

文章编号:1006-544X(2005)01-0123-05

一种基于消息传递的单片机多条件多分支程序设计方法

职 燕, 蒋存波, 徐 健, 金 红, 陈小琴
(桂林工学院 电子与计算机系, 广西 桂林 541004)

摘 要: 通过对控制程序结构的分析归纳, 结合 CPU 中微程序控制器的设计思想, 提出了一种基于消息传递的控制程序设计方法. 利用消息字进行分支转移控制, 把控制程序中复杂多变的条件判断结构转变为简单的消息字内容判断, 程序结构简单而规范. 给出了一个利用该法设计的粉状物料运输车智能卸料控制系统的实例.

关键词: 智能控制; 单片机; 程序设计; 消息传递

中图分类号: TP311.11 **文献标识码:** A^①

单片机广泛应用于智能仪器仪表、智能设备等工业测量与控制领域. 由于功能要求、外部条件及其变化的多样性, 单片机程序是一个与外部条件及内部执行过程具有强关联的多条件多分支程序. 这种多条件多分支程序有多种设计方法, 本文给出了一种基于消息传递机制的设计方法, 其具有使程序结构简单直观、条理清楚、调试方便等特点.

1 多条件多分支程序模型分析

随着计算机技术、控制技术等的迅速发展及应用领域要求的不断提高, 智能控制系统日趋复杂, 对其功能的要求越来越高. 因此, 作为控制核心之一的微处理器程序也越来越复杂, 但无论多么复杂, 还是具有一定的规律, 可以归纳为主要由顺序程序、循环程序、中断服务程序、子程序、无条件和条件分支转移程序等组成^[1-4]. 由于控制系统功能的强化, 以及众多外部应用条件不断变化, 条件分支程序是最复杂、最难设计的程序之一. 概括起来, 在工业智能控制中经常遇到的分支主要可以划分为3种情况:

(1) 依据外部的不同条件, 转到不同的分支去执行;

(2) 在不同的执行过程中, 依据不同的执行结果转到不同的分支去执行;

(3) 在不同的执行分支, 依据不同的外部条件及执行结果进行转移.

一个实际应用系统的控制程序, 在上电(复位)并完成初始化过程之后, 通常就进入到一个无限循环过程, 每次执行过程完成, 返回 MAIN_LOOP 继续检测并进入某一分支执行. 其循环及分支部分简化的结构见图 1. 其中 FUN0, FUN1, ..., FUN9 是完成某一具体功能的子程序, 其程序功能和结构一般比较简单.

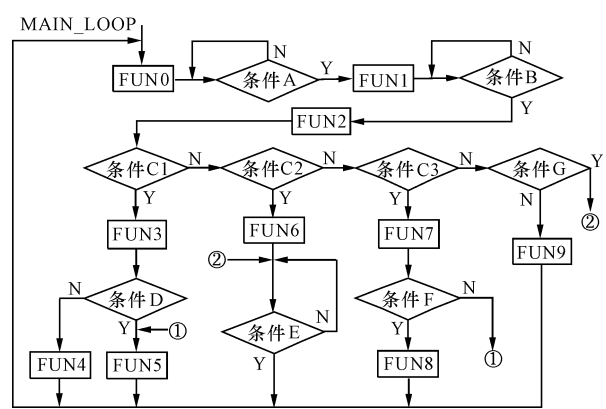


图 1 多条件多分支流程简化模型
Fig. 1 Flowing diagram of many conditions and branches

① 收稿日期: 2004-07-26
基金项目: 广西区科技攻关项目(桂科攻 0235009-5, 桂科攻 0330005-12)
作者简介: 职 燕(1978-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 计算机应用.

通常人们是将图 1 的需求模型直接作为程序设计的流程, 并且按照这个流程来设计所需的控制程序. 当然, 这样设计的程序是可以满足控制要求的, 但程序结构较为复杂. 相对于图 1 这样较简单的模型, 这种程序结构问题还不是太大, 如果控制要求和转移条件再复杂一些, 其程序结构将非常复杂, 导致程序的调试, 特别是维护及功能的扩展非常困难.

2 基于消息传递方式的多条件多分支程序设计基本方法

对于图 1 及类似的多条件多分支程序, 可以仿照 CPU 内部微程序控制器的设计方法^[5], 对各条件进行编码. 在执行当前功能时, 将其后继功能模块的地址标号作为消息字传递给程序的分支判断函数. 通过对消息字值的判断及变换, 转移到相应的分支去执行. 现以图 1 的简化需求模型来进行说明.

对图 1 的需求, 在每一个功能框上给出一个地址标号, 它与消息字具有某种唯一的线性关系

地址标号 = $K \times$ 消息字 + 固定偏移量,
这样就可以通过在框图上标消息字而得到带消息字标记的需求模型 (图 2). 假定消息字为: INF_W, 则可以将图 1 或图 2 所示的功能流程变换成图 3 所示的程序流程. 图 3 中每个分支上的数字表示该分支所对应的 INF_W 值. 实际上, 实现图 3 所示功能的程序是一个非常简单的程序. 以普遍使用的 MCS-51 系列微处理器构成的智能控制系统为例, 其具体程序可以简化为图 4 所示结构. 其中 FUN_TAB 是转移表首地址. 转移表的结构可以如下

FUN_TAB:
LCALL FUN0; INF_W = 0, 执行 FUN0_SUB 功能子程序
LJMP LOOP_END
LCALL FUN1; INF_W = 1, 执行 FUN1_SUB 功能子程序
LJMP LOOP_END
……
LCALL FUNn; INF_W = n, 执行 FUNn_SUB 功能子程序
LJMP LOOP_END

对于每个功能子程序, 其功能比较单一, 利用这种方式编写出的程序, 其总体结构非常简单, 条理清楚, 容易调试、修改, 扩充功能. 在这种程序结构中, 应当注意在各功能子程序 FUNn 中, 要依据程序执行的要求及外部条件, 对 INF_W 内容进行修改. 图 3 中 FUNn 后面对 INF_W 进行赋值的操作就是如此.

对于这种转移表结构, $K = 6$, 也可以加 2 个 NOP 操作, 将 K 调整到 $K = 2^3 = 8$.

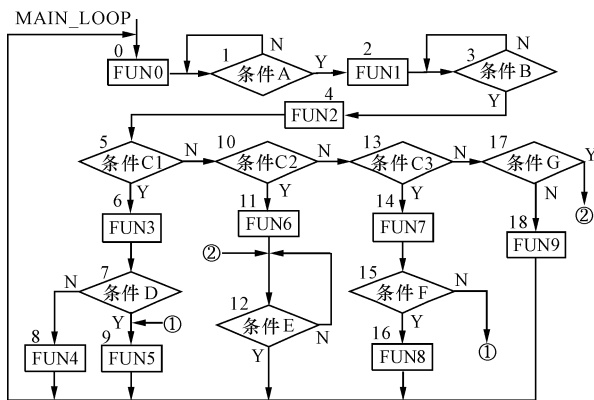


图 2 带消息编号的简化需求模型
Fig. 2 Simple model with added messages

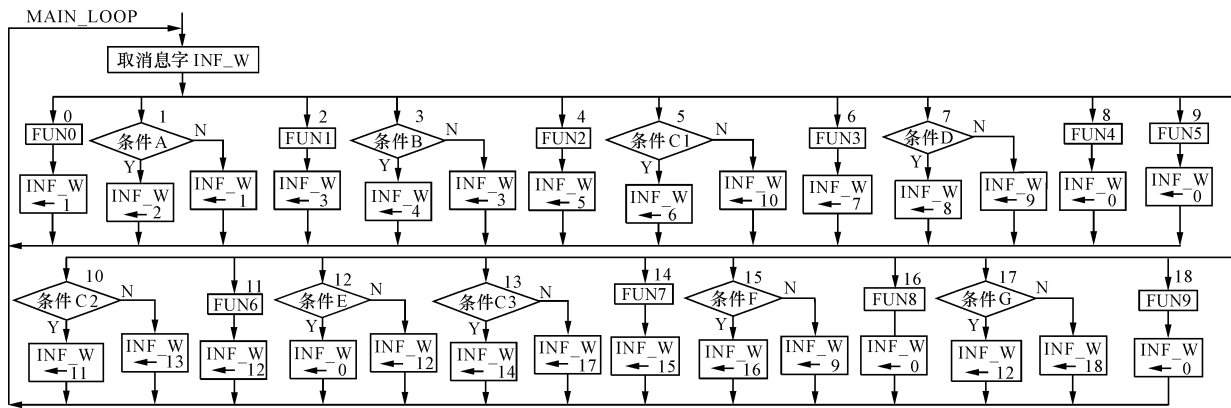


图 3 基于消息传递的分支程序流程示意图
Fig. 3 Flowing diagram of many branches based on message passing

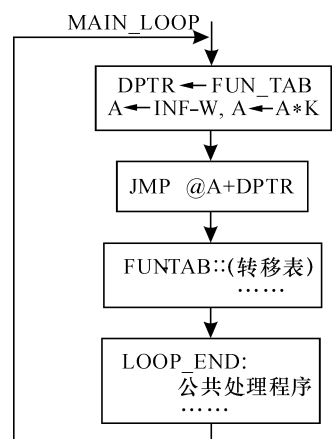


图 4 MCS_51 程序简图
Fig. 4 MCS_51 diagram of programing

3 应用实例

笔者应用此方法参与完成了粉状物料运输车自动卸料控制系统、罐状体自动焊接设备智能控制系统、数控冲床智能数字控制系统、电工绝缘材料高压击穿试验装置等多种智能控制系统的控制程序开发. 限于篇幅, 仅以双仓型粉状物料运输车的智能卸料控制系统的程序设计为例进行简单介绍.

该智能卸料控制系统硬件选择以单片机作为控制器的控制核心. 系统设计的基本要求: 在离合器脱开后, 可启动卸料过程, 空气压缩机开动; 整个卸料过程中对运输车双仓内气压 P 的变化进行实时测量, 经判断执行前后仓卸料阀 (F_1 , F_2) 打开、关闭动作; 危险状态下给出报警信号. 其简化流程见图 5 (图中 K_1 为启动开关, K_2 为离合器检测开关).

这是一个比较典型的多分支程序, 可通过设置一些标志位标识程序执行到某一过程后. 使用常规的条件判断与转移程序的设计方法, 对执行到某一过程的标志位以及外部的气压等条件进行判断, 也可以完成该程序的设计, 但这样设计的程序结构比较复杂. 如果使用上述基于消息传递的方式进行程序设计, 其程序结构将非常简单明晰. 该控制器使用 MCS-51 兼容微控制器. 控制程序使用汇编语言编写 (控制器工作流程见图 6).

实现该功能的基于消息传递方式的主程序流程框图见图 7a. 对应于 INF_W 不同取值, 都有一个相应的功能子程序, $INF_W = 0, 2, 3$ 时的功能子程

序见图 7b, 7c, 7d, 其它取值情况略.

针对每一个消息字的 INF_W 的值, 有一个相应的功能模块与之对应. 每个模块的功能相对简单, 程序结构规范, 调试非常方便. 对于 MCS-51 体系的汇编语言程序, 用简单的几句代码就可以实现分支转移. 实现上述功能的主程序可以用下面的代码实现, 各功能子程序的代码比较简单, 篇幅所限就不一一列出.

```
ORG 0000H
LJMP START
START: MOV SP, #80H
.....; 其它初始化代码
MAIN_LOOP: MOV A, INF_W; 功能处理循环开始
RL A
RL A
RL A
MOV DPTR, #TAB_JMP
JMP @A + DPTR
.....
FUN_TAB: LCALL FUN0_SUB; INF_W = 0 对应功能
LJMP FUN_END
NOP
NOP
LCALL FUN1_SUB; INF_W = 1 对应功能
LJMP FUN_END
NOP
NOP
.....
LCALL FUNn_SUB; INF_W = 1 对应功能
LJMP FUN_END
.....
FUN_END: LCALL DISP_SUB; 公共处理部分, 例如显示功能等.
.....
LJMP MAIN_LOOP
```

利用消息传递方式进行多条件多分支程序设计, 无论程序功能要求或外部条件及其变化多么复杂, 都可以将复杂的程序转变为非常简单的结构化程序进行设计. 由于各功能模块程序简单, 整体程序结构非常规范, 大大降低了程序设计与调试的难度, 使得增加或改变控制系统的某些功能变得非常容易.

如果分支数量较多, INF_W 的值可能较大, $A = INF_W \times K$ 有可能超出 255, 这时通过 INF_W 的值进行分支转移的程序代码需要进行修改^[6].

使用 C 语言编写源程序时应使用 Switch-Case 语句^[7], 此处不再赘述.

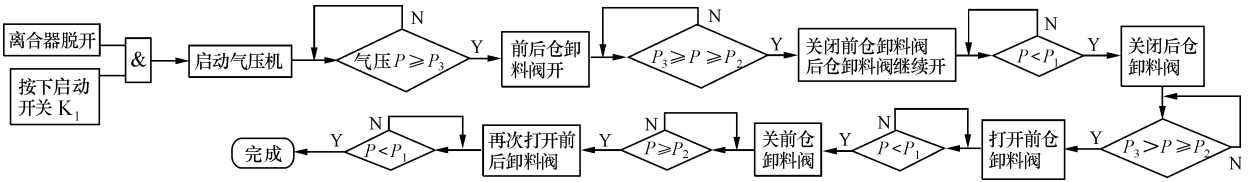


图5 卸料流程

Fig. 5 Flowing diagram of unloading process

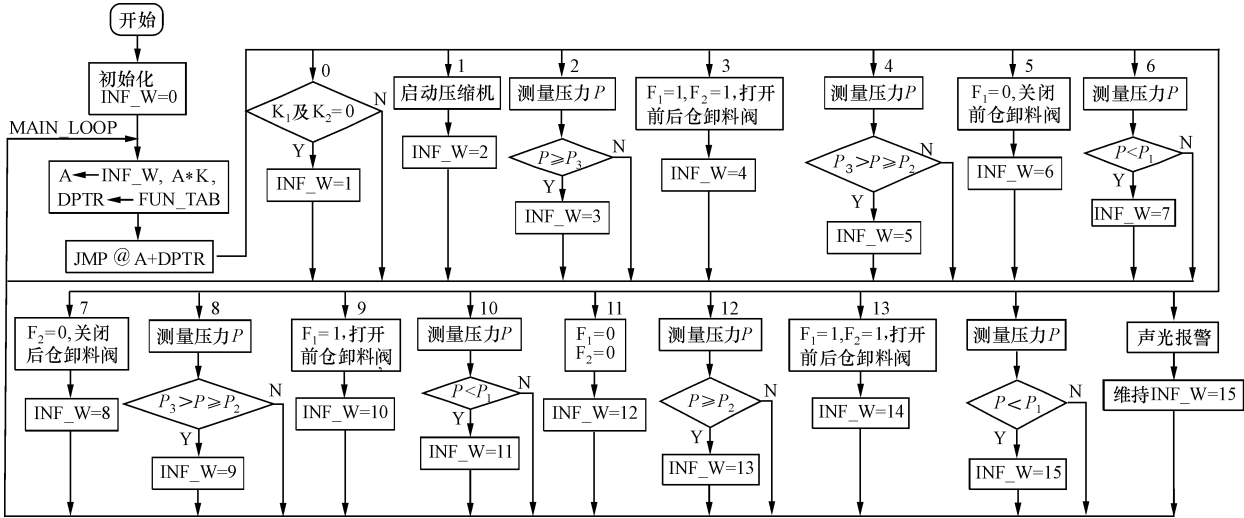


图6 控制器的工作流程

Fig. 6 Flowing diagram of control program

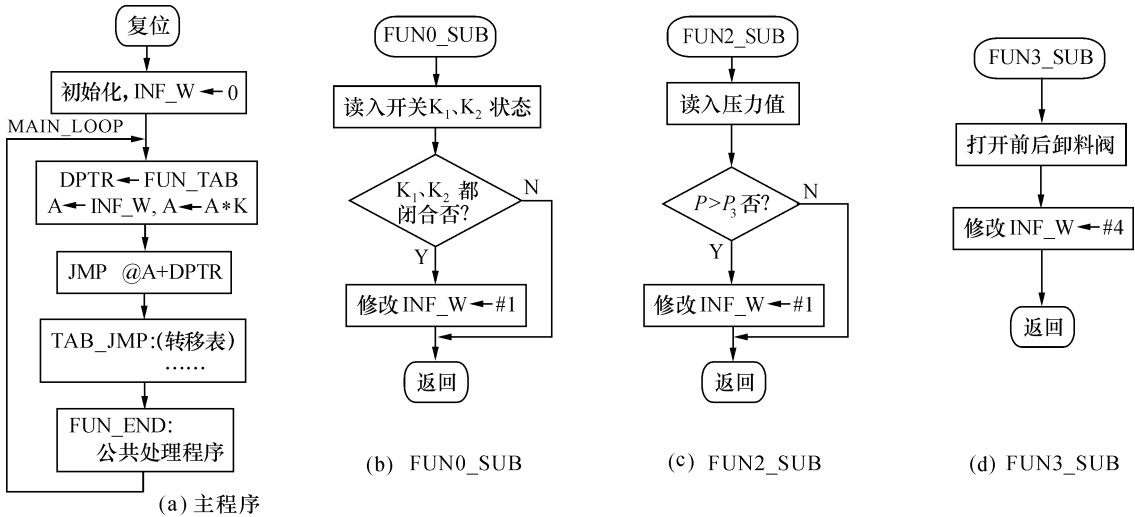


图7 程序框图

Fig. 7 Diagram of programming

4 结 论

双仓型粉状物料运输车智能卸料控制系统及智能焊接设备控制系统等单片机控制程序的设计表明，利用消息传递方式的程序设计方法可极大的简化系统智能控制程序的设计，降低调试难度，

使系统的软件设计结构化、规范化。利用该方法设计的多套控制程序，具有结构简单直观、条理清楚、便于调试与修改等特点，显著提高了控制程序的开发效率与质量。同时，利用该方法开发的程序，其维护非常容易，可以方便的增加或修改程序的功能。该方法可广泛应用于智能仪器

表、智能设备等工业测量与控制领域计算机控制程序的设计.

参考文献

[1] 麦范金,蒋存波,崔建明,等. 单片机可视化通用开发系统模型研究与实现[J]. 桂林工学院学报,2003,(4):378-381.

[2] 陆琦荣,郎宏伟. 光端机告警信号监测系统研制[J]. 桂林工学院学报,2003,(3):347-350.

[3] 蒋存波,金红,牛秦洲. 基于微处理器的热流道模具精密温

控仪研制[J]. 桂林工学院学报,2004,(2):235-240.

[4] 沈桌君,刘电霆,蒋存波. 电动自行车智能控制器研制[J]. 桂林工学院学报,2002,(4):406-408.

[5] 李勇,裘式纲,王凤学,等. 计算机原理与设计[M]. 长沙:国防科技大学出版社,1998.

[6] 孙涵芳,徐爱卿. MCS-51/96 系列单片机原理及应用(修订版)[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1996.

[7] 谭浩强. C 语言程序设计(第 2 版)[M]. 北京:清华大学出版社,2000.

MCS Program Designing with Many Conditions and Branches Based on Message Passing

ZHI Yan, JIANG Cun-bo, XU Jian, JIN Hong, CHENG Xiao-qin

(Department of Electronics and Computer Science, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: In intelligent instrument and controller, control program has usually complex functional structure of conditional branch. Usually by programming in this structure debugging and message passing. By analyzing and adopting the designing idea of microprogram controller, a new designing method is presented based on message passing. By branch controlling using message word, the complex conditional judgement structure in control program can be changed into simple content judgement structure of message word. Then the main character of this method is simple and standard in program structure. An example of design of unloading autocontrol system in powdery material transport vehicle is given. By using this method, the programming, debugging and maintaining are easier.

Key words: intelligent control; single chip; software design; message passing