



Diseño e implementación estadístico de un sistema multimodal para el control de asistencia en IPREX

Statistical design and implementation of a multimodal system for attendance control at IPREX

Desenho estatístico e implementação de um sistema multimodal para controle de assiduidade no IPREX

María Verónica Albuja-Landi ^I
maryvero5235@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6742-3735>

Juan Carlos Albuja-Jácome ^{II}
juankaj_08@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1034-8030>

Fredy Daniel Romero-Herrera ^{III}
fredyromero5235@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3906-7731>

José Luis Yépez-García ^{IV}
jl.yg91@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9464-1030>

Correspondencia: maryvero5235@gmail.com

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

***Recibido:** 30 de enero de 2022 ***Aceptado:** 18 de febrero de 2022 * **Publicado:** 07 marzo de 2022

- I. Investigador Independiente, Ecuador.
- II. Investigador Independiente, Ecuador.
- III. Investigador Independiente, Ecuador.
- IV. Investigador Independiente, Ecuador.

Resumen

En el presente trabajo se analizó, diseñó e implementó un sistema multimodal utilizando las tecnologías de Identificación por Radio Frecuencia (RFID), ZigBee y cámara TTL para un sistema de control de asistencia de personal. Se estableció un análisis comparativo entre varias alternativas para la selección de las tecnologías más idóneas para la implementación. El canal de comunicación inalámbrico entre los dispositivos, utilizó el protocolo ZigBee que está definido sobre el estándar del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE 802.15.4). Para el diseño y posterior implementación se necesitó de un nodo controlador desarrollado sobre una placa reducida Arduino Uno que administró y ayudó como intermediario entre los dispositivos: RFID, que posee un código único de identificación y cámara TTL, para recoger la información y enviarlas por el canal hacia un gestor de base de datos ejecutado sobre MySQL Workbench desplegada en una PC para su verificación y almacenamiento. En la parte de recepción se contó con una PC en la cual están desarrolladas aplicaciones basadas en Java, con las cuales se realizó las funciones siguientes: 1. El tratamiento de la imagen enviada por ZigBee para su reconstrucción y almacenamiento, 2. Provee una interfaz de usuario para la administración de la base de datos. Los resultados obtenidos muestran que el sistema posee una mejora del 58,33% en velocidad de datos en relación con el sistema manual. Se concluye que este sistema multimodal es efectivo para controlar la asistencia de personal fusionando RFID, ZigBee y Cámara TTL, obteniendo registros en tiempo real. Se recomienda la utilización del sistema a las empresas, instituciones, en donde es difícil poseer conexión cableada y línea de vista directa para el tratamiento de información.

Palabras clave: Identificación por Radiofrecuencia [RFID]; Protocolo Zigbee; Nodo Coordinador; Gestor de base de datos; Comunicación Inalámbrica; Arduino; Sistema Multimodal; Telecomunicaciones.

Abstract

In this research we analyze designs and implement a multimodal system using technologies of Radio Frequency Identification (RFID), ZigBee and camera TTL for a personal control system of support. A comparative analysis of various alternatives for selection of the most suitable technologies for implementation was established. The wireless communication channel between the devices used the ZigBee protocol that is defined on the standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE 802.15.4). For the design and subsequent implementation, was

required a controller node developed on an Arduino, it was reduced plaque One, it was given and helped as an intermediary between devices: RFID, which has a unique identification code and camera TTL, to collect information and send them through the channel to a database manager executed on MySQL Workbench displayed on a PC for verification and storage. It was worked at the reception PC in which was developed a Java-based applications, with which the following functions are performed: 1. The treatment of the image was sent by ZigBee to rebuild and storage, 2. It. provides an interface user to manage the database. The results show that the system has a 58.33% of improvement in data rate relative to the manual system. It is concluded that this multimodal system is effective to control personal assistance merging RFID, ZigBee and TTL camera, to get records in real time. It is recommended the system implementation to companies, and institutions, where it is difficult to have wired connection and direct sight line for processing data.

Keywords: Radio Frequency Identification [RFID]; Zigbee protocol; Coordinator Node; Database manager; Wireless communication; Arduino; Multimodal System; Telecommunications.

Resumo

No presente trabalho, um sistema multimodal foi analisado, projetado e implementado utilizando tecnologias de identificação por radiofrequência (RFID), ZigBee e câmeras TTL para um sistema de controle de atendimento de pessoal. Foi estabelecida uma análise comparativa entre várias alternativas para a seleção das tecnologias mais adequadas para implementação. O canal de comunicação sem fio entre os dispositivos utilizou o protocolo ZigBee que é definido no padrão do Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE 802.15.4). Para o projeto e posterior implementação, foi necessário um nó controlador desenvolvido em uma placa Arduino Uno reduzida, que gerenciava e auxiliava como intermediário entre os dispositivos: RFID, que possui um código de identificação único e câmera TTL, para coletar as informações e enviá-las através do canal para um gerenciador de banco de dados executado no MySQL Workbench implantado em um PC para verificação e armazenamento. Na área de recepção, havia um PC no qual foram desenvolvidas aplicações baseadas em Java, com as quais foram realizadas as seguintes funções: 1. O tratamento da imagem enviada pelo ZigBee para sua reconstrução e armazenamento, 2. Fornece uma interface de usuário para administração de banco de dados. Os resultados obtidos mostram que o sistema apresenta uma melhoria de 58,33% na velocidade de dados em relação ao

sistema manual. Conclui-se que este sistema multimodal é eficaz para controlar o atendimento de pessoal através da fusão de RFID, ZigBee e Câmera TTL, obtendo registros em tempo real. O uso do sistema é recomendado para empresas, instituições, onde é difícil ter uma conexão cabeada e linha de visão direta para processamento de informações.

Palavras-chave: Identificação por Radiofrequência [RFID]; protocolo Zigbee; Nó Coordenador; Gerenciador de banco de dados; Comunicação sem fio; Arduíno; Sistema Multimodal; Telecomunicações.

Introducción

En la actualidad la necesidad de las personas y/o empresas de poseer cierto grado de control en la asistencia de personal, nos llevó a la utilización de tecnologías capaces de obtener datos precisos de una manera automática, una de las alternativas fue la unión de diversas tecnologías en un único sistema capaz de satisfacer dicha necesidad de las empresas.

En dicho sistema se utilizó redes inalámbricas que utilizan ondas electromagnéticas para enviar y recibir información, este método será utilizado para establecer la comunicación entre la PC que posee acceso a la base de datos y el dispositivo encargado de recolectar la información obtenida de la cámara TTL y lector NFC/RFID para su posterior verificación y almacenamiento.

Este proyecto fue orientado a una investigación aplicada tecnológica, por la recopilación y utilización de conceptos teóricos o investigación pura para la obtención de conocimientos útiles y métodos dirigidos a la resolución de problemas mejorando tecnologías existentes, innovándolas, para la creación de productos nuevos. Los métodos utilizados fueron: inductivo, sintético y deductivo.

El sistema que se diseñó e implementó constó con tres partes fundamentales, la primera fue la encargada de establecer el canal para la comunicación entre el Nodo Coordinador y el Nodo de Verificación y almacenamiento, el segundo realizó el control de los elementos lector RFID, pantalla LCD, y cámara TTL para su envío (Nodo Coordinador) utilizando placas reducidas Arduino, y el tercero ejecutó la verificación y almacenamiento de imágenes.

Por tal motivo se ha planteado como objetivo general: Diseñar e implementar un sistema multimodal para el control de asistencia en IPREX. Con los objetivos específicos: Investigar el funcionamiento de la Tecnología RFID, ZigBee y Arduino. Diseñar el sistema multimodal de asistencia mediante tecnología RFID, ZigBee y Arduino. Implementar el sistema multimodal de

asistencia con capacidad de almacenamiento de imágenes. Validar el funcionamiento del sistema multimodal, de acuerdo al diseño propuesto.

Marco Teórico

a) Sistemas de control

Son utilizados para la monitorización y registro de las actividades dentro de las empresas siendo convertidas en una de las principales medidas de seguridad, la automatización de este proceso ha desembocado en una gama muy extensa de soluciones y nuevas tecnologías. Un ejemplo se puede presentar en la figura 1.



Figura 1: Sistema de control con tarjeta inteligente.
Fuente: Yépez J., Albuja J.

b) Tecnología de Identificación por Radio Frecuencia

Este tipo de tecnología ha sido muy manejada a nivel de consumo masivo y abastecimiento para obtener información en tiempo real de los productos que se tiene en stock, para conocer el estado de los productos. “Optimizando la disponibilidad del producto a nivel de consumo masivo, visibilidad absoluta y precisa acerca de los inventarios y mayor eficiencia en la manipulación de materiales ^[1].”

Posee cuatro componentes fundamentales para su funcionamiento:

- Lectores.
- TAGS (Figura 2).
- Antenas (Figura 3).
- Host.

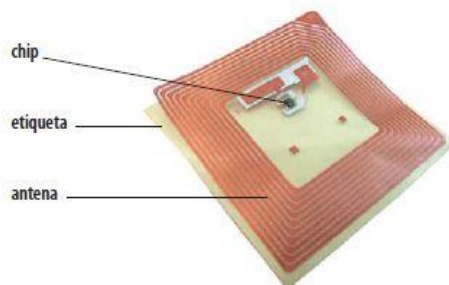


Figura 2: Circuito Inteligente en TAGS
Fuente: Yépez J., Albuja J

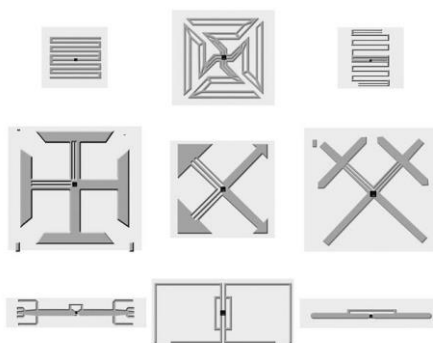


Figura 3: Diseños de Antenas
Fuente: Yépez J., Albuja J

Se rigen a los siguientes estándares Tabla I y Tabla II:

Tabla I: Descripción de los estándares RFID de alta frecuencia (HF).

Estándar	Descripción
ISO 14443 (Tipo A y B)	Provee seguridad (criptografía) y privacidad (poco rango de lectura). Este estándar es adecuado para realizar varias tareas como; pagos con una alta seguridad, control de accesos y aplicaciones donde la seguridad sea una variable importante.
ISO 15693 (ISO 18000-3 Mode 1)	Se utiliza en sistemas que posean bajo costo de fabricación. Por tal motivo se lo utiliza en control de acceso, control de medicinas y ubicación de pacientes dentro de un hospital.
ISO 18000-3 (Mode 2)	Este estándar no es muy utilizado. Es una buena opción para chips de casino y cartas de juegos, joyería y aplicaciones que tengan item por nivel.

Fuente: Yépez J., Albuja J.

Tabla II: Descripción de los estándares RFID de ultra alta frecuencia (UHF).

Estándar	Descripción
ISO (18000-6C)	Es el estándar más utilizado, conocido como EPC Class 1 Gen 2, fue creado por la organización EPCGlobal y optada por la ISO en el año 2006. Funciona en la banda de 860-950 Mhz, aunque varía dependiendo de las bandas ocupadas en la siguientes regiones: Europa, India, África, Medio Este (865-868 Mhz) (ETSI) US- Sudamérica y algunas regiones de Asia (902-928 MHz) (FCC) Japón (950-956 Mhz) (JPN). [3]

Fuente: Yépez J., Albuja J.

c) Módulo Open Hardware Arduino

Esta plataforma (Figura 4) fue definida por los fundamentos siguientes:

- Placa de hardware Libre; Posee un Microcontrolador reprogramable, que posee pines hembras que funcionan como periféricos de E/S, además de poder actuar con diversos sensores y actuadores.
- Software gratis, libre y multiplataforma; Son utilizados en sistemas operativos Linux, MacOS y Windows, siendo una aplicación de entorno de desarrollo, que nos permite operaciones de escritura, verificación y almacenamiento.
- Lenguaje de programación libre; Es un lenguaje artificial en el que se expresan las instrucciones a ser ejecutadas por los microcontroladores.

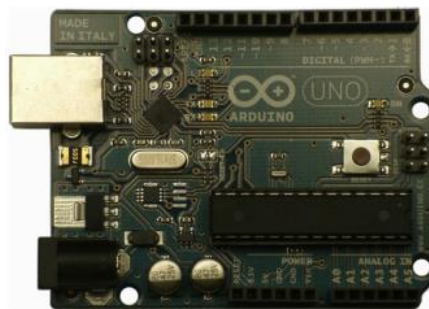


Figura 4: Arduino I/O Board

Fuente: Yépez J., Albuja J

d) Sistema gestor de Base de Datos

Un gestor de Base de Datos consta de dos partes,

- Primera, una recopilación de datos denominada Base de Datos que contiene la información de interés de la empresa (banca, líneas áreas, universidades, telecomunicaciones, etc.)
- Segunda, una recopilación de programas para acceder a los datos, para obtener un SGBD que proporcione la información de la base de datos de manera práctica y eficiente [2].

e) Programación en Java y NetBeans

Java es un lenguaje orientado a objetos (Figura 5), que se fundamenta en lo código fuente de C y C++, pero con un modelo más simple y eliminando las herramientas de bajo nivel, con esto se logra obtener un lenguaje de programación en el que se pueden desarrollar aplicaciones parecidas a cómo se las piensa en la mente humana, posee las siguientes características:

- Orientada a objetos: Se logra la combinación entre los datos y su código para la creación de objetos.
- Simple: Reduce los errores de programación en un 50%.
- Multiplataforma: Se ejecuta indistintamente del tipo de hardware y software.
- Seguro: No accede a zonas delicadas de memoria o al sistema operativo.
- Portable: Es fundamentado en estándares de portabilidad.
- Multihilo: Es posible realizar funciones simultaneas en una misma aplicación.



Figura 5: Sintaxis de una Aplicación Autónoma
Fuente: Yépez J., Albuja J

Diseño e Implementación

a) Esquema del sistema multimodal.

En la figura 6 se muestra el esquema a implementar para obtener el sistema multimodal.

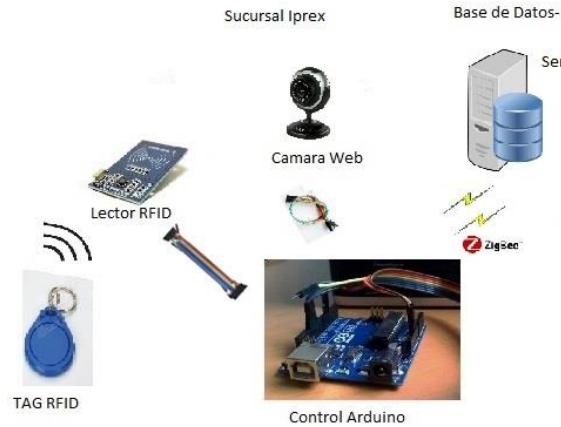


Figura 6: Esquema del sistema multimodal
Fuente: Yépez J., Albuja J

a) Componentes utilizados para la elaboración del sistema.

Para establecer la tabla IV se realizó un análisis mediante el método cualitativo por puntos, estableciendo los requerimientos y políticas necesarias para establecer los componentes más idóneos para la adquisición y posterior implementación.

Tabla IV: Componentes utilizados en el sistema multimodal.

Variante	Alternativa	Porcentaje Validez
Plataforma Arduino	Arduino Uno	40,67%
Tecnología Inalámbrica	ZigBee	44,7 %
Control de asistencia	RFID	39,25%

Fuente: Yépez J., Albuja J.

Resultados

A través de la implementación del sistema multimodal en el Instituto de Nivelación y Preparación de Exámenes (IPREX) se obtuvo la siguiente relación entre los dos sistemas que posee dicho instituto.

Para establecer dicha relación, tomamos en cuenta la tabla V y la figura 7, que establecieron el tiempo estimado que una persona demora al realizar su registro de asistencia manualmente, en relación al utilizar el sistema multimodal.

Tabla V: Tiempo estimado entre los sistemas

Cantidad de Personas	Tiempo sistema manual (segundos)	Tiempo sistema multimodal (Segundos)
Una	60	25
Dos	120	50
Tres	180	75
Cuatro	240	100
Cinco	300	125

Fuente: Yépez J., Albuja J.

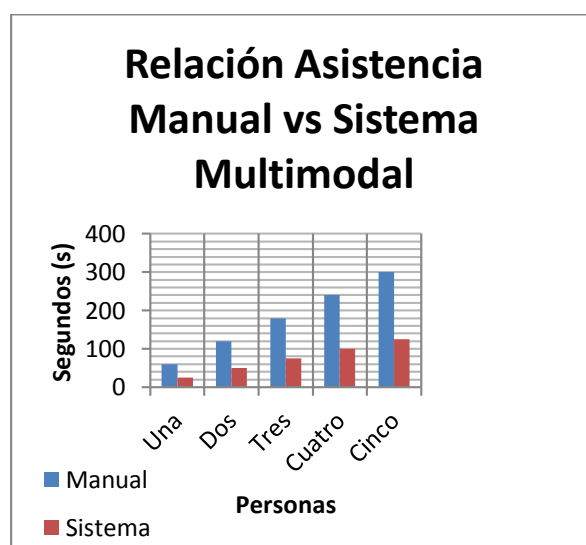


Figura 7: Relación Asistencia Manual vs Sistema Multimodal

Fuente: Yépez J., Albuja J

Como se puede apreciar en la figura 7, nuestro sistema posee una mejor relación en comparación con el sistema manual optado para el control de asistencia, para ver la mejora que existencia entre los sistemas, para ello vamos a calcular un valor denominado Δs que es la diferencia entre el sistema manual y el multimodal para ver el porcentaje de mejora del sistema implementado.

$$\Delta s = (60 - 25)s = 35 \text{ segundos}$$

$$\Delta s = 58,33\% \text{ efectividad}$$

Conclusiones

- Se concluye que mediante la fusión de la tecnología RFID, protocolo ZigBee y cámara TTL, se logró obtener un sistema multimodal que nos sirva para el control de asistencia en IPREX.
- El análisis realizado en primera instancia nos permitió determinar que el protocolo de comunicación inalámbrica ZigBee posee mejores características para satisfacer los requerimientos de nuestro sistema, dándonos ventajas como ahorro de energía, fácil utilización y funcionamiento en una banda de libre distribución de 2.4 GHz.
- La comparación realizada de las características de las diversas placas distribuidas por Arduino nos permitió determinar que la placa reducida Arduino Uno es más óptima para ser utilizado en la implementación, sin desperdiciar recursos como memoria y pines de entrada y salida.
- Se implementó un sistema multimodal funcional en tiempo real, que nos permite recibir y tratar toda la información relacionada con el personal de IPREX dependiendo de los factores de búsqueda del administrador.
- En la evaluación de la red se pudo constatar que cada parte del sistema cumplía con su función principal, obteniendo como resultado una técnica que mejoró el control de asistencia en un 58,33%, al poseer una velocidad mejor para el tratamiento de información, además de poseer una fácil interfaz para la búsqueda de registros.

Recomendaciones

- Realizar un mantenimiento preventivo de los dispositivos utilizados, para impedir la acumulación de polvo y la pérdida de información.
- Permitir que el encargado de la información del gestor de base de datos sea únicamente un administrador designado, para prevenir cualquier tipo de alteración en los datos.
- El presente trabajo puede tomarse como referencia para la elaboración de sistemas de control de asistencia inalámbricos, donde no pueda existir conexión cableada.
- Si se requiere que el sistema posea más velocidad para poder transmitir datos más grandes como videos o fotos de alta resolución, se recomienda cambiar el canal inalámbrico por un medio físico como cable utp o semejantes.

Referencias

- [1] TELETRÓNICA, Introducción a la identificación por radio Frecuencia – RFID, Argentina, 2006. Disponible en: <http://www.telectronica.com/rfidtelectronica.pdf>
- [2] SILBERSCHATZ, A. Fundamentos de Bases de Datos, Madrid-España, 2002. Disponible en: <https://unefazuliasistemas.files.wordpress.com/2011/04/fundamentos-de-bases-de-datos-silberschatz-korth-sudarshan.pdf>
- [3] Loft Media Publishing, RFID TAG YEARBOOK THE FIRST RFID TAG CATALOGUE, Milan-Italia, 2010. Disponible en: http://www.tagingenieros.com/sites/default/files/RFID_TAG_YEARBOOK_09_2010.pdf
- [4] YÉPEZ, J. & ALBUJA, J. Diseño e Implementación de un sistema multimodal para el control de asistencia en IPREX, Riobamba-Ecuador, 2016.
- [5] LARA, J. “Diseño e Implementación de un Sistema Basado en la Tecnología RFID para el control de Inventario de la Empresa MILBOOTS”. Tesis previa a la obtención de Título en Ingeniería. Escuela Politécnica del Ejercito, Departamento de Eléctrica y Electrónica, Sangolquí-Ecuador. 2008. pp.1-5.
- [6] LAZALDE, A. & TORRES, J. & VILA, D., Hardware Libre Recomendaciones para el fomento de la innovación ciudadana, Quito-Ecuador, 2015. Disponible en: <http://floksoctety.org/docs/Espanol/4/4.1.pdf>