件，在加载 fxml 文件的时候，这些 ID 和时间处理器名称就会与我们控制器里面定义的对象和方法映射和绑定。

我们同时也为前端指定了 css 文件。我们从互联网上下载了 DarkTheme.css 这个灰黑风格的层叠样式表文件，然后在设计平台中将它绑定。

2. 控制器映射

在 Main 中初始化窗口的时候，我们调用了

```
Parent root = FXMLLoader.load(getClass().getResource("/view/editor.fxml"));
```

这样一来 fxml 文件就被装载进入了我们的 java 程序中。背后的加载器会解析 fxml 文件，将组织成 fxml 格式的信息与 java 系统中的信息映射起来。

```
<AnchorPane maxHeight="-Infinity" maxWidth="-Infinity" minHeight="-Infinity"
minWidth="-Infinity" onKeyPressed="#keyDown" onKeyReleased="#input" prefHeight="878.0"
prefWidth="1536.0" styleClass="background" stylesheets="@DarkTheme.css" xmlns="http://javafx.com/javafx/8"
xmlns:fx="http://javafx.com/fxml/1" fx:controller="Main.Controller.Controller">
```

在顶层的 AnchorPane 中，我们在最后用 fx:controller="Main.Controller.Controller"将前端文件和 Controller 类绑定在类一起。

```
<items>
  <MenuItem fx:id="OpenFile" mnemonicParsing="false" onAction="#toOpenFile" text="Open" />
    <MenuItem fx:id="SaveFile" mnemonicParsing="false" onAction="#toSaveFile" text="Save" />
    <MenuItem fx:id="saveAs" mnemonicParsing="false" onAction="#toSaveAsFile" text="Save As" />
    <MenuItem fx:id="exportHtml" mnemonicParsing="false" onAction="#toHtml" text="Export As Html" />
    <MenuItem fx:id="Exit" mnemonicParsing="false" onAction="#toExit" text="Exit" />
</items>
```

同时，可以看到，fxml 文件中的控件，有一些我们为它指定了 id，对应于 fxml 代码中的 fx:id="xxx"。

我们也为控件指定了事件处理器，对应于 fxml 代码中 onAction="#xxxx"等。

```
@FXML
private TextArea inputArea;
@FXML
private TextArea logField;
@FXML
private TextField localPortField;
@FXML
private TextField remoteIPField;
@FXML
private TextField remotePortField;
@FXML
private FlowPane headLineField;
```

在 Controller.class 类中，我们定义了与 id 对应的相应的控件对象。用@FXML 作为编译提示。

```
public void toOpenFile(ActionEvent event)
{…
}
public void toSaveFile(ActionEvent event)
{…
}
public void toSaveAsFile(ActionEvent event)
{…
}
public void toExit(ActionEvent event)
{…
}
public void input(KeyEvent event)
{…
}
public void keyDown(KeyEvent event)
{  …
}
public void toClose(ActionEvent event)
{…
}
public void toHtml(ActionEvent event)
{…
}
public void toBuildServer()throws IOException
{…
}
```

同时也定义了一系列方法，这些方法也分别与 fxml 中定义的事件处理器名称同名。

在 fxml 文件被装载后，那些以 fxml 格式表示的控件就会被映射到我们定义的同名的 java 数据结构中，同时根据 fxml 中指定的事件处理器名会自动与定义的同名方法绑定。

这样一来 GUI 的前端界面就和后端的控制器逻辑连接起来了。

二． 导出为 HTML

```
public void toHtml(ActionEvent event)
{
        File myFile=exportHtml.showSaveDialog(Main.currentStage);

        if(myFile!=null)
        try
        {
            Md2x md2x=new Md2x();
            BufferedWriter out = new BufferedWriter(new OutputStreamWriter
            (new FileOutputStream(myFile.getAbsolutePath()),"UTF-8"));
            out.write(md2x.parse(inputArea.getText()));
            out.close();
        }catch(Exception e)
        {
            e.printStackTrace();
        }
}
```

调用 Md2x 库提供的方法，把 markdown 文本导出为 html 格式，然后再输出到指定目标。读写统一都使用”UTF-8”，避免了中文乱码。

三． 实时更新标题栏

编辑器会以一定时间间隔，实时的扫描文本输入框中的内容，对它进行标题分析，然后在左侧的标题栏将各级标题的层次结构展示出来。

可以看到，这其实就是一个层层嵌套的递归框架。每一个标题对应的都是 javafx 中的一个 titlePane，每个 titlePane 下有一个 FlowPane，子标题的 titlePane 可以直接 push 到里面去。

我们实现了一个 checkHeadLine 方法来实现标题解析与渲染。

```
public void checkHeadLine()
{
          myHeadLine.clear();
          String content=inputArea.getText();

          if(lastText!=null&&lastText.equals(content))return;
          else lastText=content;

          int index=content.indexOf('#');
          int ed;
          int level;
          while(index!=-1)
          {
               level=0;
               while(index<content.length()&&content.charAt(index)=='#')
               {
                    level++;
                    index++;
               }
               if(index<content.length()&&content.charAt(index)==' ')
               {
                    ed=content.indexOf('\n',index);
                    if(ed<0)ed=content.length()-1;
                    if(ed>index)myHeadLine.add
                    (new headLine(content.substring(index,ed),level));
                    index=ed;
               }

              if(index>=0&&index<content.length())index=content.indexOf('#',index);
              else index=-1;
          }
          ObservableList<Node> temp=headLineField.getChildren();

          temp.clear();
          TitledPane x;
          int lastlevel=100;
          index=0;
          ed=0;
          headLine tempHead=null;
          FlowPane lastPane=null,tempPane;
          if(myHeadLine.size()>0)tempHead=myHeadLine.get(0);
          for(int i=0;i<myHeadLine.size();i++)
          {
               tempPane=new FlowPane();
               x=new TitledPane(""+index, tempPane);
               x.setText(tempHead.content);
               x.setPrefWidth(200-20*tempHead.level);

               if(index==0)temp.add(x);
               else levelStack[index-1].myPane.getChildren().add(x);

               lastlevel=tempHead.level;
               lastPane=tempPane;
```

```
                if(i+1<myHeadLine.size())
                {
                    tempHead=myHeadLine.get(i+1);
                    if(tempHead.level>lastlevel)
                    {
                        levelStack[index].level=lastlevel;
                        levelStack[index].myPane=lastPane;
                        index++;
                    }
                    else
                    {
                        while(index>0&&levelStack[index-1].level>=tempHead.level)index--;
                    }
                }
            }
        }
}
```

每次这个方法被调用，都会从输入框中获得最新的文本串，然后开始扫描'#'符号，看是否是 markdown 中标题格式，并且判定标题的等级。

我们维护了一个名为 levelStack 的栈，这个栈被定义为 Controller 类的一个私有成员。

```
private headLine levelStack[]=new headLine[12];
```

当前扫描到的标题：

如果比上一个标题的等级高显然它属于上一个标题的子标题，它的 titlePane 显然应该放在上一个标题的 pane 中。

如果等级相同，则是平行的，依然放在上一个 pane 放的那个父 pane 中。

如果等级更高，则应该向上一个等级的 pane 回溯跳出。

这样一个递归和嵌套的过程，我们用一个 stack 来维护非常合适。

嵌套关系的处理直接作用在了 GUI 界面的主 titlePane 上。我们定时的调用这个方法，更新 GUI 控件来实时的反应标题目录。

JavaFx 要求对 GUI 控件的操作必须在 javafx 同一个线程中进行。所以我们不能直接在 Controller 中设置定时器。这样的异步处理是不支持的。

解决方法是在 Main 类的 start 方法中建立一个定时器，通过设置 Platform.runLater 让定时器触发的事件合并到窗口线程中执行。

四． 与其他模块通信

Controller 是处理 GUI 后端事件的模块，它起到的作用是维护整个 GUI 逻辑。

类似于服务器建立，服务器连接等功能的实现，是在其他模块中完成的。而其他模块要修改 GUI 的内容又必须通过 Controller 模块，我们以主类 Main 为通信的中继点。

前面说了，Controller 对象是在装载 FXML 文件时自动实例化的，而非我们在代码中实例化的。好在 Controller 对象提供了一个 initialize 的方法，在对象创建的时候被调用。我们将它重载，把自己的句柄传递到 Main 的静态成员中去就可以获得这个对象的引用了。其他模块就可以通过 Main 的这个静态成员获取对 Controller 的访问。

同时像服务器建立和连接等接口我们都是放在 Main 的静态方法中的，它们会创建相应的服务器对象和客户端对象。

Controller 处理服务器创建/客户端连接请求的时候，也是通过访问 Main 的静态方法来间接完成的。

Chapter3 实现协同编辑

这一部分我们主要介绍协同编辑的实现，包括连接的建立，通信的规范，防止用户争抢的惩罚算法。

一. 建立连接

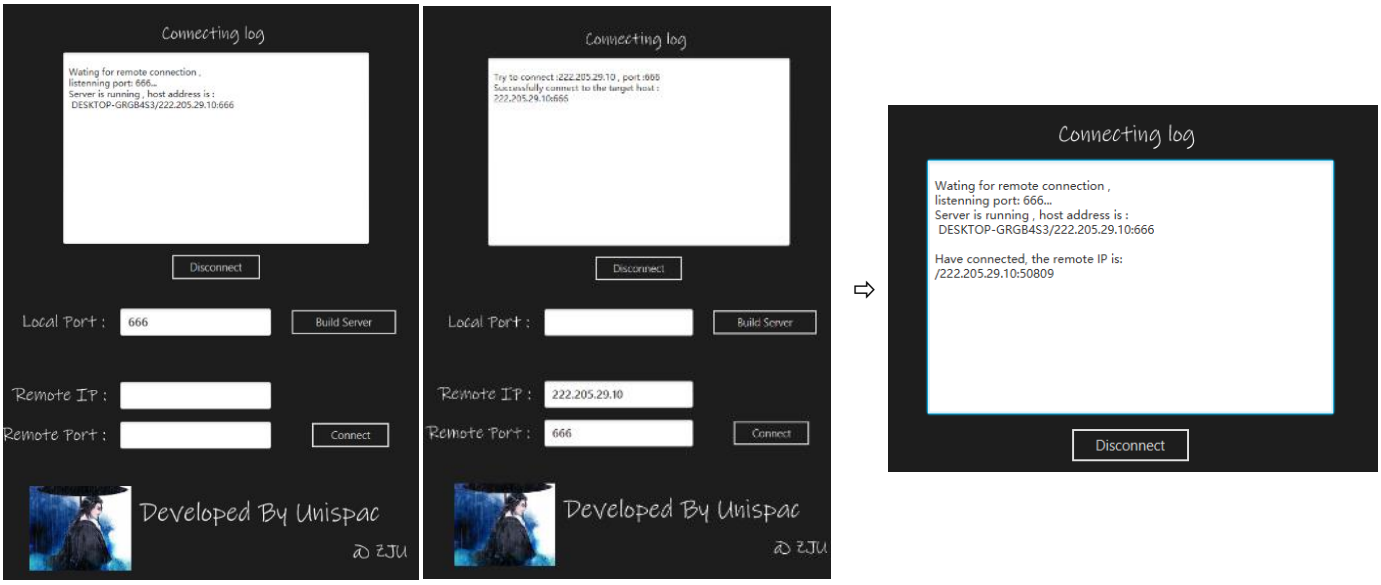
1. Main 中的连接接口

```
public static void buildServer(int port)throws IOException
{
    logInfoBuffer.setLength(0);
    Main.printLog("");
    myConnection.add(new editorServer(port));
    Main.printLog("Server is running , host address is : \n "+Inet4Address.getLocalHost().toString()+":"+port+"\n");
}
public static void connectServer(String serverIP,int remotePort)
{
    //connected=true;
    logInfoBuffer.setLength(0);
    Main.printLog("");
    myConnection.add(new editorClient(serverIP, remotePort));
}
```

我们在 Main 中提供了两个静态方法作为服务器建立和客户端连接的接口。这两个接口将相应的信息输出到我们界面中的连接日志区域，同时会实例化相应的连接对象，并将相应的句柄加入名为 myConnection 的容器中。

editorServer 对象和 editorClient 对象被创建的时候，就会自动的创建连接线程。服务器会在端口守候监听，客户端会尝试向目标地址发送连接请求。myConnection 容器负责管理所有的连接，这样只要我们点下 disconnect，所有的连接线程都会被执行 interrupt。

如图，输入本地端口，点击 Build Server。控制器中相应的事件处理被触发，然后它会再调用 Main 中的 buildServer 接口建立起服务器。log 中会输出相应的连接信息，表明自己的本地 IP 和监听端口。此时开启另一个编辑器，输入远程服务器的 IP 和端口，点击 Connect 就会调用 connectServer 方法来建立连接。下面展示了一个连接过程。



2. 两个 Connection 线程

在抽象的层次上，我们只需要实例化一个 editorClient 或者 editorServer 就能完成客户端连接或者服务器建立。具体的实现其实是通过分别建立线程实现的。

```
package Main.editorNet.Connection;
public class Connection
{
   protected Thread myConnection;
   public void disConnect()
   {
      if(myConnection!=null)
      {
         myConnection.interrupt();
      }
   }
}
```

```
public class editorClient extends Connection
{
   public editorClient(String serverName,int port)
   {
      myConnection=new editorClientThread(serverName,port);
      myConnection.start();
   }
}
```

```
public class editorServer extends Connection
{
   public editorServer(int port) throws IOException
   {
      myConnection= new editorServerThread(port);
      myConnection.start();
   }
}
```

editorClient 和 editorServer 都是 Connection 类的子类，Connection 类主要是为管理这两个连接类提供了统一的接口，非常简单。一个成员保存连接线程对象的引用，一个方法用来中断这个线程。两个分别为客户端和服务端的子类做的其实就是在构造函数里实例化相应的线程对象，然后启动它们。

最底层的 editorServerThread 和 editorClientThread 中是我们的通信的底层实现。在我们的底层实现中，只实现了点对点通信。即建立一个服务器，这个服务器监听，当有一个客户端连接后，它们就开始互相保持持续的通信，其它的客户端就无法再连接了。但是可以通过再 build 一个新的服务器，这样就会又出现一个线程监听了。。但由于我们的协同编辑逻辑主要是针对二人的，所以那样的多方通信会导致整个协同编辑的体验比较差。

```
Socket server=myServer.accept();
server.setSoTimeout(2000);
Main.printLog("Have connected, the remote IP is: \n"+server.getRemoteSocketAddress());
DataInputStream in = new DataInputStream(server.getInputStream());
DataOutputStream out = new DataOutputStream(server.getOutputStream());
```

```
Main.printLog("Try to connect :" + serverName + " , port :" + port);
Socket client = new Socket(serverName, port);
client.setSoTimeout(2000);
DataOutputStream out = new DataOutputStream(client.getOutputStream());
DataInputStream in = new DataInputStream(client.getInputStream());
```

上面分别是服务端和客户端建立连接时的调用。客户端线程启动后，调用 accept 方法开始阻塞，等待客户端连接。客户端线程启动后，新建一个 Socket 对象和远端建立连接。

连接建立后，它们通过 socket 对象获得互相的输入输出流。双发的通信通过 in/out 这个管道进行。

双方建立连接后，会互相发送一些确认消息，如 ready，initial 等，这里不描述细节。这些确认消息主要是为了确认连接的稳定和身份确认。

上述的确认流程过后，由服务端率先将自己的文本框中的内容发送到客户端，客户端接收然后更新到自己的文本框中去。之后，双方会轮流的向对方发送自己文本框中的内容。一方发送，一方接收，实现内容的同步。发送和接收都采用的阻塞式 IO，这样可以让这个轮流制度有序的进行。同时，阻塞式 IO 也是我们的防抢占算法得以实现的基础。

两个线程中都有一个 interrupt 事件的异常处理，被 interrupt 时会结束循环，终结连接。

3. 防抢占算法

协同编辑中，最大的问题就是，如何让协同编辑有序的进行。双方都在对同一个区块进行编辑，对方的内容传来会覆盖自己的，自己的内容传过去会覆盖对方的。这样的编辑不是协同编辑，变成了争夺。无序的合作会导致 1+1=0。

比较精细化的设计是可以把文档划分成若干块，同步更新是每一块分别更新。这样双方可以在对不同块进行同时编辑时不会遇到矛盾。但是这样的设计需要更精细的数据结构来管理。而我们只是简单的采用了 javafx 提供的文本输入框，整个框内的内容被作为整体处理和传送。这实在是因为到了期末，时间和精力有限，做的非常粗糙的处理。

我们采用的防抢占算法是，只允许一个人同时的编辑，另一个可以实时的查看对方编辑的内容。对方停止输入后，另一个人则可以接替他输入。即，当有一个人开始输入和编辑的时候，另一个人不能贸然的也随便往内容里面插入。同一时刻，只能有一个人获得文档的主导权。这很像桌面的远程操作一样，如果两个人都在争夺键盘和鼠标的控制权，那么会变得非常混乱。我们引入了惩罚机制来防止两个人同时操作的情况发生。

```
temp=in.readUTF();
while(temp==null)
{
    Thread.sleep(100);
    temp=in.readUTF();
}
temp=temp.substring(0,temp.length()-7);
Main.currentController.updateText(temp);
```

如上所示，接收到一个字符串后，更新文本框内容是通过 Main 获得 controller 的引用，然后再调用了 controller 中的一个用于更新文本框内容的接口进行的。

```
public boolean updateText(String newText)
{
    long temp=lastTime;
    lastTime=System.currentTimeMillis();
    if(underPunished==false&&lastTime-temp<500)return false;

    if(inputArea.getText().equals(newText))return true;
    else inputArea.setText(newText);
    return true;
}
```

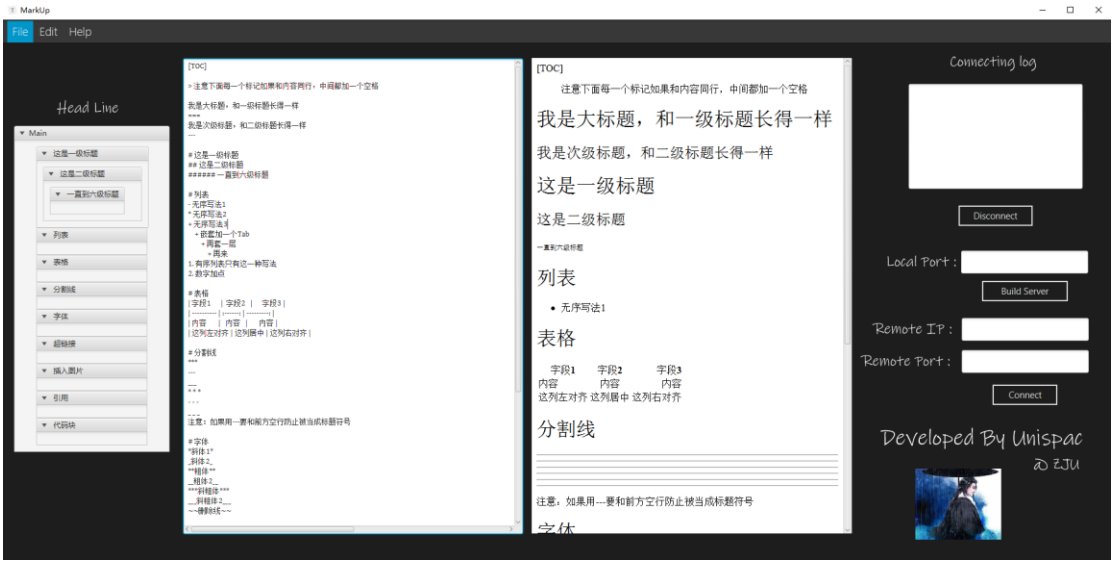
可以看到这个接口会做一个判断。只有对方在未出于被惩罚状态，以及距离自己最后一次输入文本已经过了 0.5s，对方对自己的更新才有效，否则会返回 false。

当一方发现了对方对自己的更新为 false 时，说明对方想要抢占自己对文本框的主导权。这个时候更新文本失败的一方会被惩罚，而处于对文本框控制的一方会获得主导权。在这个状态中，处于惩罚的一方将不再发送自己的文本内容，出于主导权的一方也不会再接收对方的内容。以收发一次为一轮，这个状态会持续 4 轮，总计约两秒。

这样以来，当一个人在连续的对一个文档进行编辑的时候，另一方就难以插手来进行编辑，因为它一动手就会立刻遭到系统的制裁。

我找来了我的室友和我一起测试这个算法下编辑器的表现，我们发现这样的机制有效性非常好，抢占的问题在一定程度上被解决了。

Chapter4 实时渲染

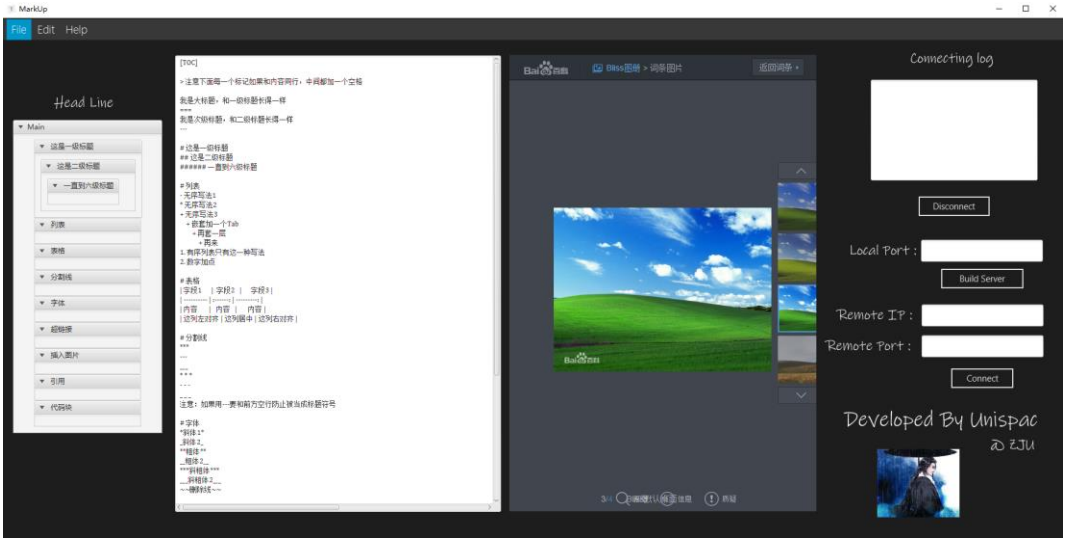


一开始我的版本没有做实时渲染。我的设想中实时渲染 MD 需要自己解析 MD 文档，并且做一个渲染的框架，利用 javaFX 提供的图形/文本渲染引擎做图形化的渲染。

后来我发现 javaFX 自带的 webView 可以对 html 做渲染。于是渲染 MD 也就变得简单了。我们现在已经有了 MD 转 html 的模块。那么渲染 MD 就可以归约为把字符串先转为 HTML 格式再丢入 webView 中渲染。

```
public void renderHtml()
{
    String toRender=inputArea.getText();
    if(lastRendering!=null&&toRender.equals(lastRendering))return;
    else lastRendering=toRender;
    myEngine.loadContent(myTranslator.parse(toRender));
}
```

如图，只需要四行，就完成了渲染。。调用 renderHtml 方法是在之前调用更新标签方法的定时器里。程序会以一定时间间隔加载刷新。渲染前会对比内容是否有变化，如果没变，就不会刷新。



如图，由于 webview 本身是一个微型浏览器，点击文档中的超链接，你还可以实现跳转。只需要修改一下编辑器中的内容，webview 中的内容又会被文档字符串给刷新替代掉，回到实时渲染。

PS:

由于临近期末，时间和精力非常有限,很多地方的实现都不太精细。文本输入框用的 javafx 自带的，对于文本编辑框不能做到特别精细的控制。服务器通讯也是通过粗暴的整个文本串传输实现的，而不是基于类似 git 那样的对修改细节做检查。协同方面，也只实现了点对点的通信。总的来说，还有很多需要改进的地方，希望以后能对这些细节进行进一步的弥补和修改。