使用射频
识别（RFID）技术实施可持续安全架构以实现访问控制。

By
[1]KASSIM, Shakiru Olajide；[2]Aisha Samaila Idriss 和 [3]Abdullahi Isa Ahmed
1, 2 & [3]达马图鲁联邦理工学院计算机工程技术系，
约贝州。

摘要
实现可持续安全架构一直是一项颇具挑战性的任务，人们已部署多种技术来达成这一目标。自动识别（Auto-ID）技术能够提供有关运输中人员、动物、货物和产品的信息，并已广泛应用于采购与配送物流、工业、制造企业以及物料流系统。本研究聚焦于利用射频识别（RFID）技术开发并实现门禁系统，以增强可持续安全架构。该系统通过仅允许授权人员进入限制区域来控制访问，包含射频识别硬件（射频识别标签、阅读器及其天线）和软件。天线配置为约 1.5 米的读取范围，并使用 TMBE套件读写器模块测试射频识别标签。通过使用 FissaiD RFID读写器，实现了标签读写过程中的编码与解码，以及硬件与软件的接口连接。用于控制整个系统的软件采用 Java语言设计。用于保存员工和访客必要信息的数据库，则使用适当的数据库管理系统（DBMS）进行设计。所设计并实现的系统能够记录所有进入限制区域的访问情况（签入与签出）及相应时间。除该系统外，也可使用基于模型的建模方法，通过 MATLAB/Simulink、Arduino平台等实现类似应用。

Keyw关键词：自动识别、射频识别、数据库、标签、阅读器 .

引言

由于犯罪分子不断采用新兴技术手段作案，生命与财产安全已成为全世界高度关注的问题。人们利用现有的现代技术，采用多种技术手段来遏制安全威胁。然而，如何使这些手段持续发挥作用仍有待解决，因为随着不断使用，它们往往会逐渐失效，甚至完全失去效用。将简单的现代技术与先进现代技术相结合，有望实现安全架构更具可持续性。

使用简单现代技术对受限设施进行访问控制，可以增强任何需要严格限制和监控的设施的安全架构。射频识别（RFID）技术是一种简单且成本较低的自动识别（Auto-ID）技术，已应用于不同领域，以更高的性能和成功率控制各种流程。多年来，RFID 在遏制安全问题方面获得了广泛认可，尤其是在与生物特征认证技术结合使用时。作为一种自动识别系统，它能够在不使用任何

具有高效接收能力的有线介质。因此，这是一种相对廉价的技术，可用于推广和提供安全解决方案（Md.Kishwar 等，2015年）。

在包括磁条、光学字符识别（OCR）、条形码、生物识别、接触式存储器按钮和智能卡在内的各种自动识别系统中，RFID 的非接触式功能使其成为一种更高效的自动识别技术，尤其适用于全球电子商务兴起背景下的安全和供应链管理领域（Amit & Hal，2011）。据（Shoewu & Badejo，2006年；Amit & Hal，2011；Md.Kishwar 等，2015年；Peter、Joseph & Gabriel，2016年；Orji、Oleka & Nduanya，2018年）报道，RFID 技术在提供安全保障方面已被证实具有较高的效率；由于能够系统地检测、跟踪、分类和管理信息流，其应用尤其可见于商业、家庭自动化、工业和物流支持等领域。

本文介绍了采用射频识别技术开发并实施门禁系统，以增强可持续安全架构。该系统通过仅允许授权人员进入限制区域来控制访问。

相关文献综述

多位研究人员已开发出若干用于安保的射频识别门禁系统。（Umar、Mahmood、Muhammad、Athar 和 Muhammad，2014年）介绍了一种供宿舍使用的基于RFID的安全与访问控制系统设计。该系统结合射频识别技术与生物识别技术来完成所需任务。该系统部署于旁遮普大学校区内，安装在宿舍入口的射频识别阅读器会检测号码、捕捉用户图像，并在数据库中检索匹配项。如果卡片和捕捉到的图像均属于已注册用户，系统便会授予访问权限；否则，系统会启动警报，并通过GSM调制解调器向安保车辆拨打紧急电话。在一项类似研究中，（Peter、Joseph 和 Gabriel，2016年）采用了一种射频识别标签，其中包含用于存储和处理唯一信息、调制和解调所传输射频信号的集成电路；同时还采用全球移动通信系统（GSM）技术，通过短信（SMS）与安保人员联系，以加强受控环境的安全性。

Adebayo 等人（2017）开发了一种简单的安全系统，将射频识别与密码相结合，为入口提供访问控制。该系统采用 ATMEGA8 微控制器实现，控制射频识别阅读器扫描并验证用户的身份标签，随后要求输入密码，然后启动电机以授予访问权限。微控制器使用 Microbasic 语言编程；身份标签数据和密码存储在其数据库中。结果显示，射频识别阅读器可在两秒内扫描 25 厘米范围内的标签，

并在输入正确密码后，于 3 秒内打开原型门。由电机控制的门会在预设的 5 秒延迟后关闭。该系统成本低廉，性能出色且可靠；在 12 名用户中实施后，表现更为优异。

在一项类似的研究中，Joseph 和 Sohail（2018年）设计并实现了一套基于RFID的访问控制系统，用于进入安全区域。该系统会读取射频识别卡，并解锁门以允许通行。为提高安全性，访问配置中加入了键盘，要求用户输入个人识别码（个人识别码），以启动锁定机构并转动伺服电机打开门。系统还配备了一块小型液晶显示屏，用于向用户传递信息。该系统的整体控制功能由 Arduino UNO 微控制器芯片提供。Orji、Oleka 和 Nduanya（2018年）使用 Arduino 设计了一套自动化的基于RFID的访问控制系统。在该系统中，安装在入口处的射频识别阅读器会检测携带唯一标识符（唯一标识符）的射频识别标签，并将其与存储的唯一标识符进行比对；若匹配，则授予访问权限，否则拒绝访问。

作为一种门禁系统，本项目利用射频识别技术控制和监控人员进入计算机工程系（组织）的限制区域。它还生成这些进出活动的一般报告及考勤报告，从而控制访客在系内的流入和流出。

方法论：系统设计与实现

射频识别技术

射频识别是无线电广播技术与雷达的结合，由三个主要部分组成：

o标签（应答器）：由一个集成电路和一根天线组成。集成电路包含用于存储数据的存储器，并能够处理来自射频的数字数据，反之亦然（编码器和解码器）。天线是用于接收和传输射频信号的物理接口。o阅读器（询问器）：向标签发射射频波，由一个天线和收发器组成。天线是无线电信号的来源，用于激活标签并对其进行数据读写，随后将数据发送至个人计算机进行处理。o 个人计算机（PC）：用于系统的一般企业应用，通过为两者之间的连接而开发的接口程序（高级语言），处理阅读器接收的信息。

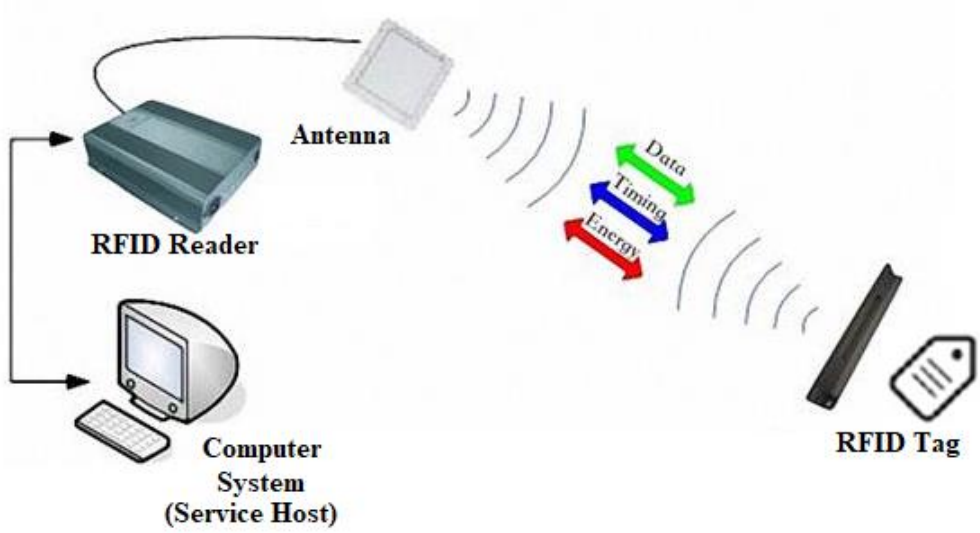


图1：RFID系统工作原理图。

系统设计

系统设计由两个部分组成：硬件和软件。图 2 展示了一个通用的系统架构。

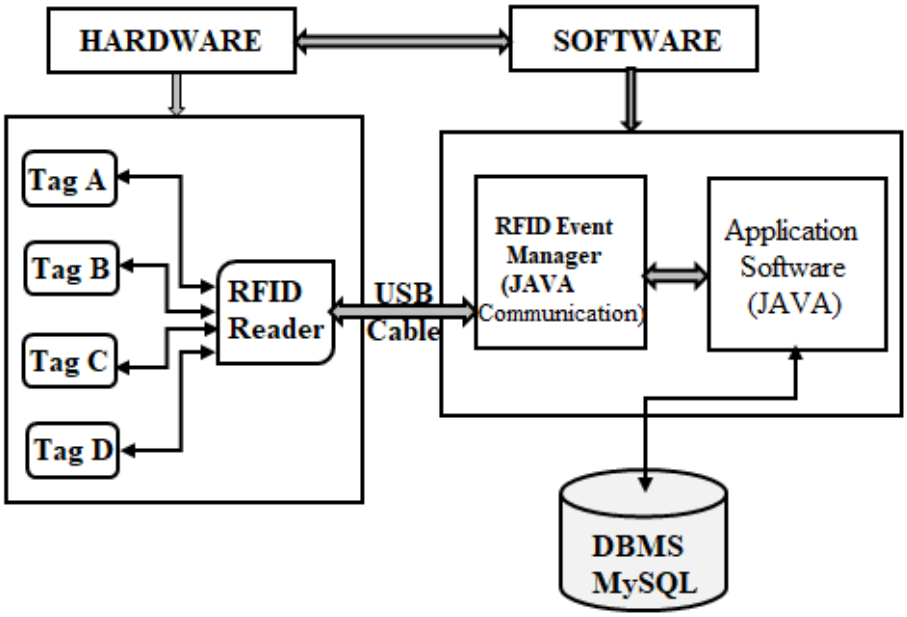


图2： 通用RFID系统架构

硬件设计

标签选择

在选择以下由（AtlasRFID，2019）推荐的内容时，考虑了：o 所使用的标签标记的表面类型（金属、塑料、木材等）； o 所需的读取范围；。 尺寸限制； o 需考虑的环境条件（过热、寒冷、潮湿、冲击等）。

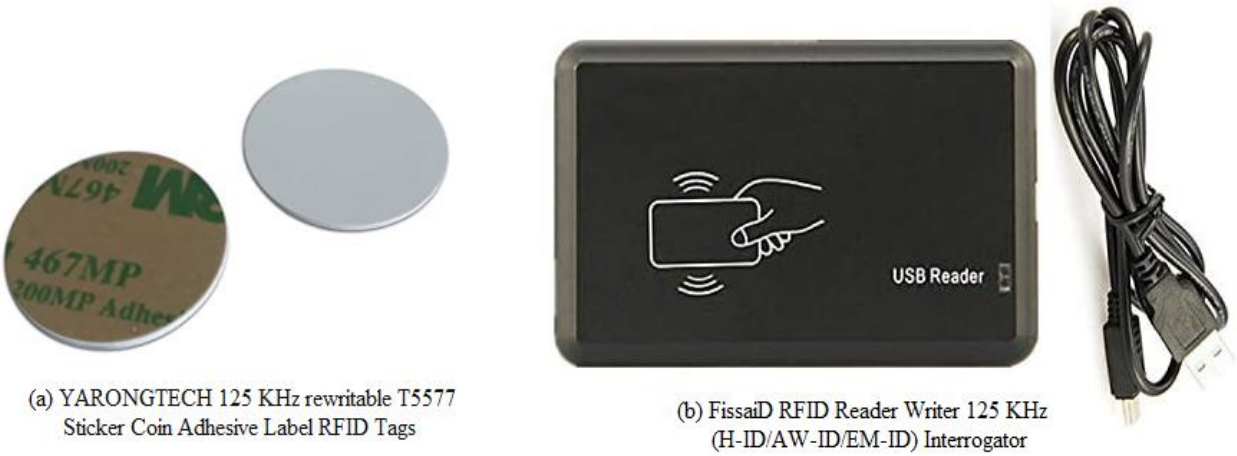
安装方式（粘合剂、环氧树脂、铆钉/螺钉、扎带等）

考虑到系统需求（即访问控制），设计中考虑采用嵌体式可读写低频无源标签。所选频率为125KHz，该频率依据（Atlas RFID，2019年；RFID4U，2021年；Impinj，2021年）所规定的标准确定，FID读取范围约为1.5米（近距离约为90厘米）。在本研究中，选择了YARONGTECH 125 KHz可重写T5577贴纸硬币型粘附式 标签 RFID标签，其直径为25毫米，厚度为1毫米。这种标签可以轻松粘贴到用户的身份证（ID）卡上。

射频识别阅读器

作为RFID系统的大脑，RFID询问器通过发射和接收无线电波来与RFID标签进行通信。它们通常分为两种不同类型：固定式RFID询问器和移动式RFID询问器。在本次试点设计中，采用了一台内置天线的固定式RFID询问器（同时配有一个额外的天线端口，可用于连接可选的外部天线）。测试时，该设备被安装在试点区域的墙上。

本研究购买并使用了FissaiD RFID读写器125 KHz（H-ID/AW-ID/EM-ID）。它支持读取、写入和复制处理，并可在Windows操作系统上运行，但会拒绝其他标签；不过，发现其与YARONGTECH 125 KHz可重写T5577贴纸硬币式粘性 标签 RFID标签兼容。



(a) YARONGTECH 125 KHz rewritable T5577 Sticker Coin Adhesive Label RFID Tags

(b) FissaiD RFID Reader Writer 125 KHz (H-ID/AW-ID/EM-ID) Interrogator

图4：射频识别应答器和询问器

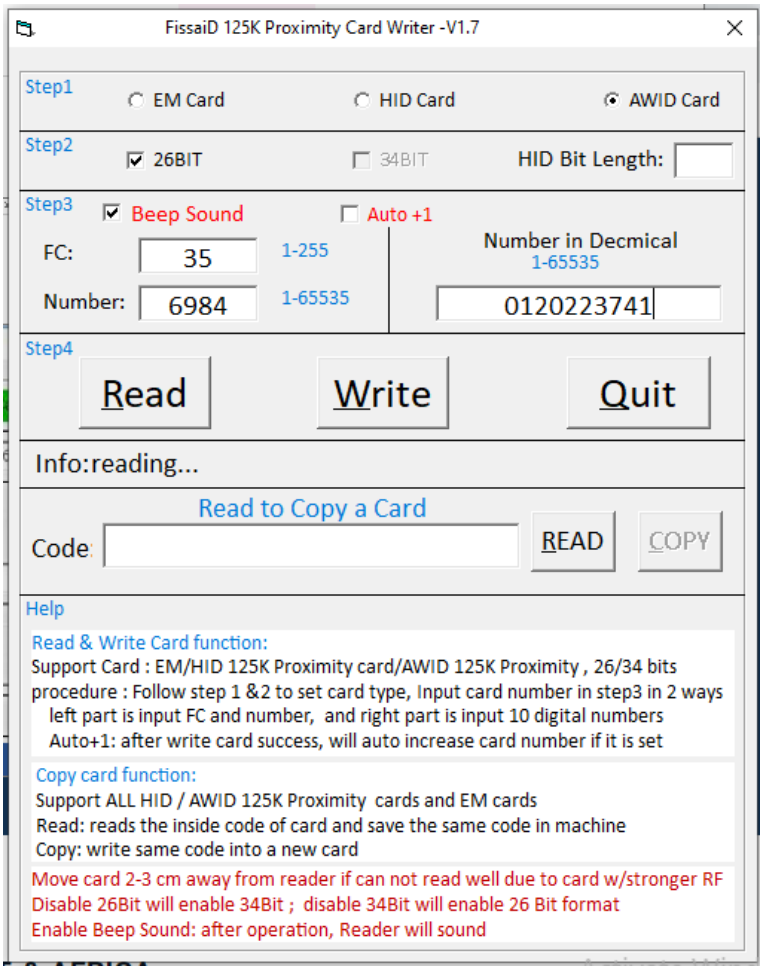


图5：FissaiD RFID读写器标签配置窗口

软件分析与设计

事件管理器：阅读器/个人计算机接口

每当标签进入阅读器的读取范围内，事件管理器便充当监视器，通知应用软件。事件管理器使用 JAVA(tm) Communications API Version 3.0 开发，采用低级类（SerialPort 和 ParallelPort），以便为物理通信端口提供接口。软件的这一部分通过转换器连接到射频识别询问器的 USB 通信电缆，并经由串行（RS-232）和并行（IEEE 1284）端口与个人计算机进行交互。

当需要将数据写入标签时，事件管理器还充当高级用户与射频识别阅读器之间的中介；它实际上与阅读器内置的控制器（用于数据编码和解码）进行通信。读取的数据（编码或解码后）会传输至应用软件，以便进一步与系统进行交互。

应用软件

整个系统的主要控制由应用软件执行，系统控制全过程的背景示意如图 6 所示。



图6：应用软件事件控制流

应用软件还执行以下功能：

o 配置：为阅读器定义 ID，将阅读器分配到限制区域，并将数据（ID）写入标签。它还配置串行端口参数，并与RFID硬件系统建立通信。同时，它还配置标签和限制区域门的访问级别定义，创建分区、进行员工注册并将标签分配给员工o数据库设置：应用软件执行的所有配置（数据）都会保存到数据库中。该设置还允许从数据库查询和处理数据，以便在访问请求期间进行验证并生成报告。 o 控制：RFID系统的整体控制通过应用软件实现，例如开启/关闭阅读器、设置阅读器扫描和从标签读取数据、通过阅读器将数据写入标签，以及对系统内发生的所有事件进行常规控制。 o 报告生成：应用软件与数据库交互以生成用于分析的报告，例如所有访问记录及其对应日期和时间的报告，都可以从应用软件中查看。

图 7 展示了系统的流程。

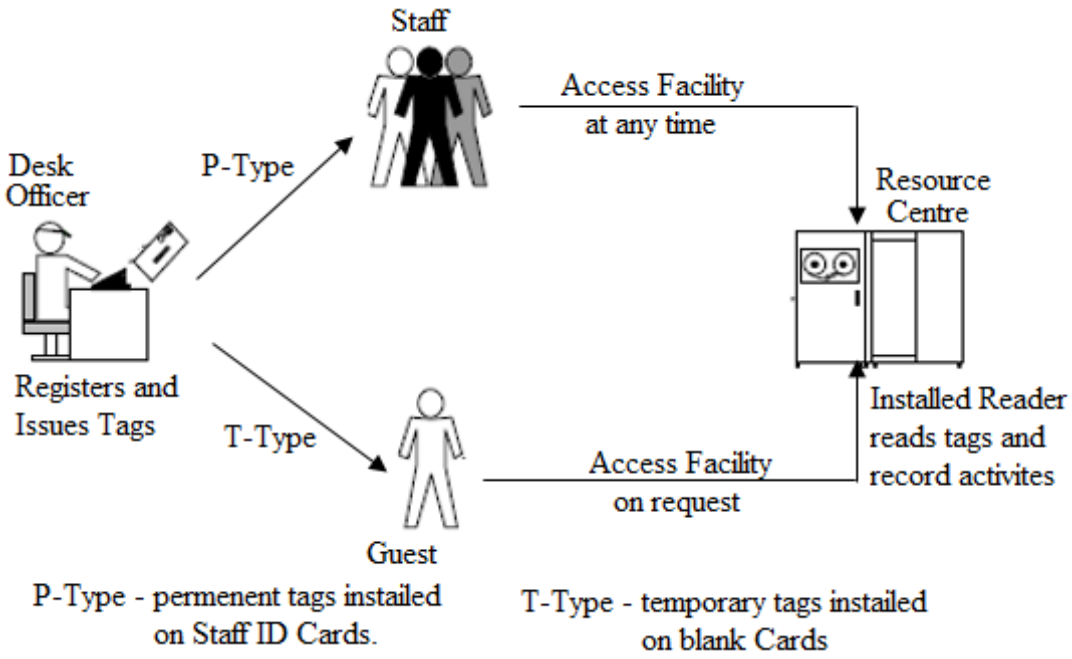


图 7：射频识别门禁系统的流程

数据库管理系统及其配置

对于数据库管理系统（DBMS），编写了结构化查询语言（SQL）脚本，用于整个系统数据库的初始设计。管理员将必要的数据录入数据库，其中包括与标签、阅读器和应用软件相关的所有分配、定义和设置。

为使门禁系统能够运行，对数据库进行了配置，主要有以下两项配置：

o 标签配置及其各自的唯一标识符，采用软件格式模拟，即标签标识符和标签类型（员工和访客）。o 射频识别阅读器的唯一标识符，使应用系统能够了解特定时间的访问情况及访问者身份（员工或访客）。

结果与讨论

阅读器-标签天线性能测试

使用工作频率相同（125 KHz）且与该设计兼容的 TMBE 射频识别套件，对标签-阅读器天线响应进行了测试。所得结果如表 1 所示。

表 1：阅读器-标签天线性能测试结果

阅读器-标签天线 距离（厘米）	阅读器-标签天线 角度（度）	标签感应 电动势（伏特）
25	**0**	**13.71**
25	**180**	**1.32**
50	**0**	**12.14**
50	**180**	**1.07**
75	**0**	**11.56**
75	**180**	**0.85**
100	**0**	**10.93**
100	**180**	**0.76**
150	**0**	**10.05**
150	**180**	**0.23**

根据所得结果，感应电动势会随标签天线与阅读器天线之间的距离和角度而变化。这表明，当标签天线与阅读器天线之间的角度为零度时，阅读器对天线的读取效果最佳；在短距离下，接收效果明显更好。

数据库系统配置结果

图 8展示了在数据库配置过程中，针对已配置的员工/访客详细信息所保存的全部数据的显示窗口。

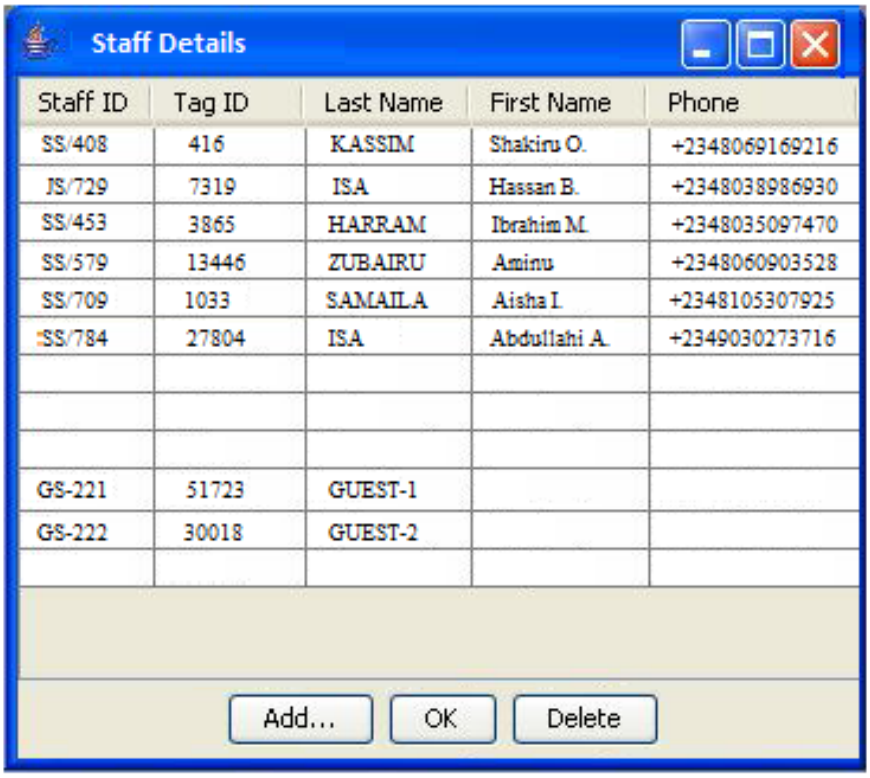


图 8：已保存员工详情的数据库窗口

系统性能测试结果

在使用贴附于员工身份证上的不同已配置员工标签以及贴附于空白卡上的访客标签连接阅读器后，进行了多项测试。启动阅读器开始扫描，并将已配置的员工/访客标签靠近阅读器。为了更好地分析请求报告时返回的结果，测试持续了两天。图 9 显示了一个状态窗口，其中展示了阅读器的连接状态、扫描状态，以及检测到标签 JS/729 的员工最近进行的所有访问记录和最后一次访问记录。

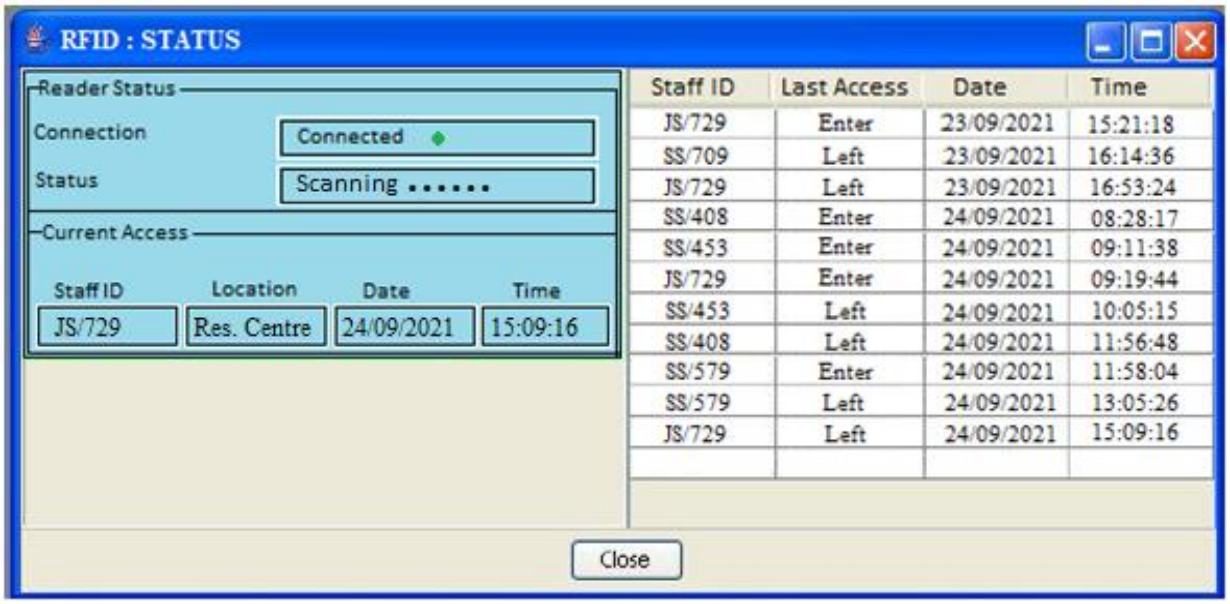


图9：显示阅读器状态和访问情况的窗口

访问报告

访问报告提供所有访问过资源中心的员工/访客的访问记录，以及各自签到和签退的日期和时间。见下方图10。

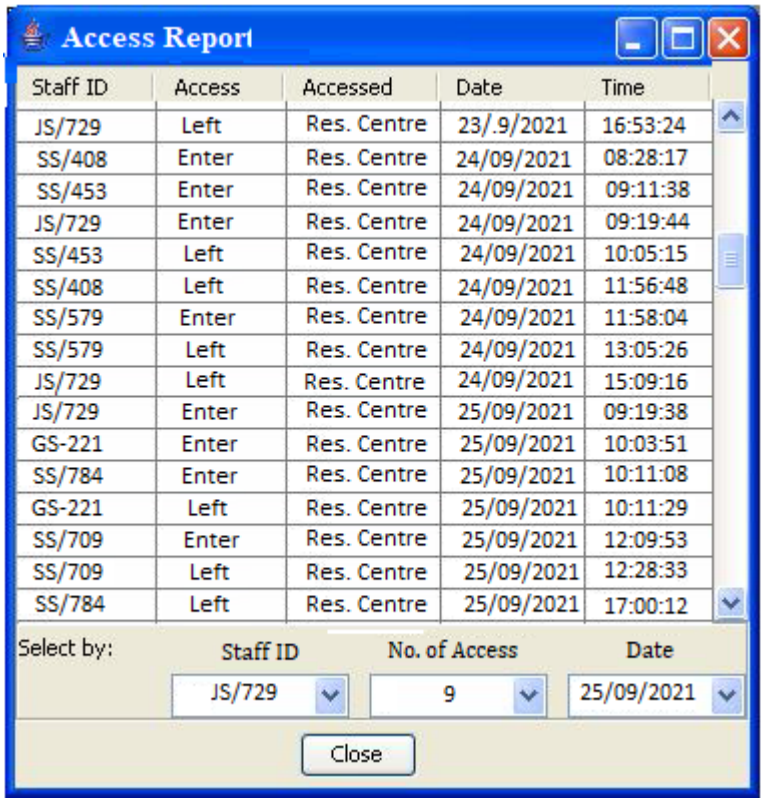


图10：显示员工/访客访问资源中心的窗口

结论和/建议

根据所得结果，RFID读写器-标签天线测试表明，阅读器能够在最远 150 cm（即 1.5 m）的距离扫描并读取标签。整体系统配置取得了成功，因为应用软件能够提供所需的配置，并为每个标签分配唯一标识符，即标签标识符和标签类型（员工和访客）。系统启动后表现为处于活动状态，这一点可从阅读器的扫描和连接状态，以及对附近标签的响应中得到证实。系统能够记录员工和访客对资源中心的所有访问情况，证明系统确实能够执行所需的访问控制功能。

该系统始终是未来扩展的典范，可以加入其他特性，以增强稳健性并提升功能。可以纳入组织的考勤登记册，以及根据拒绝或接受进入受限设施的情况实现设施访问控制等功能。在这两种情况下，RFID系统配置中可以包含多个阅读器，或在一个阅读器中配置多个天线。

参考文献

Adebayo, A. K., Bamikefa, I. A., Sanusi,M.A., Abolarin, M. O., Olagoke, B. L., & Agbolade, J. O.（2017）。射频识别与密码门禁系统的设计与实现。国际科学、工程与环境技术会议（ICONSEET），2(19)，148-153。取自 www.repcomseet.com

Amit, G. 和 Hal, B.（2011年12月）。RFID部署与安全问题综述。《信息处理系统期刊》，7(4)，561-580。doi:10.3745/JIPS.2011.7.4.561

Atlas RFID. (2019). 射频识别系统入门指南。伯明翰。: Atlas RFID Stores。检索于2021年8月15日，网址：www.atlasRFIDstore.com

Impinj。（2021年）。RFID系统的类型。西雅图，华盛顿州 98109：Impinj 公司。检索于 2021年8月25日，网址：https://www.impinj.com/products/technology/how-can-rfid-systems-be-categorized

Joseph, V., &Sohail, A. (2018年, 十二月). 基于RFID的访问控制系统.IJISET -国际创新科学、工程与技术杂志, 5(12), 79-81. 检索自 www.ijiset.com

Md.Kishwar, S.(, Kar, K., Nazmul, H., Bipul, C., Mahfuz, M., Sarowar, H., & Ayaz, M.（2015年）。孟加拉国背景下的基于RFID的访问控制系统开发。第二届IEEE信息嵌入与通信系统创新国际会议（ICIIECS，2015年）（第1-5页）。印度哥印拜陀：卡尔帕甘工程学院，印度哥印拜陀。doi:10.1109/ICIIECS.2015.7193024

Orji, E. Z., Oleka, C. V., & Nduanya, U. I. (2018年). 使用 Arduino 和射频识别的自动访问控制系统. 科学与工程研究期刊 (, 5(4), 333-340. 检索自 ISSN: 2394-2630

Peter,A.,Joseph,M. M., & Gabriel, A.I.（2016年）。基于RFID的安全访问控制系统与GSM技术。美国工程研究期刊（AJER），5(7)，236- 242。

RFID4U。（2021年）。如何选择合适的标签 – 频率。加利福尼亚州康科德94520：RFID4U。检索自 https://rfid4u.com/rfid-frequency/

Shoewu, O., & Badejo, O.（2006年11月）。射频识别技术：开发、应用与安全问题。《太平洋科学与技术期刊》，144-152。检索自 http://www.akamaiuniversity.us/PJST.htm

Umar, F., Mahmood, u. H., Muhammad, A., Athar, H., & Muhammad, U. A.（2014年）。基于RFID的安全与访问控制系统。IACSIT国际工程与技术期刊，6(4)，309-314。doi:10.7763/IJET.2014.V6.718