

文章编号: 1002-0446(2001)02-0118-05

VB 下的 PLC 通讯以及在壁面清洗机器人监控中的应用*

谈士力 沈俊杰 张海洪 龚振邦

(上海大学机电工程与自动化学院精密机械工程系特种机器人技术应用研究室 201800)

摘要: 结合 OMRON CQM1 型可编程控制器特点, 通过壁面清洗机器人监控系统的具体程序, 系统地阐述了 VB 下的 PLC 与上位计算机通讯程序的设计方法和使用要点。

关键词: 可编程序控制器; 上位计算机; 通讯; 壁面清洗机器人

中图分类号: TP24 **文献标识码:** B

COMMUNICATION BETWEEN PLC AND PC COMPUTER UNDER VB ENVIRONMENT AND ITS APPLICATION IN CONTROL SYSTEM OF WALL-CLEANING MOBILE ROBOT

TAN Shi-li SHEN Jun-jie ZHANG Hai-hong GONG Zhen-bang

(Lab. of Advanced Robot Technology and Application, Dept. of Precise Mechanical Engineering, Shanghai University, 201800)

Abstract: This paper describes the design method for the communication program between PLC and PC computer in the monitor system of wall cleaning robot under MS VB environment, referring to the characteristics of PLC's architecture and programming on the OMRON CQM1 programmable logic computer. The outline and technique in programming are emphasized when the communication interface programs are designed with VB languages. Finally, one application is analyzed to verify the feasibility of this kind of design method.

Keywords: programmable logical computer, master computer, communication, wall-cleaning mobile robot

1 引言(Introduction)

由于可靠性高、适应性好、接口功能强、体积小以及组态灵活等优点, PLC 在工业控制领域得到了广泛应用。但是 PLC 无法单独构成完整的控制系统, 无法进行复杂的运算和显示各种实时控制图表和曲线, 无良好的用户界面, 不便于监控。在实际的工程应用中一般与上位计算机组成分布式/分级型控制系统, 这就需要使用 PLC 的通讯技术。在我们设计的壁面清洗机器人监控系统中 PLC 作为下位机, 用来完成控制量的输出、传感器数据的采集等工作, 上位机采用个人计算机(PC), 用来完成传感数据分析、运动规划、状态显示等功能, 实现对壁面清洗机器人的实时监控。

为实现 PLC 与上位计算机的数据通讯, 有多种开发平台可以使用, 其中 MS VB 是一套完全独立的

WINDOWS 开发系统, 是可视化的、面向对象、采用事件驱动方式的高级程序设计语言。尤其是它提供了一个预定义对象——MSComm 通讯控件。通过设置该对象的属性, 向对象发送信息, 以及为对象事件编写响应代码, 可以很方便地完成用户应用程序之间的串行通讯, 对于通过串行口进行数据通讯的 PLC 与上位计算机组成的监控系统, 它提供了稳定、可靠的通讯。

2 PLC 与上位机的通讯协议 (Communication protocol between PLC and master PC)

通讯协议包括两方面的内容: 一是通讯接口; 二是通讯方式。PLC 与上位机一般采用 RS-232 接口的异步串行通讯方式。OMRON CQM1 的 CPU 单元本

* 基金项目: 国家高科技 863 资助项目(863- 512- 980309)。

收稿日期: 2000- 05- 17

身带有 RS-232C 接口,可直接使用该端口与上位机进行 RS-232C 串行通讯.通讯方式有两种:一种是上位机始终具有初始传送优先权,所有的通讯均由上位机来启动,CQM1 总是处于被动状态,另一种是 PLC 具有优先权,命令由 PLC 发送至上位机.我们

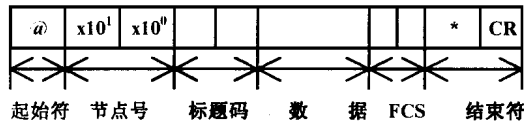


图 1 命令帧

Fig. 1 Command frame

在帧的传送格式中,“@”为起始符;节点号为 PLC 的编号(00-31),用于标识和上位机通讯的 PLC,由 PLC 中 DM6648 设定,我们设计的壁面清洗机器人监控系统中,只有一个下位 PLC,其节点号为 00;标题码为一个 2 字符的命令代码,用来标明帧的功能,例如 RD、WD 分别为读、写 DM 数据区的标题码;FCS 为一个 2 字符的帧检查次序代码,即从帧起始位@到帧数据结束(FCS 前)之前的数据进行“异或”运算的结果,用来检查帧的传送结果.例如计算机发送一命令帧@00RR00...0143* CR,帧中 43 为 FCS 的值,它是由命令帧中@、0、0、R、R、0、0...1 分别转化为 ASCII 码,再化为八位二进制数进行“异或”运算后转化为十六进制的结果.* 和 CR 表示帧结束.响应帧中结束代码为“00”标明通讯有效.

3 VB 的通讯机制和使用要点 (Communication mechanism and working outline in VB)

利用 VB 提供的定时器控件和 M S C o m m 通讯控件,可以很方便地编制面向对象的应用程序,命令传递、数据交换、图形显示在定时器控件和通讯控件中完成.

使用 M S C o m m 通讯控件的第一步是建立与串行口的连接.通过设置 C o m m P o r t、P o r t O p e n 和 S e t t i n g s 属性来打开串行端口.

CommPort 属性 设置或返回通讯端口号.注意:每个使用的 M S C o m m 控件对应着一个串行端口.如果应用程序要访问多个串行端口,例如应用程序需要和多个下位 PLC 通讯,必须使用多个使用 M S C o m m 控件.

Settings 属性 以字符串的形式设置或返回串行通讯协议.该属性值由 4 个设置值组成,有如下的

设计的监控系统中采用第一种通讯方式.

PLC 与上位机的数据通讯是以“帧”为单位进行的.帧的格式如图 1、2 所示.命令帧由上位机发送给 PLC,应答帧为 PLC 接收到命令帧后自动向上位机发送的应答信号.

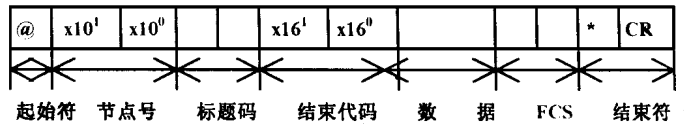


图 2 响应帧

Fig. 2 Response frame

形式:“BBBB, P, D, S”,BBBB 为波特率,P 为奇偶校验,D 为数据位数,S 为停止位数.在实现上位机和 PLC 的通讯中,Settings 属性值的设置应该根据下位 PLC 的 DM6646 单元的值来设定.OMRON CQM1 的标准通讯参数为:“9600, E, 7, 2”.

PortOpen 属性 设置并返回通讯端口的状态.将 PortOpen 属性设置为 True 打开端口,将 PortOpen 属性设置为 False 关闭端口.注意:打开端口建立连接之前,必须先用 CommPort、Settings 属性正确指定端口号(必须是物理或逻辑存在的端口)和通讯协议,一旦打开端口后,不可以随便更改 CommPort、Settings 属性的设置,如果在程序运行中必须更改这两项属性,应该先关闭端口,改变设置值之后,在重新打开端口.

端口打开后,就创建了空的接收和发送缓冲区,端口关闭缓冲区被清零.M S C o m m 控件提供了一系列的属性来管理这些缓冲区.

InBufferSize 和 **OutBufferSize** 属性 分配接收和发送缓冲区内内存的大小.缓冲区不能设得太小,至少能够存放最大的接收或发送的数据,否则造成缓冲区数据溢出的错误.

InBufferCount 和 **OutBufferCount** 属性 分别获得接收缓冲区和发送缓冲区中字节的数目.在程序执行过程中,将这两个属性的值设置为零,即可清空接收或发送缓冲区.

Rthreshold 和 **Sthreshold** 属性 设定 OnComm 事件发生前,接收或发送缓冲区中可以存放的字节数.将这两个属性值设置为零,可以抑制相应的 OnComm 事件发生.

Input 属性 获取输入缓冲区中的数据,并将保存在输入缓冲区的数据删除.

Output 属性 向发送缓冲区写入数据.

InputLen 属性 设置并返回 **Input** 属性从接收缓冲区读取的字符数. 如果把 **Input** 属性设置为零, 在使用 **Input** 属性时, **MSComm** 控件将读取接收缓

冲区的所有内容.

通讯程序框图如图 3 所示. 由于每次传送数据时, 单帧的最大数据容量为 131 个字符, 因此当传送

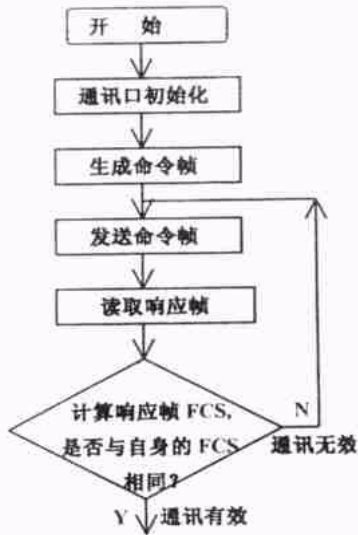


图 3 通讯程序框图

Fig. 3 Flow chart of communication

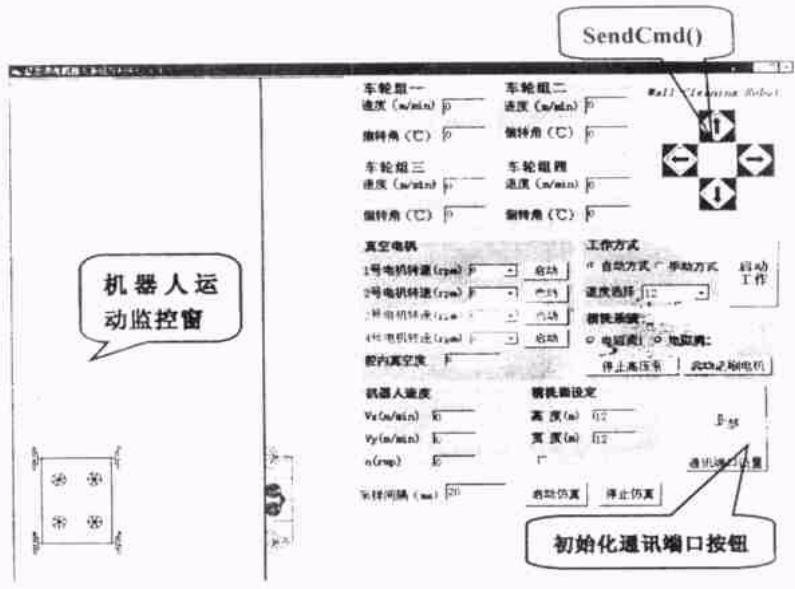


图 4 壁面清洗机器人的监控系统的主控界面

Fig. 4 Main interface of control system of wall cleaning mobile robot

的数据超过 131 个字符时, 应该在传送前分成若干帧, 分段传送, 第一帧和中间帧的结尾处用界定符 (CR) 代替结束符 (* CR).

4 壁面清洗机器人监控系统的实现 (Realization of monitor system for walking cleaning robot)

壁面清洗机器人的监控系统的主界面如图 4 所示. 上位计算机主要完成运动命令的生成、在获取机器人传感器信息的基础上, 完成机器人运动在上位机屏幕上的实时显示, 在机器人出现故障时, 允许通

过人机界面来遥操作机器人. 下位 PLC 完成对驱动电机的变频调速控制、获取和存储机器人的状态信息. 根据上、下位机在监控系统的功能分工, 两者之间需要传递的数据有动作命令和状态信息. 机器人的运动速度、运动方向和运动方式构成一个动作命令字; 壁面障碍信息、机器人真空吸盘真空度值、喷水用电磁阀的开关状态、滚刷的工作状态、真空电机的工作状态构成一个状态信息字.

机器人的动作命令字存储在 DM 0001-DM 0003 字中, 字的格式如图 5 所示. 工作状态字存储在 DM 0004-DM 0006 字中, 字的格式如图 6 所示.

DM0001-DM0003

F1	x	x	F2	x	x	x	F3	x	x	F4
----	---	---	----	---	---	---	----	---	---	----

图 5 命令字

Fig. 5 Command byte

x: 表示该位暂时没有使用.

F1: 标志位, 上位机发送新命令时, 置标志位为 F, 表示命令字已被改变, PLC 读命令字后, 重置标志

DM0004-DM0006

F5	F6	F7	x	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
----	----	----	---	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

图 6 工作状态字

Fig. 6 Working state byte

位为 0, 表示 PLC 已经按照新命令执行动作. 因此在发送新命令时, 必须先检查标志位为 0, 以确认 PLC 是否已读取了上次命. PLC 在读取命

令字时,也必须先检查标志位,以确认命令字是否已经改变.

- F2: 工作方式位. F2= 1 手动工作, F2= 2 自动工作.
 F3: 运动方向位. F3= 1 向上运动; F3= 2 向下运动;
 F3= 3 向左运动; F3= 4 向右运动.
 F4: 运动速度位. F4= 1 低速档; F4= 2 中速档; F4= 1 高速档.
 F5: 工作状态标志位. 状态改变时, PLC 重新设置工作状态字, 并置标志位为 F; 上位机定时读取状态字, 当 F5= F 时, 读取新状态字, 并重新置标志位 F5 为 0.
 F6: 障碍信息位. F6= 0 无障碍; F6= 1 有障碍.
 F7: 真空度值. F7= 0 吸盘真空度太低; F7= 1 吸盘真空度恰当; F6= 2 吸盘真空度太高.
 F8: 电磁阀 1 控制位. F8= 0 电磁阀 1 关闭; F8= 1 电磁阀 1 打开.
 F9: 电磁阀 2 控制位. F9= 0 电磁阀 2 关闭; F9= 1 电磁阀 2 打开.
 F10: 滚刷控制位. F10= 0 滚刷被动运动; F10= 1 滚刷被驱动, 做主动运动.
 F11: 真空电机 1 的控制位. F11= 1 真空电机 1 处于运行状态; F11= 0 真空电机 1 处于停止状态.
 F12: 真空电机 2 的控制位. F12= 1 真空电机 2 处于运行状态; F12= 0 真空电机 2 处于停止状态.
 F13: 真空电机 3 的控制位. F13= 1 真空电机 3 处于运行状态; F13= 0 真空电机 3 处于停止状态.
 F14: 真空电机 4 的控制位. F14= 1 真空电机 4 处于运行状态; F14= 0 真空电机 4 处于停止状态.

4.1 控制命令的发送

在发送控制命令字之前,必须先形成命令字. 命令字的形成通过分析主控界面上有关对象的取值来形成, 在程序中通过一个函数 Msend() 来完成次项功能. 在发送命令之前必须读取 PLC 中 DM0001 单元的标志位, 以确定上一次命令是否已被取走. 当操作者在主控界面上选定了所需的运行速度、运动方式, 通过点击 SendCmd() 控件, 触发 SendCmd_Click() 事件, 在该事件中完成控制命令字的发送. 程序框架如下:

```
Private Sub SendCmd_Click(Index As Integer)
    'other code'
    RData = "@00RD00010001" ' 读取 DM0001 单元的数据的命令字
    WData = Msend() ' 形成控制命令字
    com PLC. Output = RData + FCS((RData)) + "
```

```
* "+ Chr$(13) ' 发送命令, 读取 DM0001 区的数据
Instr = com PLC. Input ' 从串行端口读响应
```

```
InstrFsc = FCS(Mid(Instr), 1, Len(Instr) - 4) ' 计算效验码
```

```
' 效验码正确, 标志位改变, 则发送控制命令字
```

```
If (InstrFsc = Mid(Instr, Len(Instr) - 3, 2) And Mid(Instr, 8, 1) <> "F" Then
    com PLC. Output = WData + FCS((WData))
    * "+ Chr$(13) ' 发送控制命令字
```

```
Instr = com PLC. Input ' 从串行端口读响应
```

```
InstrFsc = FCS(Mid(Instr), 1, Len(Instr) - 4) ' 计算效验码
```

```
If (InstrFsc = Mid(Instr, Len(Instr) - 3, 2) Then ' 效验码正确, 通讯成功
```

```
' MsgBox "通讯成功"
```

```
end if
```

```
end if
```

```
'other code' ' 根据点击按钮的不同, 做相应的处理, 完成动画显示和数据处理
```

```
end sub
```

4.2 定时读取机器人的状态信息

启动监控程序之后, 利用定时器控件 Timer1 的时间中断事件 Timer1_Timer(), 定时触发上下位机的通讯, 读取 PLC 存储在 DM0004- DM0006 单元中的机器人工作状态字. 在读取完工作状态字之后, 必须写 DM0004 单元, 把标志位 F5 置为 0. 通过对读取的工作状态字适当的处理, 最终完成主控界面各个控件取值的重置以及动画的刷新. 程序框架如下:

```
Private Sub Timer1_Timer()
```

```
RData = "@00RD00040003" ' 形成读取 DM0004- DM0006 区的数据命令
```

```
WData = "@00WD00040000" ' 形成写 DM0004 的标志位命令
```

```
' 发送指令, 读取 DM0004- DM0006 区的数据
com PLC. Output = RData + FCS((RData)) + "
```

```
* "+ Chr$(13)
```

```
Instr = com PLC. Input ' 从串行端口读响应
```

```
InstrFsc = FCS(Mid(Instr), 1, Len(Instr) - 4) ' 计算效验码
```

```
' 效验码正确, 标志位改变, 则发送控制数据
```

```
If (InstrFsc = Mid(Instr, Len(Instr) -
```

```

3, 2) And Mid(Instring, 8, 1) = "F" Then
    'other code' '分析读取的工作状态字,完成
动画刷新以及各控件取值的重置
    com PLC. Output = WData + FCS((WData))
+ "*" + Chr$(13) '改写 DM 0004 的标志位
    Instring = Mscmm.com PLC. Input '从串行
端口读响应
    InstrFsc = FCS(Mid(Instring), 1, Len(In-
string) - 4) '计算响应帧 FCS
    If (InstrFsc) = Mid(Instring, Len(Instring)
- 3, 2) Then '效验码正确,通讯成功
        'MsgBox "通讯成功"
    End If
End If
End Sub

```

5 结论(Conclusion)

通过壁面清洗机器人监控系统的具体程序,系

统地阐述了在 VB 下的通讯应用程序的设计方法。系统运行表明,用 VB 的通讯控件设计的实时通讯软件可靠、稳定,很好满足了任务比较简单的实时监控系统的的功能要求。由于篇幅有限不能列出详细的软件清单。

参考文献 (References)

- 1 OMRON 公司. OMRON CQM1 型 PLC 操作、安装、编程手册. 5 - 80
- 2 冯星华等. PLC 与个人计算机间串行通讯及程序设计. 机电一体化, 2000, 1(6): 21- 24
- 3 [美] Evangelos Petroustos, VISUAL BASIC 5 从入门到精通, 第 2 版, 上海, 电子工业出版社, 1997, 1- 300

作者简介:

谈士力 (1966-), 男, 博士. 研究领域: 机器人技术应用及机电一体化.

沈俊杰 (1967-), 男, 在职博士. 研究领域: 机电一体化技术.

(上接第 117 页)

8 结论(Conclusion)

本文首次提出了末端执行器到机器人参考坐标的一个恒定旋转矩阵 R_e . 使用这个恒定旋转矩阵避免了计算 R_e 和 R_c , 同时将旋转矩阵 R_e , R_c 转化为一个常数矩阵, 这样三维目标定位的算法与过程大大简化. 实验证明这种目标定位方法具有精度高, 计算简便的优点. 本文提出的目标定位方法可应用于移动式装配机器人和移动式操作手臂中.

参考文献 (References)

- 1 Gregory D Hager. A Modular System for Robust Positioning Using Feedback from Stereo Vision. IEEE Trans, Robotics and Automation, 1997, 13(4): 582- 595
- 2 Weng J, Cohen P, Herniou M. Calibration of Stereo Cameras Using a Nonlinear Distortion Model. IEEE Trans Pattern Anal Machine Intell, 1992, 14

- 3 Ching-Cheng Wang. Extrinsic Calibration of a Vision Sensor Mounted on a Robot. IEEE Trans, Robotics and Automation, 1992, 8(2): 161- 175
- 4 G.-Q Wei, Ma S D. Implicit and Explicit Camera Calibration: Theory and Experiments. IEEE Trans Pattern Anal, Machine Intell., 1994, 16(5): 469- 480
- 5 Tsai R Y. A Versatile Camera Calibration Technique for High-accuracy 3-D Machine Vision Metrology Using Off-the-shelf TV Cameras and Lenses. IEEE J Robot Automat, 1989, 5: 16- 29

作者简介:

熊春山 (1972-), 男, 博士生. 研究领域: 机器人技术, 多传感器数据融合, 智能控制, 通信与网络.

黄心汉 (1947-), 男, 教授, 博士生导师. 研究领域: 机器人技术, 多传感器数据融合, 智能控制.

王 敏 (19-), 女, 副教授. 研究领域: 机器人技术, 智能传感器技术, 神经网络.