

无线通信信令模拟软件设计文档--芝麻开门开发组

1.概述

1.1 题目类别

<题目组别： B 组>

<题目编号： B_0002>

1.2 术语及缩略语

缩略语	原文	中文含义
GSM	Global System for Mobile communication	全球移动通信系统
BTS	Base Transceiver Station	基站收发台
MS	Mobile Station	移动台
LAPDm	Link Access Protocol on the Dm Channel	Dm 信道上的联络接入协议
CC	Call Control	呼叫管理
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余校验
ARQ	Automatic Retransmission Request	自动请求重发

1.3 需求概述

在 GSM 通信系统中，在移动台 MS 和 BTS 之间的接口称为 Um 接口，也即空中接口。在 Um 接口上传输的信令都依照 Dm 信道的链路接入规程（LAPDm）。无线接口上传输的信息包括无线资源管理、移动性管理和呼叫管理等。在完成一次呼叫时，需要在空中接口传输：建立(Setup)、提醒(Alerting)、连接(Connect)、连接证实(Connect Ack)、拆链(DisConnect)和释放(Release)信令。具体流程请参见图 1。

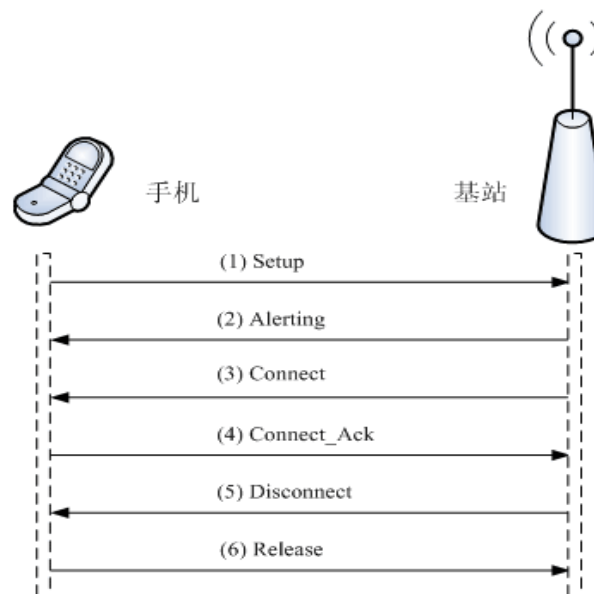


图 1 信令流程

本题目要求设计一软件来模拟实现上述用于呼叫控制的 6 种无线信令收发过程。该软件要求采用基于 Socket 通信的客户端/服务器结构，其中客户端表示手机，服务器表示基站并可通过用户界面总开关控制信令收发。软件必须保证在通讯过程中的每条信令能够正常在界面上显示，显示内容包括信令名称、方向和码流。必须保证所有信令能可靠到达对方，即任何一方发送的信令丢失后必须有重发机制。

2. 设计

2.1 设计思路概述

2.1.1 用 Socket 通信模拟物理层通信

首先，题目要求用 Socket 模拟实现 MS 与 BTS 之间的物理层通信。Windows Socket 分为基于 TCP 协议实现的流式套接字和基于 UDP 协议实现的数据报式套接字[1]。考虑到每条信令在无线链路上传输时不会提前建立连接，故采用了基于 UDP 协议的同步数据报式套接字来模拟物理层的通信。

其次，考虑到 GSM 系统采用下行信道承载 BTS 发送给 MS 的信息；采用上行信道承载 MS 发送给 BTS 的信息。本软件采用了两对套接字来模拟上行和下行信道。在服务器端，即 BTS 处打开一个 UDP 套接字接收来自 MS 发来的消息。即模拟上行信道 BTS 收，MS 发的情景。在客户端，及 MS 处打开另一个套接字接收来自 BTS 发来的信息。即模拟下行信道 BTS 发，MS 收的情景。

再次，考虑到与用户的实时交互本软件采用了多线程的程序设计思想。将 socket 的接收函数放到了单独的线程中。

2.1.2 用定时器的策略保证信令可靠传输

保证信令可靠传输最常见的方式有循环冗余校验 CRC 和基于 ACK 的自动请求重传（ARQ）策略。考虑到 LAPDm 协议的特点[2]，本软件采用了等待式 ARQ（Stop-and-Wait ARQ）来进行差错控制[3]。即在发送某一信令时设定一个相应的定时器，当定时器超时或

未收到相应的 ACK 时则重发该信令。

2.1.3 用通用格式的结构体描述信令

本软件用一种包含消息头和消息体的通用结构体表示在 1.3 节中所提到的 6 种信令。如果某信令不包含相应的域则将该域设置为无效值。如 Connect_Ack 信令不包括消息体部分，则将消息体部分包括 length 在内的域全部置 0。此结构体采用了位域的设计策略可具体操作信令的某一 bit 位的信息。采用此通用结构的结构体可简化信令接收时的处理过程并简化程序设计。

2.2 详细设计方案

2.2.1 软件体系结构

如图 2 所示，在基站端打开了端口号为 7000 的 Socket 来模拟上行链路，并启动接收线程来接收移动台发过来的消息。移动台端开启了端口号为 5000 的 Socket 来模拟下行链路，并启动接收线程来接收基站发过来的消息。这样不仅解决了全双工通信的问题，而且比较客观、形象的模拟了 GSM 系统的物理层链路。

当基站或移动台发送或接收消息时，则启动相应的差错控制及消息处理任务。本软件的差错控制采用 2.1.2 节中提到的等待式 ARQ 策略。即在发送一信令后启动相应的定时器，如果接收到确认帧则定时器清零并发送下一条信令；否则定时器超时启动重发机制。本软件的信息处理函数为一单独的功能模块，并在此模块中利用了 Windows 的消息处理机制实时的显示接收及发送信息。如果从分层的角度来看，本软件的差错控制模块和信息处理模块可以看成是对 GSM 系统数据链路层的模拟与实现。

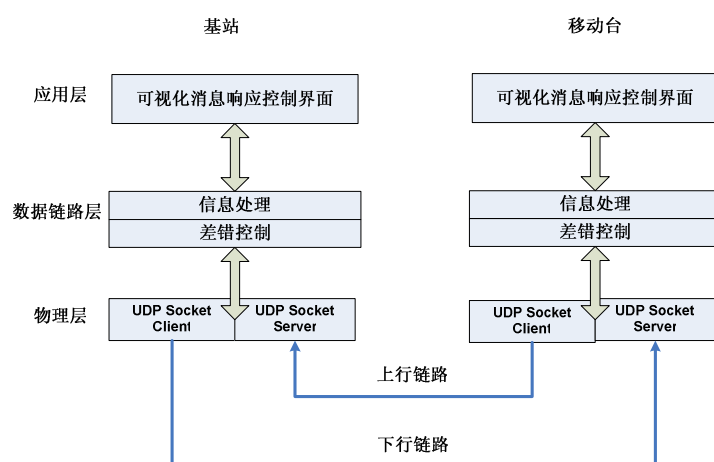


图 2 软件体系结构图

当然提供一个友好的用户界面也是本软件的一个特色。用可视化界面提供给用户一个控制程序流程的接口并反馈给用户有用的信息。

在手机用户界面，用数据流的形式模拟手机与基站间的通信过程，如图 3 所示。软件模拟了通信中三种可能情景：

- 1：信令传输无差错情景；
- 2：Setup 信令丢失情景；
- 3：ConnectACK 信令丢失情景。

在 2 和 3 两种情景下，采用 Setup 和 ConnectACK 中途丢失的方式模拟信令的丢失。

在通信过程中，图标手机和基站之间能显示每条信令的名称、方向和码流，同时通信信令记录中负责保存下手机和基站所有信令交互过程。



图 3 手机用户界面

在基站用户界面，显示手机和用户信令交互过程并提供模拟 Connect Ack 信令及 Disconnect 信令丢失情景的开关。如图 4 所示：



图 4 基站用户界面

2.2.2 方案流程图

从整体上来看，在基站端程序的流程大致如图 5 所示。基站首先做一系列的初始化工作，包括界面、属性值、及创建套接字并初始化。之后启动接收进程，等待接受移动台的接入请求。当有数据到达时，数据处理函数判断接收到的信令的类型并采用相对应的处理机制进行处理。其中包括通过消息响应机制，即发送相应的消息给处理函数使视窗上显示接收到的信

令。并且如果需要回传给移动台消息的话，则调用相应的信令发送函数。如收到移动台发来的 Setup 信令则回传 Altering 和 Connect 信令对其响应，同时启动定时器。如果未收到移动台的确认信息，则定时器将会超时。此时重发机制将启动。

在移动台处，同样需要做与基站段程序类似的初始化工作包括创建并初始化套接字等。通过可视化窗口中的“Connect”按钮来确定移动台是否需要连接基站。当移动台发送的 Setup 信令被基站成功后会收到基站的信令。此时调用数据处理函数处理这些接收到的信令。基于 Windows 的消息响应函数负责接收信令的可视化显示；信令处理函数对信令类型进行判断并参照图 1 中的信令流程进行进一步处理。

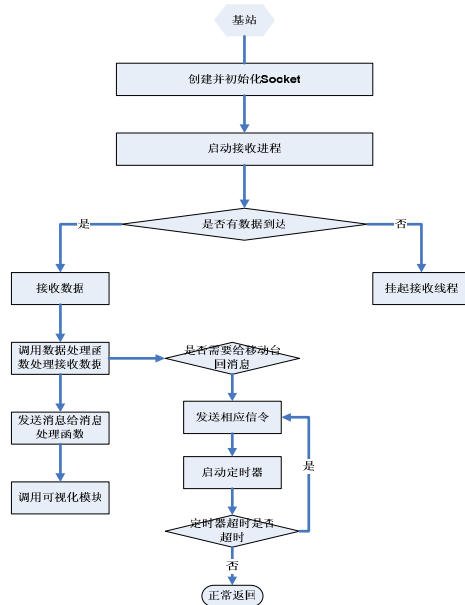


图 5 基站程序流程

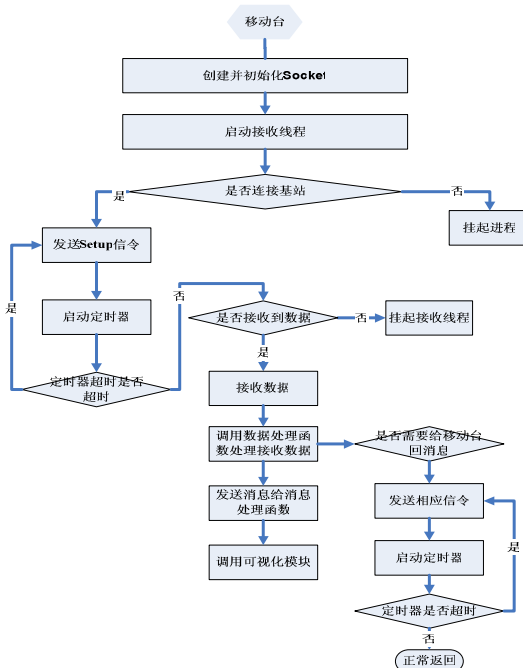


图 6 移动台程序流程

2.2.3 软件运行结果

软件运行过程中，在不同传输情景下的四次通信截图。

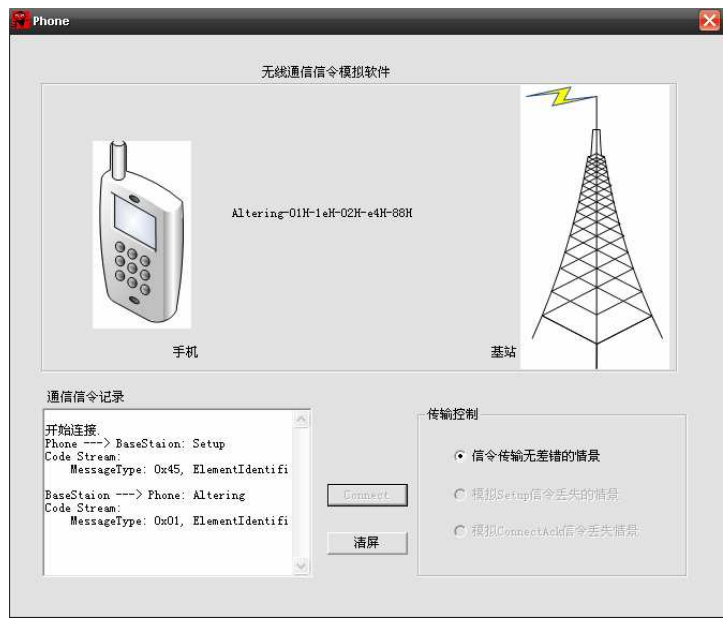


图 7 运行例图无差错情景

选定一种模拟情景，按下 Connect 按钮控件后（注意：在点击 Connect 之前必须保证 BaseStation.exe 已打开），手机和基站之间开始通信。同时其他模拟情景被禁止。演示流程大概耗时 50 秒左右。

从图 7 中可以看出手机与基站的通信信令用码流的形式显示出来，码流在手机和基站之间来回流动，表示信令的一次次传递过程。通信信令记录下此时一次信令的详细信息。

在 Setup 和 ConnectAck 丢失情景下，会跳出对话框告知用户是否重新连接。选择是，将进入信令无差错情景下，再次连接基站。选择否，通话将结束。



图 8 Setup 信令丢失情景



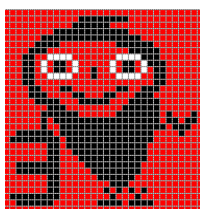
图 9 ConnectACK 信号丢失情景



图 10 基站的记录情况

3.参考资料

- [1] 孙鑫, 余安萍. “VC++ 深入详解”, 北京: 电子工业出版社. pp557-589
- [2] 韩斌杰. “GSM 原理及网络优化”, 北京: 机械工业出版社. pp113-114
- [3] 李建东. “信息网络理论基础”, 西安: 西安电子科技大学出版社. pp15-24



芝麻开门开发组。



<以上所有信息均为中兴通讯股份有限公司所有, 不得外传>

第 7 页

All Rights reserved, No Spreading abroad without Permission of ZTE