

基于双 CPU 的营养钵苗嫁接机器人控制系统

闫俊杰 张铁中

(中国农业大学 工学院,北京 100083)

摘要 针对营养钵苗机器人嫁接工序繁多和时间长的问题,为了提高嫁接速度,采用双 CPU 系统对机器人进行控制。设计的机器人控制系统按功能划分为识别和嫁接 2 个子系统,识别子系统主要实现取苗及子叶方向和生长点高度的识别,嫁接子系统控制对砧木和穗木进行搬运、切削、接合、固定及排苗等。通过 I/O 接口,2 个 CPU 可互通信息,以协调动作,实现了对嫁接机器人的并行控制。样机作业试验结果表明,采用该控制系统的嫁接机器人作业速度可达 360~480 棵/h,与传统的单 CPU 顺序控制系统相比,工作效率提高了将近 1 倍。

关键词 营养钵苗嫁接;双 CPU;并行操作;控制系统

中图分类号 TP 273

文章编号 1007-4333(2004)05-0059-03

文献标识码 A

Control system of grafting robot for nutritional bowl based on double CPU

Yan Junjie, Zhang Tiezhong

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract According to the grafting robot's characteristic of multi tasks, the control system adopts to double CPU in order to increase the working rate. It is divided into two parts: one for detecting and another for grafting, which are controlled by two CPU respectively, and each CPU has their own different duties. The detecting CPU is mainly in charge of getting the root stock, identifying the leave's direction and growing point's height. The grafting CPU's tasks are to realize giving, cutting, grafting and sending out. In order to complete the grafting process, information is transmitted by I/O ports between two CPU to make them harmonize with each other. The control system realizes that several operations are done at the same time. Therefore, the working rate and reliability are increased greatly. So the automatic grafting robot has the high practicality.

Key words nutritional bowl grafting; double CPU; parallel operation; control system

嫁接机器人的控制系统既要具备管理、监视和检测功能,又要完成对多信息量的采集、运算、处理等程序控制。以前,砧木大多采用穴盘育苗,嫁接工序相对简单,因此基于单一处理器的系统尚可满足要求^[1]。随着蔬菜种植业的发展,育苗方式逐渐由穴盘育苗向营养钵育苗转变,但营养钵苗机器人自动嫁接工序较穴盘育苗的要复杂得多。目前国内所采用的是传统的单一处理器方法,存在着实时性差,处理时间过长,不利于提高工作效率等问题^[2,3]。国外有关嫁接机器人的研究集中在穴盘苗的嫁接上,其控制系统多为 PLC 或 8 位单片机,尚未见到

营养钵嫁接机器人方面的研究报道^[4~6]。

笔者针对营养钵苗嫁接机器人多工序自动化嫁接的特点,研究设计了一套双 CPU 的控制系统,通过合理分配处理器的任务,减少单处理器的任务量,实现同一时刻多个任务的并行操作,以提高机器的工作效率。

1 执行系统的功能分析与设计

营养钵苗机器人嫁接作业大致可分为 3 个阶段。

1) 送苗阶段:营养钵苗的输送和推送;

收稿日期:2004-04-23

基金项目:国家“863”计划项目(2001AA422300)

作者简介:闫俊杰,硕士研究生;张铁中,教授,主要从事生物生产自动化和农业机器人研究。

2) 幼苗姿态检测阶段:营养钵苗的夹持、子叶方向检测和生长点高度检测;

3) 嫁接排苗阶段:钵苗夹取、搬运、旋转切苗、嫁接固定和排苗。

如果从开始送苗到嫁接结束采用顺序控制,就很容易实现机器的作业过程控制^[5],但由于嫁接过程工序较多,1个循环要花费较长的时间,势必造成机器人嫁接工作效率的下降。嫁接过程的3个阶段中,第一、二阶段与第三个阶段过程大体相等,而且通过实际测定,执行时间也基本相等,因此,本研究把1组砧木和穗木的嫁接作业分成两大部分:第一部分为送苗和检测;第二部分为嫁接、排苗。由于这2部分的工作时间大致相等,所以,在时间的控制上,可以让这2部分重叠,即采用并行操作,在同一时刻有多个动作执行。基于并行控制的思想,设计的嫁接机器人工作流程见图1。其工作过程如下:传送带源源不断地将营养钵苗送到待检测处停下;当钵苗被推送到检测台上后,传送带重新自动启动,输送下一棵钵苗到检测处;与此同时识别系统也开始对子叶展开方向和营养钵苗生长点高度进行自动检测;检测识别完成后,钵苗搬送机械手将其从检测台上搬走进行嫁接。整个操作过程中,3个系统一直同时工作:对刚刚搬来的钵苗进行切苗、嫁接、固定和排苗作业;检测台上对下一个钵苗进行子叶方向和生长点的自动检测;输送带向检测台推送下一个

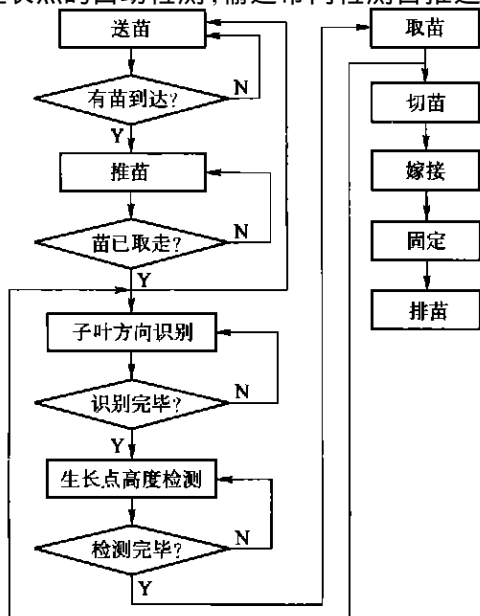


图1 营养钵苗嫁接机器人工作流程图
Fig.1 Working process of grafting robot for nutritional bowl seeding

营养钵苗。如此环环相扣,整台机器有条不紊地将送苗、识别、嫁接3种作业同时进行。

2 控制系统设计

2.1 系统设计思想

对于多机构协调工作的系统来说,采用单个单片机进行控制信息量太大,在编程上也比较复杂,造成系统的适时控制性能变差,工作效率下降^[6]。因此,把送苗、识别和嫁接划分成送苗识别和嫁接2个子系统,分别由2个CPU进行控制:一个CPU控制送苗识别工作的同时,另一个控制嫁接排苗工作。这样,由于内容分开了,每个CPU的任务都比较单一,有足够的时间来进行多信息的采集,从而提高了系统的实时控制能力。

图2示出营养钵苗嫁接机器人双处理器控制系统。识别CPU和嫁接CPU之间通过I/O口相连实现相互之间的通讯功能。当识别CPU完成生长点及子叶方向的识别后,向嫁接CPU发出“允许嫁接”信号,这时嫁接CPU开始取苗;苗取走后,嫁接CPU又会发出“开始识别”信号,同时开始嫁接作业;在收到此信号后识别CPU开始下一棵苗的识别。由此可见,2个CPU一直处在独立而又相互协调的工作状态中。

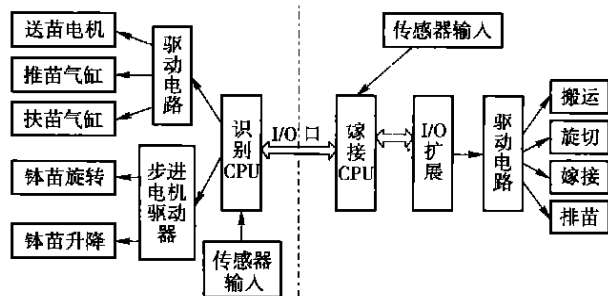


图2 营养钵苗嫁接机器人控制系统框图

Fig.2 Control system figure of grafting robot for nutritional bowl seeding

2.2 识别CPU和嫁接CPU的任务

识别CPU的任务是将砧木的生长点位置和子叶展开方向调整到嫁接时所需要的高度和方向上,为后续的取苗和嫁接做好准备。具体工作步骤为:1) 砧木通过高度调节机构上下运动,到达规定位置时传感器发出停止信号,该CPU收到信号后立即停止砧木的上下运动;2) 通过旋转机构使砧木转动,当其子叶展开方向与切刀刀刃方向垂直时停止。

嫁接CPU的任务是给多个执行机构发出指令,通过各执行机构的有序工作将砧木和穗木接合到一

起,完成嫁接。所控制的执行机构的具体任务包括:砧木和穗木的抓取、搬运、切削、切面接合、接口夹合、落苗及排苗等。

3 控制系统的程序编制

模块化设计是指将控制程序按其功能划分成几个相对独立的模块,采用这种设计,可将复杂程序拆分为几个相对简单的子程序,既简化了程序编写,又便于调试和维护,同时还增加了程序的可读性。在编写复杂程序时,此方法能更好地满足要求^[7]。

基于模块化的设计思想,按照以上硬件设计时功能的划分,相应地将软件控制模块分为初始化模块、主控模块、中断模块和公共调用模块。其中,主控模块包括供苗模块、砧木识别模块、嫁接模块等;中断模块由定时器中断模块和外部中断模块组成。各模块间的关系见图 3。

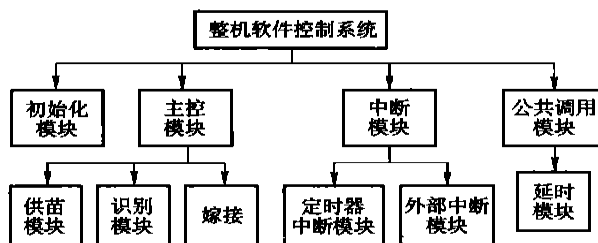


图 3 控制系统软件总体结构

Fig. 3 The total construction for control system

4 结束语

所设计的营养钵苗嫁接机器人采用双 CPU 控

制系统,其特点是,可以使多个动作同时进行并相互协调,从而提高了嫁接速度。在这种设计方案的指导下,设计研制出了试验样机,并对其进行了作业试验。测试结果表明:该机器人作业可靠,嫁接速度为 360~480 棵/h,与传统的单 CPU 顺序控制系统(嫁接速度 180~230 棵/h)相比,工作效率提高了将近 1 倍。

参 考 文 献

- [1] 刘峰梅,孙守民,阎林平. SJZ-1 型自动嫁接机的研制[J]. 中国期刊网,2001(6):28~32
- [2] 张铁中. 2JSZ-600 型蔬菜自动嫁接机研究报告[J]. 中国农业大学学报,1998,3(2):91~93
- [3] 方贤法,张铁中. 蔬菜嫁接机单片机控制系统[J]. 中国农业大学学报,1996,1(2):48~51
- [4] 铃木正肚,小林研. ウリ科野菜用接ぎ木装置开发(第 2 报)——机械接ぎ木可能性の检讨. 农业机械学会誌,1998,57(3):103-110
- [5] 铃木正肚,小林研. ウリ科野菜用接ぎ木装置开发(第 3 报)——实验用接ぎ木装置による连续接ぎ木作业[J]. 农业机械学会誌,1999,58(2):83~93
- [6] 三代满. 自动接ぎ木装置[J]. 农业机械学会誌,1999,59(2):113~114
- [7] 常云龙,程韬波,黄石生,等. 机器人点焊双处理器控制系统[J]. 焊接技术学报,2002(1):70~72
- [8] 何立民. MCS-51 系列单片机应用系统设计(系统配置与接口技术)[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1998. 40~83