

## 【项目名称】基于北斗卫星技术的智能温室作业机器人

### 【技术介绍】

智能温室巡检机器人由 arduino 主控板对其进行控制。该机器人可通过其车轮编码器、惯性测量单元(IMU)和全球导航卫星系统(北斗卫星定位技术)在温室中进行导航。同时还可通过两个红外模块检测并避开走廊中可能存在的障碍物(例如农业工具和植物分支)。结合北斗精准定位计算路径算法,同时开发多机器人感知问题完成复杂的任务分配。利用核心零件不同的传感器监测不同的环境数据,并通过物联网技术将采集到的数据传到云计算平台中;设计时留有多端口,可添加机械臂和喷药装置。

本工作室自动研发了本农机需要的北斗 a 定位与 IMU,UWB 的融合设计路径算法、多机器人协调系统、传感器、上传云计算的 NB-IoT、可附加的机械臂和喷药装置。

#### 一、北斗定位与路径算法

##### 1.北斗定位与 IMU

主要研究视觉里程计/IMU 辅助 GPS 融合定位算法。导航领域使用复合算法,常用的北斗/INS 组合导航,有紧耦合、松耦合和深组合方法。北斗通过卫星提供全局定位,具有提供全天候、全方位、全时段的高精度定位的优点。实现高精度定位的前提是接收机可以准确的捕获跟踪到卫星信号,并且能消除或减少传播过程中存在的各种的误差,对接收机硬件条件和观测环境要求很高,普通的手机内嵌 GPS 的定位模块往往不太理想。目前导航正趋向于低成本,使用便宜的硬件设备通过优化算法达到更高的精度要求,为农机安装的可实现提供可能。

因此,针对视觉里程计中特征点匹配计算量大及误匹配的现象,集成图像处理领域中基于欧式距离阈值设定的预处理算法,提出视觉里程计前端特征点匹配优化算法。通过实验证明,提升了特征点提取的质量。

借鉴 GPS/INS 松组合,设计出将位置和速度作为待估计状态变量,松组合模式结构简单,保持了各系统间的独立性。借用北斗/INS 的松组合方式,北斗与视觉里程计/IMU 选用松组合模型。当北斗信号短暂无效时,视觉里程计/IMU 可以给出短时比较准确的位置信息。本文建立北斗和视觉里程计/IMU 组合导航模型,由视觉里程计/IMU 输出载体的速度信息和北斗输出位置信息,使用基于抗差的

自适应卡尔曼滤波对系统误差进行最优估计。

## 2.路径算法

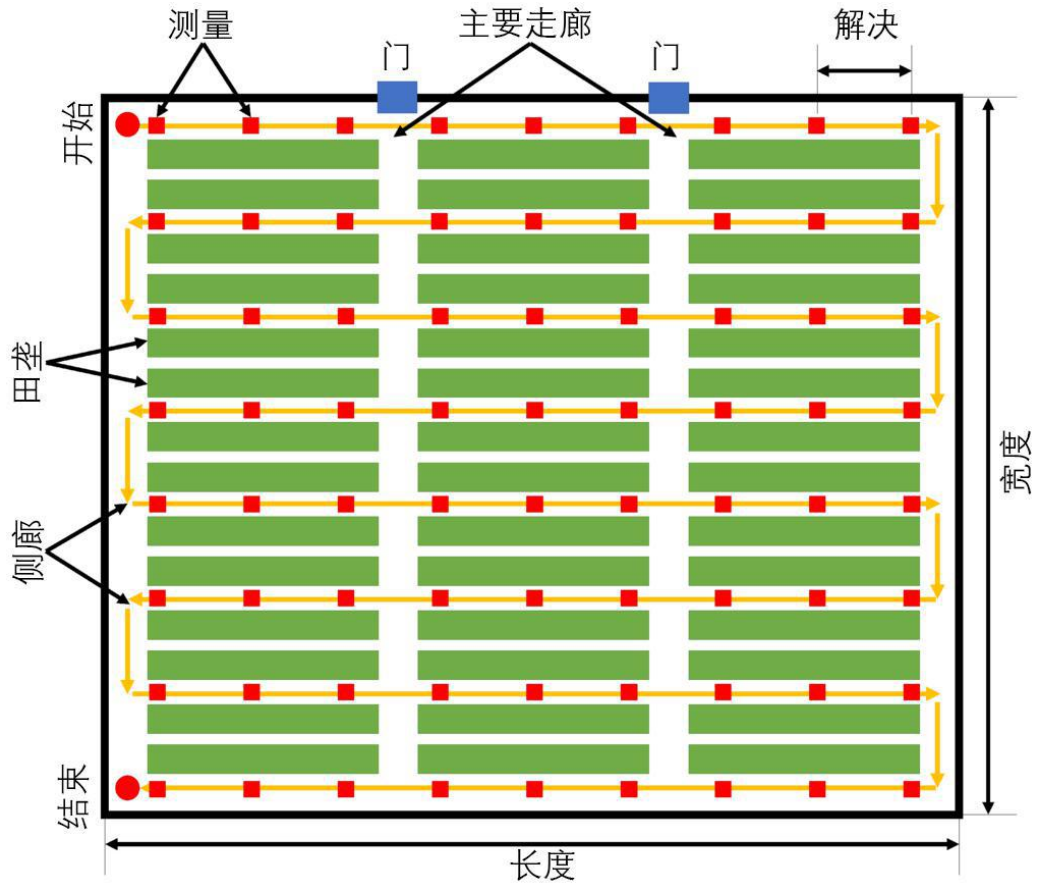
地面机器人的路径规划与导航算法基于传感(MPU6050 惯性测量模块, 北斗卫星定位技术)和 ROS 导航堆栈。

通过 MPU6050 惯性测量模块和北斗卫星定位技术获得机器人姿势的三次测量(即位置和方向)。由于传感器固有的噪声和偏差, 这些测量结果存在不确定性。扩展卡尔曼滤波器(EKF)用于整合测量的姿势并估计全局姿势。该滤波器使用运动模型将传感器的数据与机器人的位置和基于贝叶斯的融合技术相关联, 以在概率密度函数中组合测量。此外, 激光扫描仪为机器人提供其周围障碍物的信息。在温室中, 该传感器能够检测走廊相关信息并确定机器人位置, 这对于补偿定位误差和执行安全导航非常有用。

ROS 导航堆栈被配置为执行蒙特卡罗定位(AMCL)[9-10]。该算法通过使用粒子滤波器来估计机器人的位置, 同时考虑地图和传感器数据。它结合了一个全局路径规划器, 以找到当前位置和目标之间的最佳路径, 以及一个局部规划器, 以生成考虑到机器人运动学和障碍物的短期轨迹。全局规划人员根据之前获得的温室知识管理全局成本图, 而当地规划人员则制定包括静态和动态障碍的当地成本图。这些成本映射用于在路径规划时区分自由区域和占用区域。ROS 导航堆栈为机器人控制器生成速度命令, 机器人控制器管理电机的电压和车轮的速度。

路径规划节点生成来回覆盖温室的路径。在完成任务时, 可以在满足某些条件时修改此路径。例如, 如果障碍物阻挡走廊或测量值超出普通值, UGV 必须改变计划, 无人机应参与任务。此外, 路径跟随节点将目标逐个发送到导航堆栈。此节点控制测量点的停止和启动。

**设计出路线图如下:**



## 二、多机器人协调系统

### 1. 根据事件日志设计

机器人团队应完全和定期覆盖温室，以监测环境变量。复杂的机器人协调完成任务规划通过模型与事件日志完成。

设计时使用流程日志，包含事件日志发现模型，再现模型以获取事件日志，以及随后的模型与事件日志之间的一致性检查。发现算法,通过事件日志生成模型，例如 Petri 网。应该注意的是，事件日志仅包含事件之间的优先关系，而模型能够管理它们之间的因果关系或并行关系。在本文中，我们应用了 PROM 6.5.1 工具包中实现的 Inductive Miner 算法来获得图 4 的模型。

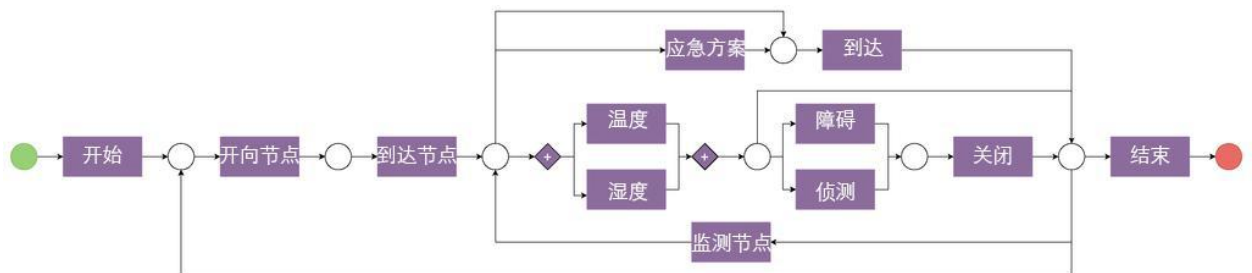


图 4 模型

该模型集成了机器人，环境和操作员的行动，允许管理涉及多个代理的复杂任务。该模型用于控制机器人路径和有效载荷动作(例如，传感器测量)，并且可以根据需要调整其细节水平。最后，可在操作期间改进模型，只需将新案例添加到事件日志中并再次应用发现算法。

## 2.将机器人传感器融合开发多机器人感知系统。

本章介绍了为控制和监控机器人团队而开发的算法。所有这些算法都在 ROS 框架下工作，该框架允许集成感知和导航算法以及地面机器人之间的协调 [7-8]。图 3 所示的架构总结了机器人和传感器的集成。

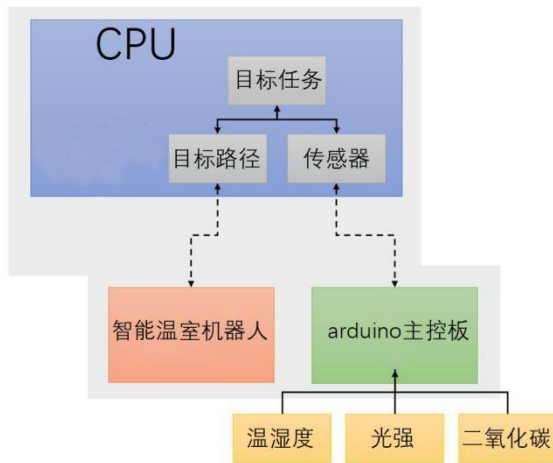


图 3 机器人和传感器的集成

## 传感器

通过传感器监测数据，如选择 SHT20 传感器同时测定空气温度和湿度，选择 TSL2561 传感器测量光强，选择 CCS811 传感器测量 CO2 浓度。此外，可通过添加足够的传感器可以获得其他变量，例如其他气体的浓度。另外，可以通过使用两个机器人的相机来执行自主视觉检查。

## 四、云计算与 NB-IoT

传感器 NB-IoT 终端产品（模组/芯片）将数据发送至 NB-IoT 基站，由基站传输至 NB-IoT 分组核心网，通过 NB-IoT 分组核心网将数据传至 IoT 衔接办理渠道，随后再将数据转发到业务平台进行处理。

在农机资源的快速匹配检索中，在资源封装过程中通过模板按照农机资源名称、功能、属性信息等关键词进行模板描述，并将其进行封装、存储。以自然语

言形式进行检索时,利用分词、本体关系扩展和内容匹配等手段进行服务匹配。检索流程以知识资源库为底层支持,本体库为基础,为文本抽取、语义标注、检索处理提供对应知识。在语义解析过程中,农:机领域术语分词库提高语义解析及扩展能力;在服务匹配过程中,按照服务资源库内容对分词结果集进行匹配;专家知识库将农机领域、术语隐形知识显性化,并利用语义标注工具提取信息形成实体存入元知识库,从而建立映射关系。云平台对用户输入的服务搜索请求进行分词处理,语义扩展等方式的运算,最终按照整体相似度大小输出搜索结果,经过服务类型筛选,匹配用户服务需求。平台检索处理流程。

## 五、可附加的机械臂

课题组研制的履带式温室智能喷药机器人由喷药系统、调节装置、传感器、控制系统、信息采集装置等几大部分组成。机器人原有的自主导航摄像头配合控制装置控制滚珠丝杠左右调节装置和直线电动推杆高度调节装置,适应不同高度作物均匀施药。

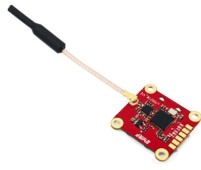
核心控制系统采用 STC89S52 单片机,此单片机集以下功能于一体,具有 H 桥 L293D 电机驱动电路, PWM 接口; LM324 红外信号转换电路; 4 位数码管显示屏; 光电测速信号接口; USB 下载+USB 转串口通信功能,能够灵活支配各部分工作。

履带式温室智能喷药机器人的设计以 STC89S52 单片机为核心,利用 Safari-600T 履带底盘、自主导航摄像头、五路循迹传感器、光电传感器、避障传感器、滚珠丝杆导轨、直线电动推杆、定时微型防腐蚀桨叶搅拌机等相结合,实现了温室内作物的喷药作业。

(1) 采用滚珠丝杆导轨、直线电动推杆等装置进行幅宽、高度调节,减小有效距离,提高药盖率。

(2) 采用定时微型防腐蚀桨叶搅拌机,防止长时间作业药箱中药液沉淀现象的发生,提高药液均匀性。

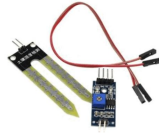
### 【产品图例】



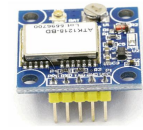
频率可调图传



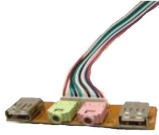
土壤监测模块



湿度检测模块



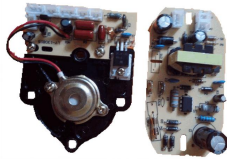
北斗定位系统



USB接口



北斗基站



超声雾化器



温度检测模块



物联网模块

### 【产品介绍】

目前，工作室研发的产品通过低端和高端双线并行，针对有高需求层次的玻璃温室使用者提供附加机械臂，智能喷药系统的温室环境监测机器人，针对福建省占比 88% 以上的塑料大棚提高科学检测，物联网扶持的温室环境监测机器人，专属于普通合作社、农户塑料大棚的整套监测系统在国内还是蓝海市场，因此，这也是我们的重点服务对象。

我们的产品依托北斗卫星技术的智能温室机器人系统，通过温室机器人系统来为温室大棚户监测作物生长环境，提供精确数据以达到增加产量和提高质量的目的。可用于多种类型的温室大棚，用户使用无需更换大棚材质；同时结合可移动传感器，覆盖面积可达 20 亩种植区，具有低价优质的优势。

智能玻璃温室的建设是农业机械化，规模化，标准化的最终方向，从投资回报率的角度进行测算，设施养殖中密闭式年投资回报率最高，可达到 38.02%，使用年限长，长期来看是投入产出比最高的设施园艺。但智能玻璃温室造价过于昂贵，无法普惠所有群体。目前，我国有 210 万公顷的大棚面积，其中 65.8% 为塑料大棚，每平方米智能玻璃温室建造大概需要花费 400 元，如果把全国塑料大棚升级需要资金 552, 720, 000 万元，也就是超过五亿万元！

大多农户自有资金大多无法负担只能结合国家政策补贴才能建造智能玻璃

温室，而补贴数额巨大，也是需要持久而漫长的推进历程。因此针对这个过程中，大量大棚农户生产效率低，作物品质不高的情况，我方推出了温室机器人监测系统，无需改造现有温室大棚，无需安装智能化控制系统，结合科学准确的数据分析，人工手动生产，提高作物产量增加品质，以实现农民增收，并逐步推进农业规模化生产。在农民有了增收的积蓄和政策补贴后，逐步推进智能玻璃温室的建设。

同时，对于有经济能力的农企和规模农业经营户，可以在他们智能温室的基础上加端口提供采摘机器人等服务。团队产品能够为不同需要的农户提供新的可能性，将精耕细作改变为精耕快做，在提高精准度的同时，减少人力物力的耗费提高生产效率，并保证农作物的产量质量。

### **【产品服务】**

与传统农业创新企业只卖设备不同，我们团队主要还将提供技术与指导服务，手把手教学。

在农民普遍受教育程度较低，文化知识水平不适应，科技素质不适应，接受和应用农业新技术、新成果的能力较低的情况下，本团队产品属于高科技产品，只需在初期实践几次就能基本掌握具体操作流程，加之本团队是高校技术支持团队，在售出前有相应的培训服务以及试用体验服务，在产品售出后也会派相应的技术人员指导购买者，对于那些农户购买者来说，接受度和运用程度也会比一些同行业的智能型产品高，更好推动智能化农业的发展。

### **【工作室介绍】**

#### **福建农大北斗科技工作室概述**

福建农林大学是农业农村部、国家林业与草原局、福建省人民政府共建的全国一流农林院校、福建省高水平大学之一，在导航+农业领域有着一流的专家顾问资源，20余名业界顶尖专家资源，50余篇顶尖论文成果资源，500余项的授权专利资源，从学科优势、人才优势、技术优势为福建农大北斗科技工作室提供了强有力的支撑。

福建农大北斗科技工作室正是依托福建农林大学导航+农业的人才、技术、产业优势，为了实现农业现代化、精细化、智能化、精准化、数据化的而创立的技术一流、服务创新、管理科学的创业团队。

福建农大北斗科技工作室利用北斗差分定位在科技助农、推进农业精准化的同时，结合温室培育系统，可有效解决中国耕地荒漠化、土地利用人力成本高等问题；以专家数据库为农户提供专属的种植方案，种植环境，增加农民收益；减少农药浪费，从而降低农民种植成本；促进环境友好型和可持续发展的现代化农村建设，提高农村经济活力，也积极响应国家政策，让青年一代运用现代技术提高农村科技服务的水平。

自福建农大北斗科技工作室成立以来，已与清华大学地球空间信息研究所、北京大学数字中国研究院、芜湖四匹电子科技有限公司、厦门北斗通信电子科技有限公司、北京星燎之火北斗科技有限公司、清流县赖坊镇产供销合作社、光泽县农民专业供销合作社、永泰县塘前乡家庭农场、闽清县三农服务超市、永春县生态文明研究院、永泰县乡村振兴研究院等三十余家企业、事业单位、合作社开展过合作，通过与工作室签约的专家顾问团队将工作室研发的技术、推出的产品和创新的服务进行推广试点，主要依托农民联合供销合作社、三农服务超市、生态文明研究院、乡村振兴研究院等企事业单位进行实地的推广和运用，让福建农大北斗科技工作室的产品真正得到应用，并在此过程中不断进行产品升级，提高品牌竞争力。