

RFID技术在果园种植管理系统移动端的应用研究

李 嘉

上海农林职业技术学院智慧农业工程系, 上海

收稿日期: 2024年11月15日; 录用日期: 2024年12月15日; 发布日期: 2024年12月24日

摘 要

射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)技术利用无线射频信号进行非接触式信息传输, 实现自动目标识别, 正逐渐成为农业现代化进程中的关键技术之一。本研究旨在探讨RFID技术在果园种植管理系统的移动终端应用, 包括果园RFID系统的硬件构成、软件架构以及数据管理策略。指出了该技术应用存在的一些问题, 如软件易用性、功能可扩展性、成本控制、干扰问题、标签耐用性、标准化和兼容性问题等, 并提出了具有可行性的改进方案。最终, 本文展望了RFID技术在果园管理系统的应用前景以及Android Studio在RFID应用开发中的潜在作用。

关键词

RFID, 移动应用, Android开发

Research on the Application of RFID Technology in Mobile Management System of Orchard Cultivation

Jia Li

Department of Smart Agricultural Engineering, Shanghai Vocational College of Agriculture and Forestry, Shanghai

Received: Nov. 15th, 2024; accepted: Dec. 15th, 2024; published: Dec. 24th, 2024

Abstract

Radio Frequency Identification (RFID) technology utilizes wireless radio frequency signals for non-contact information transmission, enabling automatic target identification. It is gradually becoming

one of the key technologies in the modernization process of agriculture. This study aims to explore the application of RFID technology in the mobile terminal of orchard planting management systems, including the hardware composition, software architecture, and data management strategies of orchard RFID systems. It identifies some issues in the application of this technology, such as software usability, functional scalability, cost control, interference issues, tag durability, standardization, and compatibility problems, and proposes feasible improvement plans. Finally, this article looks forward to the application prospects of RFID technology in orchard management systems and the potential role of Android Studio in RFID application development.

Keywords

RFID, Mobile Applications, Android Development

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着信息技术的迅猛发展,农业领域正经历着数字化转型的深刻变革。射频识别技术(Radio Frequency Identification, RFID),作为一种非接触式自动识别技术,已在农产品安全监管领域取得显著成效,并逐步成为农业现代化进程中的核心关键技术之一[1]。RFID技术利用无线射频信号实现非接触式信息传递,自动识别目标对象,无需人工干预即可完成物品信息的采集与传输。将RFID技术与互联网、移动通信等技术融合[2],可实现全球范围内的物品追踪与信息共享,构成物联网技术的基础架构。

在果园种植管理领域,RFID技术的应用能显著提升果园管理的效率和精确性,并为农业生产提供科学的数据支持。通过在果树上附着RFID标签,并结合移动终端设备,实现对果园环境信息和果树生长信息的实时采集与监控。RFID技术在果园种植管理系统移动端的应用可以提高果园的管理效率和精确度,但也存在一些问题和挑战:成本问题,RFID系统的部署和维护成本较高;信号干扰,果园环境中的水分、土壤、植被等对RFID信号产生干扰,影响读取的准确性;网络覆盖:在一些偏远地区,果园位于网络信号覆盖不佳的区域,影响数据的实时传输和远程监控;技术复杂性,RFID技术的实施需要一定的技术支持和专业知识;标签的耐用性,果园环境通常较为恶劣,RFID标签需要能够承受日晒雨淋等自然条件,会增加标签的更换频率和成本;数据安全和隐私,果园管理系统中收集的数据需要得到妥善保护,防止未授权访问和数据泄露;兼容性和标准化,不同的RFID系统和设备之间存在兼容性问题,会影响系统的整体性能和扩展性;用户接受度,对于一些习惯于传统管理方式的果园管理者来说,接受和适应新技术需要时间;设备维护,移动终端设备和RFID读写器等硬件需要定期维护和可能的更换,会增加长期运营成本;软件集成,将RFID技术与现有的果园管理系统集成需要额外的开发工作,以确保数据的无缝流动和处理。

2. 技术概述

2.1. RFID技术及其在果园管理系统中的应用

无线射频识别技术(RFID)是一种非接触式的自动识别技术,其工作原理依赖于无线电频率信号实现目标对象的自动识别与数据获取,至今已成为现代农业管理中不可或缺的创新工具。在果园管理领域,

RFID 技术的应用显著提升了管理的效率与精确度。该技术的核心在于标签与读取器之间的无线通信机制，其中标签由电子芯片和天线组成，能够存储并传输特定信息[3]。例如，在果园资产追踪的应用场景中，RFID 标签可被贴附于每个水果或植株上，记录包括品种、种植位置、成熟度等在内的详细信息。读取器能够远距离快速读取这些数据，避免了人工直接接触的需要，有效降低了传统手工记录的复杂性和错误率。据相关研究指出，RFID 技术在果园管理中的应用可将资产追踪的准确率提升至 99% 以上，远超传统人工记录的 85% 准确率。此外，RFID 技术的应用不仅提高了数据收集的效率，还为果园管理提供了实时监控和决策支持，使得管理者能够更精确地进行资源配置和生产规划。

2.2. Android Studio 开发技术

Android Studio 作为开发环境的核心，其安装与配置是实现 RFID 技术与 Android 设备融合的第一步。截至 2023 年，Android Studio 已经支持超过 25 亿活跃设备，这为 RFID 应用的广泛部署提供了坚实的基础。开发者应确保安装了最新的 Android SDK 和相应的 API 级别，以支持最新的 RFID 技术标准和功能，还应配置虚拟设备或连接真实设备进行测试，确保 RFID 应用能够在不同设备上稳定运行。在 Android Studio 的集成开发环境中，开发者可以利用其丰富的工具集来构建和优化 RFID 技术与智能应用的融合，确保 RFID 应用在技术实现和用户体验上都能达到最佳。

2.3. RFID 技术与 Android 设备的连接

使用 Android 设备读取 RFID 标签的第一步是选择合适的 RFID 读取器，例如基于 USB 的读卡器和支持蓝牙的读卡器。选择阅读器时，需要考虑范围、兼容性、电池寿命和连接选项等因素。拥有 RFID 读取器后，需要在 Android 设备上安装必要的软件，如“RFID 标签跟踪器”和“RFID 读取器扫描仪”，安装支持特定 RFID 读取器型号的应用程序。安装应用程序后，打开它并与 RFID 读取器建立连接。根据读卡器的连接选项，通过蓝牙将其与 Android 设备配对或通过 USB 连接。建立连接后，通过应用程序配置 RFID 读取器设置，涉及选择适当的 RFID 频率、调整读取范围以及选择标签读取所需的数据格式。配置完成后，开始使用 Android 设备读取 RFID 标签：RFID 读取器发出信号，RFID 标签接收后，将自身的唯一标识符反馈给读取器，从而实现对标签信息的识别与处理。

3. 果园管理系统的问题与改进

3.1. 传统果园管理方法及其局限性

在传统果园管理实践中，人工记录与监测构成了核心操作，涵盖了对树木生长状况、病虫害防治措施以及果实成熟度和收获时间的追踪。例如，果农通常依据经验来判断果实成熟度，然而此方法的准确性往往不足，易造成果实的非适时采摘，从而影响其品质和市场价值。据研究指出，在传统管理方式下，因不当采摘时机导致的损失可达到 10% 至 20%。此外，传统的资产管理依赖于手工记录，不仅效率低下，而且错误率高，难以实现对果园内工具、机械等资产的实时监控与管理。现代农业中，对变化响应速度的要求促使我们采用更先进的技术，例如 RFID 技术，以克服传统方法的局限性，提升果园管理的效率和准确性。

3.2. 基于 RFID 技术的果园管理系统移动端应用的优势

基于 RFID 技术的果园管理系统的移动终端应用，具备实时、精确的数据采集与处理功能。在果园中部署 RFID 标签与读取器，可以实现对每棵果树及其果实的详细信息进行实时追踪。例如，RFID 标签可固定于果树上，记录其生长数据、施肥及灌溉历史，而 RFID 读取器则能迅速获取这些信息，并通过移动

设备实时传输至管理者。此技术不仅提升了数据采集的效率，还减少了人为误差，确保了数据的精确性。

RFID 技术在监测水果成熟度方面亦展现出其独特优势。通过在果实上贴附 RFID 标签，可实时监测果实成熟过程，并通过分析标签读取数据，预测最佳采摘时机。这有助于避免因非适时采摘导致的品质降低和经济损失。此外，RFID 技术亦可用于追踪果实从采摘、包装至运输的整个流程，确保水果的质量与安全。

在资产管理方面，通过在果园内的工具和机械上贴附 RFID 标签，可实现对这些资产的实时监控与管理[4]。管理者可借助移动设备轻松查询每件资产的位置及使用状况，从而提高资产使用效率，降低丢失与损坏的风险。

移动应用端开发，可实现手机端的便捷操作，使工作人员对果树的种植管理能随时随地进行实时监控和操作，有效提高生产效率。

因此，基于 RFID 技术的果园管理系统的移动终端应用，不仅能提升果园管理的效率与精确性，还能为果农提供丰富的决策支持，有助于提高果园整体运营效果。随着 RFID 技术的持续发展与完善，其在果园管理领域的应用前景将更为广阔。

3.3. RFID 技术在果园种植管理系统移动端的应用改进

RFID 技术在果园种植管理系统移动端的应用改进，主要集中在移动端用户界面优化和功能扩展，以及 RFID 系统的性能提升。

移动端系统的改进如下：

- 1) 用户界面设计直观易用：果农能够快速上手，便捷地查看数据和分析报告。
- 2) 增加故障排查和远程诊断功能：一旦设备出现异常，技术支持人员可立即远程协助，减少因设备故障带来的生产延误。
- 3) 集成天气预报和灾害预警信息：RFID 系统为果农提供及时的风险防范建议，最大化保障果园生产安全。
- 4) 引入人工智能算法：预测市场趋势和消费者需求，为果农提供定制化的种植建议。不仅可以减少人力成本，更提高了果园的整体竞争力。

RFID 系统的性能优化如下：

1) 减少干扰：金属干扰来自工具、设备或果园设施，解决方案包括使用金属屏蔽标签或特制的抗金属标签以及调整天线的位置和角度，避开金属物体的直接干扰；电磁干扰(EMI)会影响 RFID 系统的正常工作，解决方案包括在 RFID 系统的安装位置周围减少或屏蔽干扰源，使用频谱分析仪检测并避开干扰频段，选择具有较强抗干扰能力的 RFID 设备和天线；多路径干扰，射频信号在传播过程中会被周围物体反射，产生多个路径，这些信号路径在接收端相互叠加或抵消，导致信号不稳定，解决方案包括使用圆极化天线，优化读写器和天线的位置和方向，减少反射路径。标签遮挡，标签被其他物体遮挡时，会严重影响信号的传输和接收，解决方案包括使用抗干扰设计的标签，如防水标签、抗金属标签等，以及调整标签和读写器的相对位置，避开遮挡物。环境干扰，温度、湿度、灰尘等环境因素会影响 RFID 系统的性能，解决方案包括选择适用于特定环境的 RFID 设备，如耐高温、耐低温、耐湿的标签和读写器，并在恶劣环境中添加防护措施，如防尘罩、防水罩等；信号干扰，不同 RFID 系统之间的信号干扰会影响正常通信，解决方案包括使用不同频段的 RFID 系统，避免频率冲突，合理分配和协调 RFID 系统的工作频率和时间，使用具有防碰撞机制的 RFID 协议，减少信号冲突的影响。

- 2) 增强标签耐用性：RFID 标签的工作寿命取决于多个因素，包括标签的类型、制造工艺、使用频率

和环境条件等。优质的 RFID 标签在正常使用条件下具有较高的稳定性和可靠性，能够长时间保持正常工作。材料选择上，选择高品质的材料，如 ABS 材料，具有良好的耐磨性、抗化学腐蚀性和抗冲击性。结构设计上，设计时应考虑标签的结构强度，以抵抗机械冲击和日常磨损，例如采用 PET/泡棉作为基材，结合铝蚀刻天线制程方式，确保标签的柔韧性和耐用性。为增强抗干扰能力，采用抗金属 RFID 标签，其背面覆盖能吸收电磁波的材料，可以有效减少金属对 RFID 信号的干扰。定期维护与保养，清洁和检查 RFID 设备，包括天线和连接器的状态，确保连接紧固，没有损坏或腐蚀。确保标签的存储温度在 -20°C 到 60°C 之间，避免过高或过低的温度对标签性能和寿命造成影响。

解决标准化和兼容性问题：遵循国际和国内标准，根据中国电子技术标准化研究院发布的《射频识别(RFID)技术与标准化白皮书》(2023)，RFID 技术作为物联网感知层的关键技术，其标准化工作对于推动产业高质量发展至关重要。果园 RFID 系统应遵循 ISO/IEC 18000 及 ISO/IEC 14443 系列国际标准，以及国内相关标准，如 GB/T 33848.3-2017 等，确保系统的兼容性和互操作性。标准化的关键在于确定和制定统一的技术规范和测试方法，以确保各种读写器之间的兼容性和互操作性。ISO 18000 系列标准针对不同的 RFID 频段和应用领域进行了规范，包括 ISO 18000-2 (LF 频段)、ISO 18000-3 (HF 频段)和 ISO 18000-4 (UHF 频段)。兼容性测试是保证 RFID 读写器兼容性的重要环节，旨在检测 RFID 读写器在与不同标签以及其他读写器之间的相互作用中是否能够正确地执行数据交换和身份验证。

4. RFID 技术在果园管理系统中的应用实施

4.1. 果园 RFID 系统的硬件组成

在 RFID 系统的硬件架构中，标签、读取器、天线以及中间件构成了其核心组成部分。RFID 标签被附着于果树或果实表面，内含独特的识别信息，这些信息能够被读取器通过无线通信技术迅速地读取(图 1)。例如，一个标准的超高频(UHF) RFID 标签能够存储 64 至 128 位的数据容量，足以记录诸如果实种类、成熟度、位置等关键信息。读取器的主要功能是发送查询信号，并接收标签的响应信号，进而将数据传输至果园管理信息系统。天线的设计对于信号覆盖范围和读取效率具有决定性影响，通常需要根据果园的具体规模和地形特征进行个性化设计。中间件作为数据处理的桥梁，负责对从读取器接收到的数据进行过滤、整合，并将其转发至后端数据库。通过这些硬件组件的高效协同，果园 RFID 系统能够实现果园资产及果实状态的实时监控，从而有效提升果园管理的效率和果实的品质。

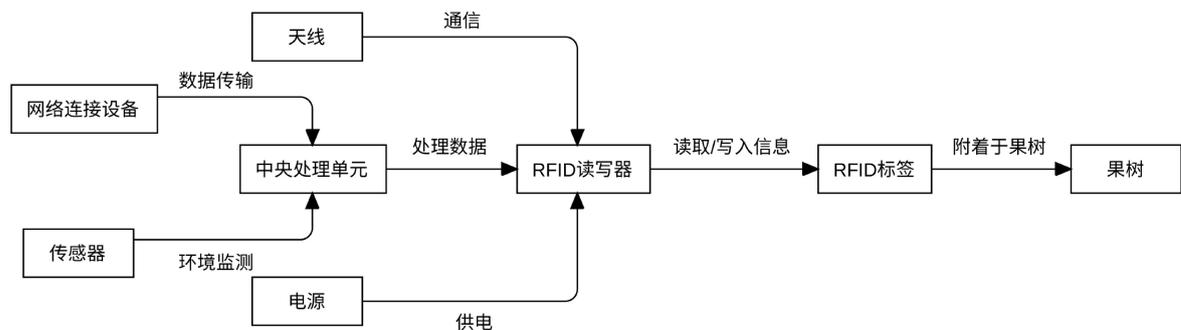


Figure 1. Diagram of the orchard RFID system hardware

图 1. 果园 RFID 系统硬件图

4.2. 果园 RFID 系统的软件架构与数据管理

在果园 RFID 系统的软件架构设计中，数据管理构成了核心要素，确保从数据采集至处理的全流程

高效且精确。软件架构通常涵盖数据采集层、数据处理层以及应用层。数据采集层主要负责从 RFID 标签中提取信息，包括水果的位置、种类及成熟度等。这些数据随后被传递至数据处理层，该层利用先进的算法对数据进行清洗、整合与分析[5]，以保障数据的精确性与可靠性。应用层则将处理后的数据转化为果园管理者可理解的可视化信息，辅助其作出更为明智的决策。

在数据管理方面，系统必须具备强大的数据存储与分析能力，以应对大规模数据所带来的挑战。系统必须能够处理来自成千上万 RFID 标签的数据，并且能够迅速响应查询请求。此外，还需要着重考虑数据安全与隐私保护，通过采用加密技术与访问控制策略，确保数据在传输与存储过程中的安全性，防止未授权访问及数据泄露。

5. Android Studio 编写 RFID 应用

5.1. 硬件接口选择和软件开发环境准备

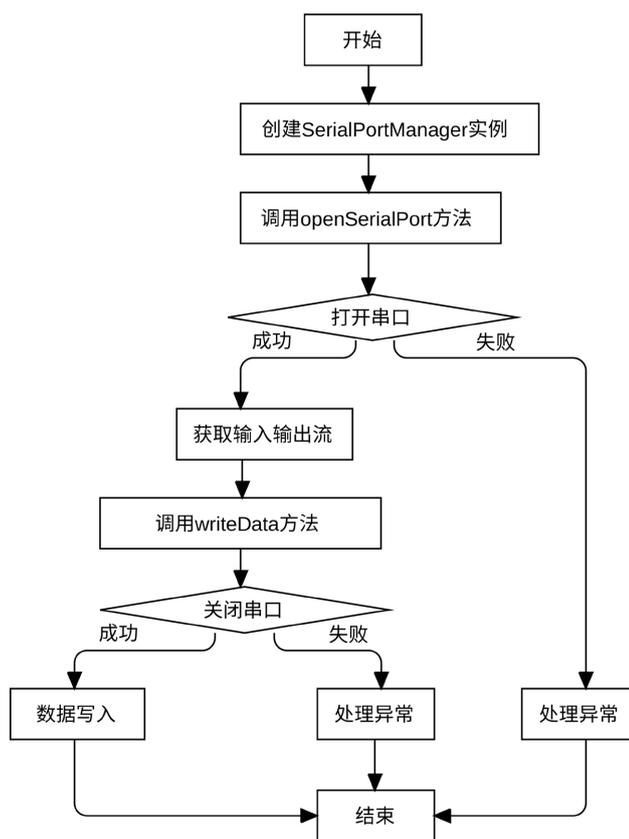


Figure 2. Flowchart of the RFID reader initialization
图 2. 初始化 RFID 读卡器流程图

在 Android 平台实现 RFID 标签的读取，可采用兼容 Android 系统的 RFID 读写器。这些读写器主要通过 USB、蓝牙或近场通信(NFC)技术与 Android 设备建立连接。鉴于 NFC 技术已广泛集成于众多现代智能手机中，其成为一种简便的 RFID 读取实现途径，但 NFC 技术的读取距离存在一定的局限性。

为进行 Android 应用的开发，需安装 Android Studio 作为集成开发环境(IDE)。根据所选用 RFID 读写器的具体型号，开发者需下载并整合相应的软件开发工具包(SDK)或应用程序接口(API)。此外，开发者应在 Android 应用的配置文件 AndroidManifest.xml 中声明所需的权限，例如 USB 和蓝牙等。

5.2. 读写器连接及 RFID 数据读取与解析

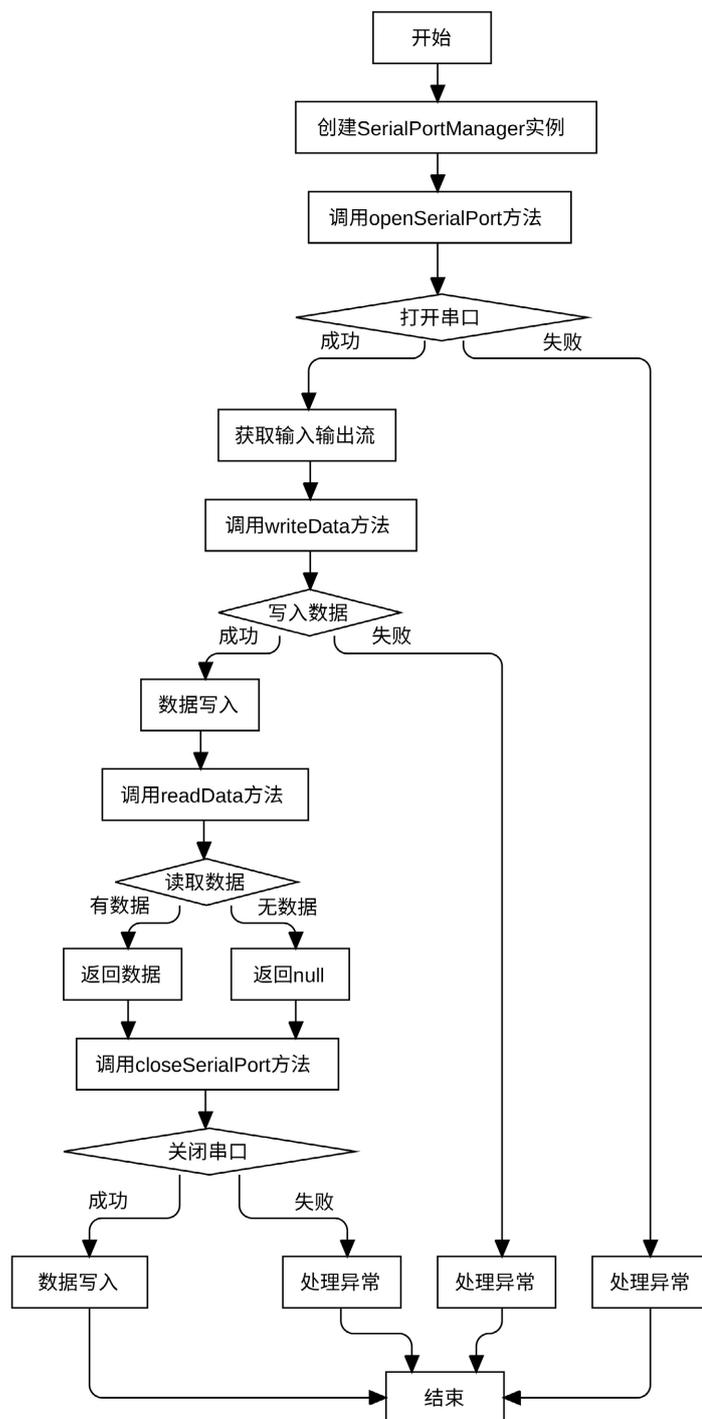


Figure 3. Flowchart of the serial port initialization and read/write operations
图 3. 串口初始化与读写操作流程图

通过 USB 接口实现连接时，可利用 Android 平台的 USB Host API 进行外设的识别与通信。在蓝牙连接模式下，通过 BluetoothAdapter 与 BluetoothSocket 类实现设备间的配对与数据交换。为实现 NFC 连

接, NfcAdapter 类提供了对 NFC 标签进行扫描与读取的功能。针对选定的 RFID 读写器, 通过调用相应的应用程序接口(API)来提取 RFID 标签中的数据。随后, 对这些数据进行解析处理, 以提取所需信息。

5.3. 具体实现

在 Android 环境下, 通过 RFID 技术与串行通信接口(TTY)实现数据交换。硬件设备包括 ACR122U RFID 读卡器、USB 转串口模块(如 CH340)以及支持 OTG 功能的 Android 终端。针对基于串口的 RFID 读写, 需在 build.gradle 配置文件中引入 android-serialport-api 库的依赖项, 并在 AndroidManifest.xml 文件中声明串口通信的权限。通过 SerialPort 类实例化串口设备, 并进行参数配置, 包括设置波特率、数据位等参数。利用输入输出流完成数据的读取与写入操作, 并通过事件监听机制处理数据接收事件。

在 Android 项目中集成 ACR122U-Android 开发包, 该开发包提供了丰富的 API 接口, 简化了 RFID 技术的集成过程。具体流程如下: 实例化 RFIDManager 类, 调用 connectReader 方法, 尝试通过 reader.open (“ACR122U”)打开读卡器。如果读卡器成功打开则调用 disconnectReader 方法, 尝试通过 reader.close ()关闭读卡器, 如果读卡器成功关闭, 流程结束, 如果关闭读卡器失败, 处理异常; 如果打开读卡器失败则处理 ReaderException 异常, 流程结束。初始化 RFID 读卡器的流程如图 2 所示。

使用 android-serialport-api 库来实现串口通信。添加依赖后, 可以通过以下流程实现串口的初始化与读写操作: 创建 SerialPortManager 实例, 调用 openSerialPort 方法尝试通过 new SerialPort (new File (path), baudRate, 0)打开串口。如果打开串口失败, 处理异常。如果串口成功打开, 通过 serialPort.getInputStream ()和 serialPort.getOutputStream ()获取输入输出流, 调用 writeData 方法尝试通过 outputStream.write (data)方法写入数据, 如果数据成功写入, 继续调用 readData 方法读取数据, 如果写入数据失败, 处理异常。数据成功写入后, 执行 readData 方法, 尝试通过 inputStream.read (buffer)读取数据, 如果有数据可读返回读取的数据, 如果没有数据可读返回 null。调用 closeSerialPort 方法尝试关闭串口, 如果串口成功关闭流程结束, 如果关闭串口失败, 处理异常, 流程结束。串口初始化与读写操作的流程如图 3 所示。

6. 趋势与展望

6.1. RFID 技术在果园管理系统中的发展方向

随着物联网技术的持续发展, 射频识别(RFID)技术在果园管理领域的应用正日益深化, 其未来发展趋势主要聚焦于智能化、精细化以及可持续化管理。例如, RFID 技术的应用使得对果园中每棵果树的实时监控成为可能, 能够精确记录每棵树的生长状况、病虫害发生情况以及施肥、灌溉等管理活动。研究显示, 采用 RFID 技术的果园管理, 能够将果实的成熟度检测误差降低至 1% 以下, 显著提高了果实品质和产量。此外, 结合大数据分析和机器学习算法, RFID 系统可以预测果实的最佳采摘时间, 从而减少因过早或过晚采摘造成的损失。RFID 技术为果园管理者提供精确的数据支持, 使他们能够更好地衡量和管理果园的每一个环节, 从而实现果园管理的智能化和精细化。

6.2. Android Studio 在 RFID 应用开发中的未来角色

随着物联网技术的迅猛发展, RFID 技术与 Android Studio 的融合正开启智能应用的新篇章。Android Studio 凭借其强大的功能和灵活的定制性, 为 RFID 应用的开发提供了前所未有的便利。开发者可以利用 Android Studio 的高效代码编辑器、丰富的调试工具和直观的用户界面设计, 快速构建出稳定且用户友好的 RFID 应用。此外, Android Studio 的 Gradle 构建系统支持模块化开发, 使得 RFID 应用的维护和更新更加高效。在数据安全方面, Android Studio 提供了强大的加密库和安全框架, 帮助开发者保护 RFID 数据传输过程中的安全, 防止未授权访问。未来, 随着 Android Studio 不断更新和优化, 它在 RFID 应用开

发中的角色将更加重要，为开发者提供更加强大的工具和资源，推动 RFID 技术在各行业的深入应用。

基金项目

上海农林职业技术学院校内课题：基于 RFID 的果园种植管理系统移动应用端开发(编号：KY4-0000-24-25)。

参考文献

- [1] 武装. 智慧农业发展中物联网技术在设施农业中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2021(14): 30-31.
- [2] 王严. RFID 在移动通信领域的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2021(11): 5-6.
- [3] 周海涛. RFID 技术和应用发展现状[J]. 电信科学, 2009, 25(7): 91-94.
- [4] 华敏. 基于 FRID 技术的固定资产管理系统的设计[J]. 信息通信, 2019(12): 154-156.
- [5] 王健, 乐嘉锦. RFID 数据清洗技术研究进展[J]. 计算机科学与探索, 2022(12): 2678-2694.