

基于 SMTP 协议的嵌入式邮件通知软件^①

张 显

(怀化学院 计算机工程系, 怀化 418000)

摘 要: 为了实时监测运行在户外恶劣环境中的嵌入式设备的运行状态信息, 本文设计并实现了基于 SMTP 协议的嵌入式邮件通知软件. 邮件通知软件是运行在带有 GPRS 网络的嵌入式设备上, 邮件通知软件首先检测并获得设备的相关告警信息, 生成指定格式的邮件内容和邮件标题, 然后在设备与邮件代理服务器之间通过 GPRS 网络建立 TCP 连接, 按照 SMTP 协议的语法结构发送告警信息邮件给指定邮件代理服务器. 最后设计了相关实验来测试邮件通知软件检测设备告警信息和发送告警邮件的可靠性. 实验结果表明基于 SMTP 协议的嵌入式邮件通知软件能够满足实际运行环境的要求, 同时软件具有较好的可靠性和稳定性.

关键词: SMTP 协议; 嵌入式设备; 邮件; 邮件代理服务器

Embedded E-mail Notification Software Base on SMTP Protocol

ZHANG Xian

(Department of Computer Engineering, Huaihua University, Huaihua 418000, China)

Abstract: To monitor the operation of embedded devices in harsh outdoor environment, this thesis designed an embedded E-mail advice software based on SMTP protocol. E-mail notification software is running on embedded devices with GPRS network, it first goes for the test to get the warning information and forms the E-mail's content and title in designed format, then establishes TCP link between the device and E-mail proxy Server through the GPRS network and sends the warning information to the E-mail proxy server according to the grammatical pattern of the SMTP. At last it designs a relative experiment to confirm the reliability of E-mail notification software. The result of experiment shows that embedded E-mail advice software based on SMTP can meet the real operation's requirement and it has a relative reliability and stability.

Key words: SMTP protocol; embedded devices; E-mail; E-mail proxy server

随着计算机技术、网络技术和微电子技术的不断发展, 嵌入式系统的应用已经越来越多的深入到我们日常生活中的各个领域^[1,2]. 但是很多嵌入式设备都运行在环境比较恶劣的户外且分散, 如各种通信基站设备、户外监控设备、户外采集设备等. 对于这些设备, 人们怎么才能实时掌握设备的运行状况和相关信息呢? 针对这种情况, 我们在这些嵌入式设备上设计一个邮件通知软件, 当设备出现故障或软件运行不正常时, 邮件通知软件可以自动产生相关告警信息的 E-mail 邮件通过 GPRS 网络通信接口发送给设备管理

员或监控平台, 达到实时掌握设备运行状况的功能.

现有邮件传输协议主要有 SMTP 协议、POP 协议和 IMAP 协议^[3,4]. SMTP(简单邮件传输协议)是一种以客户机/服务器拓扑结构运行的基于文本的协议, 它主要用于发送 E-mail^[5]. POP3(邮件协议 3)是另一种邮件系统环路的基于文本的协议, POP3 协议主要用在邮件用户代理的阅读端, 因为 POP3 协议能允许用户检索邮件服务器收到的被保存的 E-mail^[6]. IMAP(互联网信息访问协议)是一种优于 POP 的新协议, 和 POP 一样, IMAP 也能下载邮件、从服务器中删除邮件或询问是

^① 基金项目: 国家自然科学基金(41301084)

收稿时间: 2015-02-13; 收到修改稿时间: 2015-04-02

否有新邮件,但 IMAP 克服了 POP 的一些缺点.由于邮件通知软件的主要功能是根据嵌入式设备告警上报的信息发送 E-mail 给管理员邮件代理服务器,因此这里选用基于 SMTP 协议实现邮件通知软件的发送.

基于 SMTP 协议的邮件通知软件实现了把嵌入式设备的告警信息(以指定的格式)通过 GPRS 网络发送到指定的管理员邮件代理服务器上,实现实时监测远程嵌入式设备.

1 系统概述

本系统(邮件通知软件)是集成在运行于户外恶劣环境的嵌入式设备上,起到实时掌握设备运行状态的功能.嵌入式设备上含有 GPRS 通信模块,邮件通知软件在设备出现故障时,会检测并产生相应的告警信息,生成 E-mail 邮件通过 GPRS 网络发送给管理员.系统工作总体结构框图如图 1 所示.

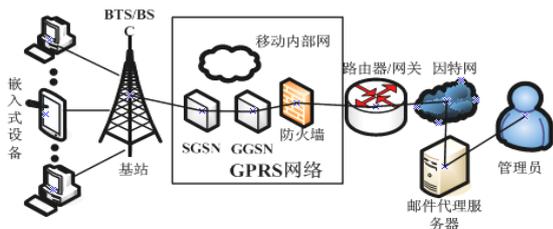


图 1 系统工作总体结构框图

从系统工作总体结构框图中可以知道,邮件通知软件的数据经 GPRS 网络与因特网互联的传输过程为:嵌入式设备终端 MODEM 拨号上网连接到 BTS(基站收发台),BTS(基站收发台)收到数据请求并把它传输到 BSC(基站控制器),BSC(基站控制器)收到从 BTS(基站收发台)传送过来的拨号请求并把请求打包送至 SGSN(GPRS 服务支持节点),SGSN(GPRS 服务支持节点)再将请求送至 GGSN(网关 GSN),GGSN(网关 GSN)为用户设备分配一个私有 IP 地址,设备获得 IP 地址后发送相应的应用请求到网关支持节点(GGSN),GGSN 对分组数据请求进行相应的处理,再通过因特网发送到目的地(邮件代理服务器).

对于图 1 中嵌入式设备端可以认为是客户端,邮件代理服务器可认为是服务器端,网络中客户端和服务器的通信可以用 socket 套接字编程实现.邮件发送程序就是实现在客户端到服务器端的通信连接,将相关信息从客户端发送给服务器端,这样就可以直接

在客户端和服务端之间建立 TCP 套接字连接来传输消息.首先嵌入式设备与邮件代理服务器建立 TCP 套接字连接,并按 SMTP 协议语义发送邮件到邮件代理服务器上,然后当管理员登录相应的邮件代理服务器时,就使用 POP3 协议从邮件代理服务器上下载属于自己的邮件,这样管理员就获得远程嵌入式设备发送的邮件信息,获得远端设备的运行状态信息.

2 系统设计与实现

2.1 模块设计

邮件通知软件主要包括告警信息提取模块、邮件生成模块、邮件发送模块.

1)告警信息提取模块

邮件通知软件向用户展现的是发送 E-mail 邮件,当设备出现告警上报时发送邮件.这就需要软件对设备告警信息的提取.告警信号是通过硬件电路产生电平信号以实现告警信号的模拟.当设备出现告警情况的时候,产生告警信号,主控软件捕获设备的告警信号,邮件通知软件通过与主控软件的通信来提取告警信号.

告警信号的提取通过函数接口的形式实现,邮件软件根据设备的告警信号类别产生一个信息集,信息集中的每个信息分别对应着一个告警信号.当设备告警上报时,主控软件捕获告警信号,邮件软件与主控软件通信获得相应的告警信号类别,根据告警信号类别从已有的信息集中提取相应的告警信息.

2)邮件生成模块

根据告警信号的分类,把提取的相关告警信息分别产生对应的邮件标题和邮件内容,邮件标题和邮件内容是根据告警信号的分类事先设定好的.邮件的“抄送”首先写在一个固定的数据段内,也可以通过软件手动设置抄送人的邮箱.邮件的“接收者”也首先就按指定的接收人写在一个固定的数据里,也可以通过软件手动设置抄送人的邮箱.邮件的正文由告警信息和相应设备的 WEB 地址信息组成.最后生成的邮件内容格式与我们日常使用的邮件格式相似,如下所示.

```

发送人: boy@126.com
抄送: ddy@163.com
接受人: jazz@comba.com.cn
主题: 某某设备出现某某告警
正文: 某某设备的具体某某告警信息...
设备的 WEB 地址信息...
    
```

3)邮件发送模块

邮件通知软件的主要功能是根据设备告警上报的信息发送 E-mail 给管理员邮件代理服务器, 因此这里选用基于 SMTP 协议实现邮件发送功能.

基于 SMTP 协议的邮件发送模块主要实现的是将邮件消息从嵌入式设备转发到邮件代理服务器. 为了做到这一点, 只需要在嵌入式设备端与邮件代理服务器端建立一个 TCP 双向传输通道, 然后按照 SMTP 协议的格式发送邮件信息. 邮件传输流程图如图 2 所示.

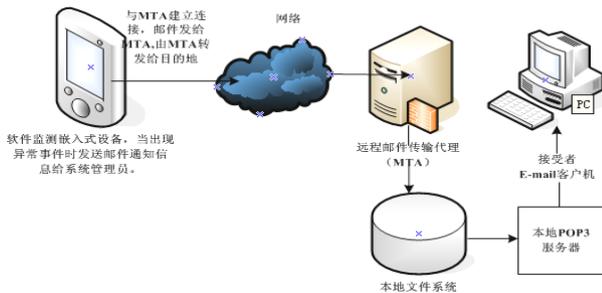


图 2 邮件通知软件邮件传输流程图

从邮件通知软件传输流程图中可以得知: 邮件通知软件在当设备出现告警上报时, 捕获告警信息, 并根据告警信息按一定的格式要求产生 E-mail 邮件, 然后设备经 GPRS 网络或以太网网络与邮件代理服务器的 25 号端口建立一个 TCP 连接, 建立连接成功后, 邮件通知软件以 SMTP 协议的通信格式发送邮件信息给邮件服务器. 如果一个邮件信息不能被投递的话, 服务器则向邮件发送方返回一个包含该信息的错误报告. 当用户启动邮件阅读器时 POP3 开始工作, 邮件阅读器呼叫邮件代理服务器并且在 110 端口上建立一个 TCP 连接, 一旦连接建立成功, 邮件阅读器就从代理服务器上下载属于自己的邮件信息. 这样用户就能收取并阅读自己的邮件.

邮件通知软件的一个设计重点就是基于 SMTP 协议的客户端和邮件代理服务器端的会话过程. 邮件发送模块按照此会话过程发送邮件. 下面为客户机与邮件服务器之间的 SMTP 对话过程.

S: 220 xyz.com SMTP service ready
 C: HELO abcd.com
 S: 250 xyz.com says hello to abcd.com
 C: MAIL FROM:<elinor@abcd.com>
 S: 250 sender ok
 C: RCPT TO:<Carolyn@xyz.com>
 S: 250 recipient ok
 C: DATA

S: 354 Send mail;end with "." On a line by itself

C:

C: Content-type:text/html

C: Subject: Test email

C:

C: contents...

C:

C: .

S: 250 message accepted

C: QUIT

S: 221 xyz.com closing connection

这里 S 代表邮件服务器, C 代表客户端.

传递通道建立, 客户端依次向邮件服务器端发送 HELO、MAIL FROM、RCPT TO、DATA、Subject、QUIT 等命令, 服务器端响应对应信息, 已完成邮件传输.

2.2 软件设计

2.2.1 程序设计流程

邮件通知软件从嵌入式设备告警获取告警信号, 然后产生邮件告警信息和邮件标题, 到程序发送邮件告警信息到邮件代理服务器的流程如图 3 所示.

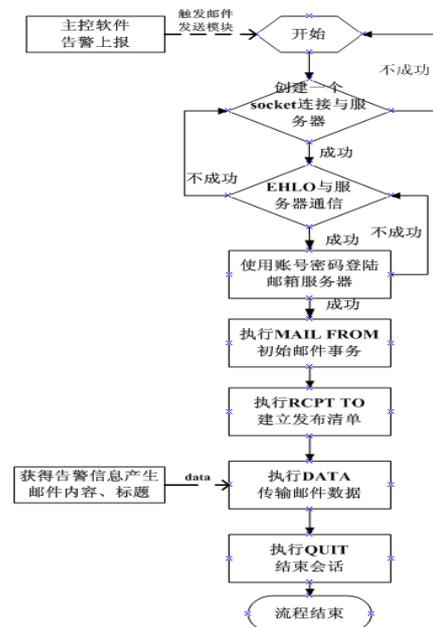


图 3 邮件通知软件流程图

从图 3 中可以知道, 程序以功能模块区分. 首先当主控软件监测到设备告警上报时, 触发邮件软件开始, 邮件软件新建一个套接字描述符, 利用该套接字描述符与邮件服务器的 25 端口建立连接, 连接成功后, 客户端发送 EHLO 消息与服务服务器进行 SMTP 对话, 服

务器响应并接受该消息后, 客户端发送用户名和密码登陆该邮件服务器, 登陆成功后, 执行 MAIL FROM 命令与服务器初始化邮件事务, 然后执行 RCPT TO 命令建立发布清单, 服务器响应成功后使用 DATA 命令传输邮件信息, 邮件信息是与主控软件通信获得告警信息以及一些固定信息, 邮件数据发送完成后, 执行 QUIT 命令完成发送邮件会话, 整个流程结束。

2.2.2 软件函数接口

邮件通知软件是当捕获到设备告警信息时建立 TCP 连接与邮件服务器通信发送告警邮件信息。为了使软件能够具有更好的移植性, 采用模块化的设计, 把每个功能分割成对应的函数来实现。下面介绍软件的几个主要模块函数。

1) int ConnectHost (const char *hostname)

返回值: 有符号长整型, 值为-1时报错, 值为1时为连接主机服务器成功;

参数: *hostname 服务器的主机 ip 地址;

功能: 创建 Socket 套接字与邮件服务器建立连接。

2) int GetDataAndSub(char *data,char *subject)

返回值: 有符号长整型, 值为-1时报错, 值为1时为获取信息成功;

参数: *data 为告警信息, *subject 为告警主题;

功能: 获得设备的告警信息和告警主题。

3) int SetToAndChao(char *to,char *Chao)

返回值: 有符号长整型, 值为-1时报错, 值为1时为设置接收人和抄送人成功;

参数: *to 为接收人, *Chao 为抄送人;

功能: 设置邮件接收人和抄送人邮件信箱。

4) int SendMail(const char *from,const char *to,const char *date,const char *subject,const char *data)

返回值: 有符号长整型, 值为-1时报错, 值为1时为与邮件服务器发送数据成功;

参数: *from 邮件发送者地址, *to 邮件接收者地址,*date 邮件发送时间, *subject 邮件主题, *data 邮件内容;

功能: 发送告警邮件信息。

3 系统运行与测试

为了验证邮件通知软件的可用性和可靠性, 我们把软件运行在 5 台嵌入式设备上进行了测试。嵌入式设备的具体情况为: MCU: ARM9 核; SDRAM: 64MB; NAND FLASH: 256MB; 操作系统: Linux。设备可监控上报的告警有电源故障告警、过温告警、位置告警、风

扇告警、外部告警、其它模块告警、软件故障等。设计相关实验测试在不同的场景发送或抄送给不同邮件代理服务器的成功率以及设备告警检测的成功率, 每种邮件代理服务器测试次数为 50 次。测试结果如表 1 所示。

表 1 告警检查成功率及邮件发送成功率

邮件代理服务器	设备告警检测成功率(%) (注: 与接收邮箱无关)	接收人成功率(%)	抄送人成功率(%)
sina 邮箱	100	100	100
163 邮箱	100	100	100
qq 邮箱	100	100	100

上表中的设备告警检测成功率与发送邮件代理服务无关, 设备告警检测成功率只与设备硬件的检测灵敏度和软件检测的可靠性有关。设备可检测的告警有电源故障告警、过温告警、位置告警、风扇告警、外部告警、其它模块告警、软件故障等, 且检测的可靠性较高。从邮件发送的层面测试邮件通知软件的发送成功率也较高。

从测试的整体结果看, 本文所设计的邮件通知软件可靠性较高, 实用性较好, 能够满足实际应用环境的要求。

4 结语

针对运行在户外恶劣环境下的分散嵌入式设备, 设计了基于 SMTP 协议的嵌入式邮件告警通知软件, 能够实时的监测嵌入式设备的运行状况和相关信息, 并把相关告警信息以邮件的方式发送到管理员的代理邮件服务器上。邮件通知软件在实际测试中能够满足实际的需求, 进一步提高了嵌入式设备运行的可靠性, 有效的解决了获得户外远端嵌入式设备的运行状态信息的问题。对嵌入式设备更加智能化起到促进作用。

参考文献

- 何鹏飞,何平,张松阳,赵鸿博.组件技术在嵌入式系统中的应用.计算机系统应用,2014,23(6):220-223.
- 余攀峰.嵌入式多核平台调试技术.计算机系统应用,2013,22(11):187-189,203.
- 谢希仁.计算机网络.第4版.北京:电子工业出版社,2003.
- 钱诚慎.SMTP 电子邮件客户端与服务器的设计与实现[硕士学位论文].大连:大连理工大学,2006.
- 冯洋,周立辉,卢洪锋,邵利民.基于 E-mail 的远程监控系统报警软件设计.科技资讯,2014,32(11):12-14.
- 赵检华.基于 POP3 的邮件监测系统的研究与实现[硕士学位论文].成都:电子科技大学,2013.