

## 温室智能装备系列之一百一十六

# 基于嵌入式处理器 Gene8310 的 MW800 型智慧温室服务机器人设计

马伟<sup>1</sup>, 鲁振<sup>2</sup>, 王秀<sup>1</sup> (1. 北京农业智能装备技术研究中心, 北京 100083, 2. 中软信息工程有限公司, 北京 100081)

### 背景

随着工厂化农业的发展, 规模化和精准化的农业生产逐渐成为主流, 如何在温室生产中集成信息化、自动化和智能化的最新技术, 成为研究的热门。智慧温室就在这一背景中应运而生, 智慧温室是指用装备取代人工, 目标化智能化运转, 最后实现自服务、自学习提高的智能温室建筑。智慧温室是现代农业智慧化的典型应用, 它的进步需要大量的装备技术做支撑<sup>[1]</sup>。

设施农业装备的发展日新月异, 智能农业装备关键技术的突破为设施园艺领域应用装备技术提供的机遇<sup>[2]</sup>。温室服务机器人和智能决策系统是智能高技术体现, 是智慧温室成熟发展的重要阶段<sup>[3-4]</sup>。

### 材料和方法

#### 机器人眼睛和耳朵功能

以嵌入式处理器 Gene8310 为主要开发平台, 围绕服务机器人的关键技术, 运用图像识别技术、专家知识库技术实现了人脸识别和语音识别。

#### 机器人腿和手的功能

行走驱动系统采用基于 MSP320LF2407A 的电流环、速度环双闭环无刷直流电机控制驱动<sup>[5-7]</sup>。动作驱动系统采用 PIC16F877A 多舵机分时控制方法。

#### 机器人家庭成员感情联络功能

设计了基于 MSP430F149 和 Q2501B 的 GPRS 终端, 并将其应用于温室服务机器人, 实现一个工厂化生产基地中所有成员和温室服务机器人

人的远程通讯。为了解决机器人的走失问题, 在 Q2501B 模块里面集成了 GPS 模块, 实现了 NMEA-0183 格式的 GPS 数据解码, 采用解码的经纬度数据实现服务机器人定位。

#### 机器人大脑思考功能

在学习研究对比国内外机器人体系结构, 借鉴了 Sense-Plan-Act 结构、基于行为的结构、混合式结构的优点, 采用混合式体系结构作为温室服务机器人思考功能体系结构, 针对温室服务机器人硬件体系结构和软件体系结构加以创新。

#### 机器人自服务和自学习功能

机器人采用多 Agent 通信方式实现自服务和自学习, 用 TCP/IP 作为温室服务机器人与智能温室内多 Agent 通信方式, 选择 GPRS 无线通讯作为智慧温室成员与温室服务机器人通信方式。机器人自学习使用多 Agent 的算法, 将改进遗传算法应用于多 Agent 通信。仿真结果表明, 改进遗传算法可以实现最小通信代价。

### 机器人系统设计

#### 机器人机械结构

温室服务机器人(图1)的身高 158 cm, 身高可以调节。该系统的行走驱动方式采取轮式差动驱动, 能实现精准调控。胳膊是模拟肩关节、肘关节的三自由度结构, 采用伺服电机作为关节执行机构。机器人上面安装了摄像头、麦克风接口、触摸液晶屏、超声波传感器, 用来实现各种识别功能。

#### 机器人电路

温室服务机器人硬件体系结构主要包括慎思

模块、配置模块和行为模块，慎思模块主要由单片机信号采集完成，其中包括内部传感器（GPS、码盘测速、超声波测障等）、外部传感器（摄像头、麦克等）；配置模块由嵌入式系统完成，处理总线过来的传感信号经由慎思模块处理，决定行为模块执行；行为模块除了机器人本身动作执行之外，还通过通信模块向温室基地的其他机器人成员传输数据。如下图2所示。

### 机器人软件

温室服务机器人软件基于 Agent 的分析和建模，该方法方法包括四部分：系统任务分解；构造覆盖整个系统的基本 Agent；实现每一个 Agent 组织基本的 Agent；构成高一层次的 Agent，直至整个系统变成一个 Agent。当上述四个过程完成后，得出系统在各个层次上的 Agent 的组织模型。

### 结果和分析

温室生产中有很多障碍物，第一类是立柱等固定障碍物，第二类是肥料等临时障碍物，第三类是操作人员等移动障碍物。温室的作物按照种植位置也有很多差别，第一类是作物种植在地面或垄上，第二类是种植在可移动的栽培苗床上。根据这些差异，试验过程需要涵盖多个环节，通过反复试验和持续改进，得出最后的结论。

### 反应性试验

温室服务机器人能够感知其所处的温室道路



图1 温室服务机器人

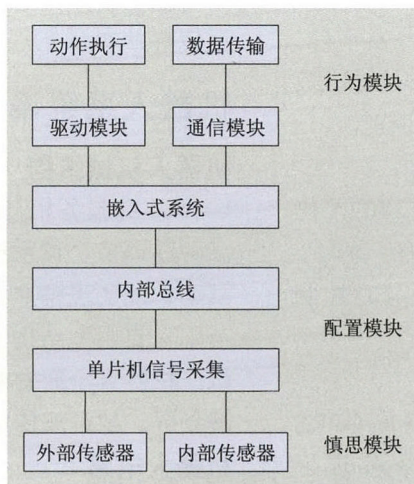


图2 机器人电路体系结构

环境，并能对三类障碍物的存在作出及时恰当的反应。服务机器人的信息 Agent 具备对温室内工作环境移动人类的观察感知能力。在温室内动态作业时，该机器人对系统中控制界面 Agent 发送来的信息有很好的接收、识别能力。

### 自治性试验

温室服务机器人的各个 Agent 可以控制其自身的行为和内部状态，Agent 能根据自身情况对任务进行详细的内部规划和执行。温室中的试验结果得出，当温室服务机器人的行走机构在温室道路中受阻，温室服务机器人立刻召唤同伴从最近的方位绕过来，和其配合完成温室内的检查或信息采集作业，除此外，温室服务机器人在需要时，可主动与系统中3个以上的 Agent 进行通讯联络以寻求其他的机器人协作者或者直接同管理员进行求助。

### 交互性试验

在温室服务机器人实验结果中发现，单个机器人的 Agent 行为虽然以完成机器人自身的任务为目标，但当作为系统的一部分，整个任务从整个温室基地分配开始后，就使 Agent 之间存在了显著的关联。多台温室服务机器人的测试表明，多 Agent 的交互大部分是主动的且实现在 Agent 通信的基础上，而且交互是很稳定，没有出现错误的情况。

### 实时性试验

对在温室内工作的服务机器人而言，种植环境对实时性的要求很严格，试验分为两部分。

#### ◆环境感知中底层数据的实时检测与控制

针对不同株高作物、不同病害的定位测试结果表明，系统能够稳定的实现农作物数据的快速、准确采集，证明温室服务机器人系统中实时性满足数据的采集能力。

#### ◆ Agent 之间交互、协作的快速完成

对温室大环境中不可预测情况（拖拉机靠近等）的测试结果表明，系统能快速采取的应急措施，避免相关事故的发生，证实系统决策有很好的适应性。



## 预测性试验

温室服务机器人系统中,各个 Agent 的行为协调一致的试验结果表明,温室服务机器人对接收到的信息能准确判断和决策,对外部环境的变化快速、确切反应,对苗床位置被移动的信息,得出的判断结果是唯一的,并根据确定性结论控制机器人绕过苗床。试验证明温室服务机器人对温室环境的实时感知和趋势预测是可靠的和准确的,这为温室服务机器人的工作提供了合理高效的行为规划。

## 结论

试验基于嵌入式处理器 Gene8310 完成 MW800 型智慧温室服务机器人设计,解决了该机器人行走驱动、模拟肩关节、肘关节等难题,设计了慎思模块、配置模块和行为模块三部分硬件电路,实现了基于 Agent 的分析和建模的软件算法。温室内对服务机器人的试验结果表明,5 项指标均达到设计目标。

## 参考文献

- [1] 齐建玲,田国强,苏行,等.基于嵌入式技术的无线智能温室测控系统设计[J].北华航天工业学院学报,2016,26(2):1-3.
- [2] 孙贵芹,马伟,王秀,等.温室智能装备系列之二十二设施蔬菜标准园生长期管理先进技术设备应用[J].农业工程技术(温室园艺),2011,31(1):34-35.
- [3] 徐刚,马伟,王秀,等.温室智能喷药农机科学施药专家指导系统研究[C]//纪念中国农业工程学会成立30周年暨中国农业工程学会学术年会.2009.
- [4] 王秀,马伟,冯青春,等.一种连栋温室病害防治机器人装置和方法:CN103210810A[P],2013.
- [5] 马伟,冯青春,王秀,等.温室智能装备系列之六十七出风口自调节风送变量喷药机器人开发及试验[J].农业工程技术(温室园艺),2015(4):24-24.
- [6] 马伟.温室智能装备系列之八国内外温室园艺机器人的研究和应用现状[J].农业工程技术(温室园艺),2009,29(9):19-20.
- [7] 马伟.温室智能装备系列之七十七农业双足步行机器人的未来[J].农业工程技术(温室园艺),2016,36(4):37-39.

[引用信息] 马伟,鲁振,王秀.基于嵌入式处理器 Gene8310 的 MW800 型智慧温室服务机器人设计[J].农业工程技术,2019,39(16):51-53.

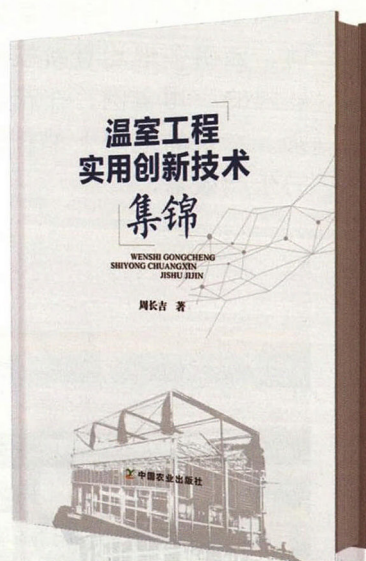
## 好书推荐

精装、全彩、铜版纸 定价:148元 作者:周长吉  
中国农业出版社出版 全书45万字

### 数年力作 汇聚70多篇精华文章

本书收集了作者多年来走访、调研、考察国内外温室设施后编写的各类温室实用技术,用专业的眼光、通俗的语言、直观的图片 and 细致的总结,介绍了包括温室大棚从设计、建造到运行、管理等不同环节的各种技术,几乎囊括了当今温室工程的各个方面。本书内容丰富、技术实用、图文并茂、知识点多,是一本非常实用的工程技术手册。

中国工程院李天来院士为本书作序。



**银行汇款信息** 单位名称:北京慧农信息咨询有限公司

开户行:中国农业银行北京朝阳路北支行

帐号:11-040101040015842

**邮局汇款信息** 地址:北京朝阳区麦子店街41号 农业农村部规划设计研究院3层

收款人:刘晓雨

联系电话:010-59196976 (刘晓雨)



扫一扫 网上订购更快捷