

基于 MAS 的无线数据通信网络设计

丁隆厚 (解放军电子技术学院)

摘要: MAS 系统的主站和多个外围站可组成一个一点对多点的无线数据采集网络。利用上述系统可构成一个无线数据通信网络, 本文给出了其设计思想以及各层协议的实现方法。

一、引言

随着无线数据通信技术和设备的不断发展, 无线数据通信网络已成为用户普遍采用的区域网络技术之一, 特别是在地理环境复杂、位置分散而有线信道无法保证的场合。在区域无线数据通信网络中, 通常采用两种组网方式: 一种是无中心站结构的组网方式, 即网络不设中心控制站, 网内各站点的物理结构相同、逻辑地位不等; 另一种是中心站结构的组网方式, 网络由一个中心站(也称为基站或主站)和多个外围站(也称为分站)组成, 外围站之间的通信必须受中心站控制并通过中心站来转接, 中心站是全网的核心, 负责全网的通信管理和控制。

本文给出了一种基于 MAS(多址系统)的后一种无线数据通信网络的实现方法, 整个系统采用美国 Alligator 通信有限公司生产的 MAS 设备来实现。

二、系统设计概述

1. Alligator MAS 系统简介

Alligator MAS 系统由一个 MPR 1800 型主站和多个 MPR 1888 型远程单元组成, 形成一个一点对多点的时分复用数据传输系统。该系统利用超短波无线数据通信技术, 其收发信机工作于 859~960MHz 频段, 每一系统仅需要一对频率, 信道带宽为 12.5KHz 或 25KHz, 数据传输速率为 3000~9600BPS, 通信半径为 40~60 公里。

MPR 1800 和 MPR 1888 是微处理器控制的智能无线收发信机, 在美国联邦通信委员会 FCC 规则第 94 部分说明的 MAS 中分别用作主站和远程单元。它们可对以 100 多对频率对(928[接收]和 952 或 959[发射])进行合

成和编程, 占用 12.5KHz 或 25KHz 频带。MPR180 收发是全双工的, MPR 1888 是半双工的。

MPR 1800 用作远程无线网的状态诊断和控制中心, 当系统诊断和控制软件装入与主站相连的个人计算机中, 就可以通过主站的射频通道对每个 MPR 1888 远程无线电设备作监控和调整。MPR 1888 设计成从主站无线电设备接收询问命令和传递它给远程终端单元(Remote Terminal Unit, RTU)的远程站。经无线电主站编址后适当的 RTU 能使 MPR 1888 打开并将数据传回给主站。

2. 网络拓扑连接

根据 MAS 系统的特点, 无线数据通信网络可由一台 MPR 1800 和与之相连的 PC 机作为网络的中心站, 由多台 MPR 1888 和与之相连的 PC 机作为外围站, 构成一个星形网络结构, 如图 1 所示:

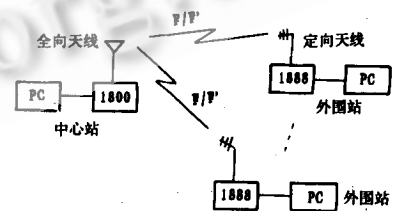


图 1

其中, 中心站是无线网的核心, 负责网络通信管理和起链路连接作用, 主要完成任意两个外围站之间通信联系的建立, 报文的存储转发, 以及整个无线网的状态诊断和控制。而外围站是网络 and 用户交互的终端, 负责从中心站接收别的终端用户通信请求, 以及通过中心站来转发本地终端用户通信请求。

3. 网络体系结构

由于 MAS 系统的特殊性, 其网络的通信完全由中

心站来发送轮询(Pollint)/命令信息来控制,首先中心站依次发送轮询信号到外围站,若某外围站有网络通信请求,则该外围站进行报文发送,外围站报文到达中心站后,中心站根据其报文目的地址,呼叫指定的外围站,完成报文的转发。根据上述工作过程可以将整个无线数据通信网简单地划分为应用层、传输层、数据链路层和物理层四个层次组成,由图2所示:

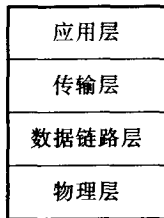


图 2

物理层由 MPR 1800 和 MPR 1888 提供的 RS 232-C 接口协议提供。其中 MPR 1800 内部 MODEM 可实现 600-1200bps 数据传输速率;外接 MODEM 可实现 1200-9600bps 数据传输速率。

数据链路层采用适于 MAS 系统的面向字节计数的仿真 DDCMP 半双工协议,实现对链路的管理,包括报文无顺序差错交换,同步控制等。其中信息报头帧的长度为 128 字节。

传输层主要完成报文的分拆与拼接,按目的地址发送以及报文缓冲处理等。其传输规约以 6K 为一块对报文进行分块发送和接收。

应用层,主要负责报文的存档与日志,网络通信请求和监控信息的处理与解释等。

其中物理层采用的 RS232-C 协议本文不再叙述,下面主要介绍数据链路层,传输层和应用层的主要功能及实现过程。

三、数据链路层协议设计

数据链路层对应于 OSI 模型中数据链路层与网络层的功能。由于采用了星网的拓扑结构,路由问题变得很简单,本层主要任务是完成数据在无差错链路上的传输。根据无线数据通信的特点,系统采用了仿真 DDCMP 面向字节计数协议。在每个报文中,提供数据部分的字节计数,来指示报文的长度,使用专门的 ASCII 字符来指出报文的开始。

1. 报文格式

DDCMP 协议分数据报文和控制报文两种,数据报文由用户数据组成;控制报文用于控制链路建立,返回确认和其它控制信息,以此确保完整无差错的数据传输。

(1)数据报文。DDCMP 将所有来自传输层,需通过物理层链路发送的报文,构造成数据报文的格式,如下所示:

标识符	长度	标志	应答号	发送号	地址	CRC1	数据	CRC2
-----	----	----	-----	-----	----	------	----	------

数据报文的构造确保对报头信息及需发送的数据进行严格的地理和验错。其中:

标识符占一字节,其值为"SOH"=81H,表示数据报文的报头开始。

长度占一字节,表示一帧中数据报文的数据部分字节数,其值不能为零。

标志占一字节,表示一份报文中最后一帧的标志,其值为 7FH;如果是多块报,其值为 3FH,表示某一块的最后一帧。

应答号占一字节,对发方而言其值为零。

发送号占一字节,表示发方发出的数据报头帧的连续编号。

地址占一字节,表示报文发往的目的地址。

CRC1 占二字节,本规程无用,值为 0。

数据部分为传输的数据信息,其长度为 0-128 字节。

CRC2 占二字节,表示数据报头与数据部分一起校验的 CRC 校验和。

(2)控制报文。仿真 DDCMP 协议有五个控制报文,它们负责在 DDCMP 模块之间运载控制信息,传输状态和初始化通知。所有控制报文的操作是为了保证在发送和接收的 DDCMP 模块之间有一条无差错的链路。

控制报文有五种形式,其格式说明如下:

标识符	长度	标志	应答号	发送号	地址	CRC
-----	----	----	-----	-----	----	-----

下面分别说明:

①启动探测报文(STRT)。在 DDCMP 链路上建立初始联系和同步,在中心站发送询问或命令请求时,其 DDCMP 模块发送该报文。其中:

标识符占一字节,其值为"ENQ"=05H 表示控制报文的开始。

类别占一字节,其值为 06H,表示启动报文。

标志占一字节,其值分别如下:

- 00H:中心站发送探测命令;
- 01H:中心站发送报文请求;
- 02H:中心站发送广播请求;
- 03H:中心站发送电报请求;
- 4FH:中心站重发块请求。

应答号占一字节,其值为零,对启动探测报文无用。

发送号占一字节,其值为零,对启动探测报文无用。

地址占一字节,表示报文发往的目的地,其值为 0FFH 时表示广播信息。

CRC 占二字节,其值是前 6 个字节的 CRC 校验值。

②启动应答探测报文(STACK)。是外围站对中心站 STRT 报文的应答,它告诉中心站 DDCMP 模块,本模块有网络通信请求或已准备好接收中心站的网络通信服务。其中:

类别占一字节,其值为 07H。

标志占一字节,其值分别如下:

- 00H:接受中心站数据发送服务;
- 01H:外围站发送报文请求;
- 02H:外围站发送电报请求;
- 4FH:以中心站重发块请求的应答;
- 0FFH:外围站无通信服务请求。

其余同 STRT 报文。

③肯定应答报文(ACK)。它确认接受了当前一些编号的报文,这些报文通过了 CRC-16 校验。用于对刚接收的数据报文正确接收的肯定应答。其中:

类别占一字节,其值为 01H 表示肯定应答报文。

标志占一字节,表示连续收到的最后一帧数据报文标志,其值为 7FH;如果是多块报文,其值为 3FH,表示某块中的最后一帧。

其余与 STRT 报文相同。

④否定应答报文(NAK)。将出错消息从数据接收方 DDCMP 模块传送到发送方的 DDCMP 模块,由标志域指出错误原因。NAK 报文的作用有两个:它确认接收了所有先前传送的报文,这些报文的编号小于当前收到的报文编号;另一方面,通知发送者有关当前报文的错误原因。其中:

类别占一字节,其值为 02H,表示否定应答报文

标志占一字节,表示错误的类型,其值分别如下:

- 01H:为数据报头出错;
- 02H:为 CRC2 校验出错;
- 03H:对询问报文的否定回答,即对询问编号的

数据报文没有收到。

应答号占一字节,表示已连续收到对方发来的数据报文最后一正确帧的编号。

其余与 STRT 相同。

⑤询问报文(REP)。是数据发送者向数据接收者要求给出已发送报文的接收状态的报文。当数据发送者已经发送了一个数据报文,并且在给定的确认期间内,没有收到对该报文的确认,则它发送一个 REP 报文。其中:

类别占一字节,其值为 03H,表示询问报文。

标志占一字节,表示数据报文帧的标志,其值分别如下:

- 7FH:表示通讯中数据报文的最后一帧;
- 3FH:表示通讯中数据报文某块中的最后一帧;
- 44H:表示通讯中数据报文中继帧。
- 00H:表示数据报文中的第一帧。

发送号占一字节,其值为发方发出的数据报文连续帧号的最高编号。用来询问是否收到该编号的数据报文。

其余与 STRT 相同。

2. 差错控制方法

差错控制包括差错校验和差错恢复。

在差错校验方面本规程采用了快连 CRC 校验技术,其校验多项式为 $G(X) = X^{16} + X^5 + 1$ 。对于数据报文,其报头和数据一起进行 CRC 校验。在差错恢复方面,本规程采用的反馈重传纠错 ARQ 法进行。若发送站发出一帧,同时启动一定时器,若接收到一帧的校验字正确,则接收站发送一肯定应答报,否则发送一否定应答报。若发送站在定时时间内收到肯定应答报,则表示收方正确接收,否则(收到否定应答或超时)发送站进行重发,若发送站在规定的重发次数(本规程为 8 次)内不能将差错恢复,则系统认为本次发送失败。对于接收方,同样也采用了接收定时器来保证差错的恢复,当接收方开始接收一帧时,启动接收定时器工作,若在规定的时间内未收到报文则表示发方发送失败,接收方认为本次发送失败,启动系统恢

复机制,重新建立起正常的操作。此外,在接收方还要对数据报报头的发送号和应答号进行检查,以防止重帧和帧的丢失。

3.链路控制操作过程

链路控制按上面报文格式的要求进行操作,其操作的方法是首先中心站发出启动探询报文(STRT),然后外围站按 STRT 的内空进行操作。一般情况下链路控制操作过程分为建立数据链路连接,数据交换和终止链路三个阶段。下面分别来介绍一下这三个阶段的工作过程。

(1)建立数据链路连接阶段。当中心站发送轮询或命令请求时,首先发送 STRT,其 DDCMP 模块就开始与所寻址的外围站建立逻辑链路连接。如果这时被寻址的外围站的同等数据链路层实体已就绪,收到 STRT 后,通知其传输层有连接请求。若传输层响应连接,则通知其下层数据链路层,这时数据链路层发送 STACK,响应对方请求。中心站 DDCMP 模块收到该应答后,通知传输层。至此数据链路连接建立起来,开始进入数据交换阶段。

(2)数据交换阶段。一旦外围站接受连接请求,并且已建立了逻辑链路,DDCMP 模块就可进行发送和接收数据,即进行数据交换。

首先发送端 DDCMP 模块,按数据报文格式组成发送报文,发给接收端的 DDCMP 模块,接收端 DDCMP 模块收到数据报文后,对其进行校验,如果数据接收正确,则通知其传输层有数据到达。等到传输层响应后,接收端 DDCMP 模块发送 ACK 报文,送给发送数据的 DDCMP 模块。当发送端收到应答后,通知其传输层,表示所发数据正确收到,并完成该帧数据传送。这一过程可反复进行,直到传输层数据全部发完为止。如果数据报文有错,接收端 DDCMP 模块发出 NAK 给发送端的 DDCMP 模块,要求重发该数据报文。发送端 DDCMP 模块执行重复发送功能,此时不再通知传输层任何信息。若该数据报文经过多次重发仍不成功,通知传输层出现了不可恢复的错误。如果重发成功,就通知传输层该次发送成功。当所有数据全部发完后,就进入终止链路阶段。

(3)终止链路阶段。当 DDCMP 模块发送或接收完一帧报文后,若判断其是最后一帧报文,则终止数据交换,拆除收发链路,各计数器标志恢复初值,并通知传输层,已

完成链路的拆除,等待下一次链路连接请求。

四、高层协议设计

1.传输层

无线网中心站是以报文为单位实现信息的存储转发处理,考虑到报文信息长度的随意性和中心站内存的限制,传输层对报文的处理是以 6K 为长度对报文进行分块发送和接收。传输层每次读一块数据交数据链路层发送;数据链路层每接收完一块,通知传输层进行写盘处理。

为一实现报文的透明传输,传输层采用了报文传输预约协议,其预约协议如下:

报文源站地址	报文文件名
1 字节	1~32 字节

其中,报文源站地址占一字节,表示发送报文站的逻辑地址;报文文件名为 1~32 字节,不能为 0,其文件名符合 DOS 系统文件名的规定。

当报文发送方发送报文前,先发送上述预约帧,接收方收到该预约信息后,建立相应文件名,然后进入报文正文信息的接收处理。

2.应用层

应用层主要实现无线网与用户交互信息的输入输出处理,对应于 OSI 模型的高三层。

由于无线网中心站和外围站的地位和作用不同,下面我们来分别叙述。

(1)中心站。中心站应用层主要由网络监控、网络通信服务和系统维护三大部分组成。

网络监控部分主要实现中心站轮询信息的发送以及报文的转发处理;并实现对中心站当前工作情况的显示。主要包括工作串口号、波特率、发送报文的外围站号、接收报文的外围站号等。

网络通信服务部分主要实现以下服务:

①发送报文:实现中心站对指定外围站的报文信息传送;

②发送电报:实现中心站对指定外围站简短信息的发送,其长度不能超过 128 字节;

③发送广播:实现中心站对所有外围站简短信息的发送。

系统维护部分主要实现以下功能:

①系统初始工作参数设置:主要实现网络工作时所

必须的一些参数的设置,包括外围站总数(1~253)、工作串口号(COM1、COM2)、传输波特率(600~9600BPS)等;

②查看报文转发情况:实现对中心站转发报文登记信息的显示与打印,包括报文名、报文源站号、报文的站号、转发时间等信息的显示;

③查看报文收发情况:实现对中心站接收和发送报文登记信息的显示与打印,包括报文名、外围站号、报文的流向[收/发]、处理时间等信息。

通常情况下,中心站处于网络监控状态,若中心站要进行其它业务处理,可按 ESC 键,当中心站当前轮询或转发业务完成后,终止监控,进入主菜单,然后可选择进入网络通信服务或系统维护处理。当上述处理完成后,自动恢复中断了的监控状态,从下一轮询号开始,继续进行监控服务。

(2)外围站。外围站应用层主要由网络通信服务和网络维护两部分组成。

网络通信服务部分主要实现以下服务:

①发送报文:实现该外围站对指定外围站(包括中心站)的报文信息传送;

②发送电报:实现本外围站对指定外围站(包括中心站)简短信息的发送,其长度不能超过 128 字节。

系统维护部分主要实现以下功能:

①系统初始工作参数设置:主要包括外围站地址号(01~0FEH)、工作串口号(COM1、COM2)、传输波特率(600~9600BPS)等;

②显示当前工作状态:实现外围站当前工作情况的显示,主要包括工作串口号、波特率、发送或接收报文的外围站号等;

③查找报文收发情况:实现对外围站接收和发送报文登记信息的显示和打印,包括报文名、外围站号、报文的流向(收/发)、收发时间等信息。

(3)报文转发策略。考虑到报文转发的延时,我们采用了接收即转发的策略。即当中心站轮询到某一外围站时,若该外围站有报文发送,即接收该报文,该报文接收完毕立即呼叫指定的外围站,通知其进行接收处理,中心站转发完成后,再继续进行下面的轮询。

五、系统性能分析与评估

利用上述设计思想,我们实现的无线数据通信网络,

系统构造简单、灵活,软件设计容易,成功地实现了区域内任意用户之间的通讯服务。下面我们来分析一下系统报文的延时情况。

设系统的波特率为 1200BPS,通过实验测得中心站询问呼每一个外围站的平均时间为 2 秒,平均发送或接收一帧数据的时间为 1.3 秒,那么,中心站转发一个长度为 M 帧的报文的延时(从询问源站到目的站接收成功)为:

$$2 * (1.3M+2) = 2.6M+4 \text{ 秒}$$

若系统共有 N 个外围站,其中有 D 个站都有长度为 M 帧的报文需传送,这时系统进行完所有的报文传送所需要的时间 T 为:

$$T = 2 * (1.3M+2) * D + (N-D) * 2 \\ = 2.6DM + 2D + 2N \text{ 秒}$$

当报文的长度为一块(m=48 帧),N=5,D=5 时,其 T=644 秒。

从上面分析可以看出,当系统波特率给定时,报文传输的延时与网内外围站的数量、需传输报文的外围站数以及各站传输报文的长度有关。当网内站数越多,需传送报文的站越多。传输的报文长度越长,则传输的延时就越大。因此,该系统适宜在系统的工作站数不很多,传输实时性要求不太高的场合下应用。

参考文献:

[1]MODEL 1800 MAS REMOTE RADIO TR
ANSCEIVER PRELIMINARY INSTALLATION
AND OPERATION MANUAL. ALLIGATOR
COMMUNICATIONS INC. NOVEMBER 1992

[2]MODEL 1888 MAS REMOTE RADIO TR
ANSCEIVER PRELIMINARY INSTALLATION
AND OPERATLN MANUAL. ALLIGATOR
COMMUNICATIONS INC. NOVEMBER 1992

SXD系列打印机共享器

2型全自动二共一串口360元 3型绘图仪二共一串口220元
4型多功能二共二串口300元 5型全自动四共一串口520元
1型半自动二共一串口220元 多种TH中学智能题库软件
中关村电子世界528号 电话:2678884 北京科海应用技术公司 电话:2668390
北京清华计算机公司 电话:2668738 清华计算机技术服务部 电话:2668328

清华大学科学馆

邮政编码: 100084 联系人: 魏宝英 张罗平
电话/传真: 2594866 (24小时语音传真自动回复)