

NetBin

Una solución sencilla y eficiente

IoT: Fundamentos y aplicaciones

Miguel A. Cera C

Collin Andrey Sanchez

Documento de consolidación de proyecto



EPFL

NetBin

Una solución sencilla y eficiente

by

**Miguel A. Cera C
Collin Andrey Sanchez**

Instructor: Wilder Eduardo Castellanos Hernández
Project Duration: Semestre 2024-3
Faculty: Pontificia Universidad Javeriana

EPFL

Contents

1	Resumen Ejecutivo	1
2	Descripción del Problema	2
3	Descripción de la solución	3
3.1	Usuarios Objetivos	3
3.2	Servicios	4
3.2.1	NetBin para los ejecutivos	4
3.3	Características del sistema	5
3.3.1	Dispositivos físicos y controladores	5
3.3.2	Conectividad	5
3.3.3	Edge computing	5
3.3.4	Acumulación de datos	5
3.3.5	Aplicación	5
3.3.6	Colaboración y Procesos	6
3.3.7	Diagrama general del comportamiento de conexión	6
4	Antecedentes	7
4.0.1	Momentum	7
4.0.2	Townew T1	7
4.0.3	EKO Mirage X	7
4.0.4	NineStars 211	8
4.0.5	Pello Systems	8
	References	9

1

Resumen Ejecutivo

En oficinas, universidades, laboratorios y, en general, en centros de interacción humana adulta constante, existe una gran familiaridad con el correcto uso de los basureros, buscando mantener el entorno limpio y sostenible. Sin embargo, a pesar de la buena disposición de gran parte de la población en estos "centros de interacción" para clasificar y desechar adecuadamente la basura, a menudo no lo logran. Esto se debe a la desinformación en torno a la clasificación de residuos. A veces, los carteles con ejemplos para cada compartimento no son suficientes, ya que ciertos residuos pueden parecer pertenecer a dos o más categorías, o en ocasiones no parecen encajar en ninguna.

Para abordar este problema, hemos desarrollado NetBin, una caneca de basura inteligente con Inteligencia Artificial, diseñada para actuar como un "consejero" o "guía" que ayuda a los usuarios a clasificar adecuadamente sus residuos. Comprendiendo que este proceso adicional podría ser percibido como un esfuerzo extra, hemos decidido incentivarlo mediante recompensas. A través de alianzas con diversas compañías, los usuarios que clasifiquen correctamente sus residuos serán recompensados con CoBins, la moneda oficial de NetBin, la cual podrán canjear en establecimientos participantes. Esto será posible mediante el correcto registro del usuario en los "centros de interacción" y su inscripción en la aplicación móvil.

Nuestro objetivo no solo es mejorar la eficiencia en la clasificación de residuos, sino también educar e incentivar a la comunidad sobre la importancia del reciclaje adecuado. Esperamos que, al implementar esta solución, se reduzca el volumen de residuos mal clasificados y se fomente un comportamiento más consciente y ecológico entre los usuarios. Los beneficios son múltiples: los usuarios desarrollarán una mayor conciencia ambiental y recibirán recompensas tangibles, mientras que las instituciones reducirán su impacto ambiental negativo y mejorarán la eficacia en la gestión de residuos. Además, las marcas asociadas al proyecto tendrán la oportunidad de promover su compromiso con la sostenibilidad.

NetBin no solo ofrece una solución tecnológica al problema de la clasificación de residuos, sino que también representa una oportunidad para mejorar la manera en que comunidades enteras interactúan con el medio ambiente.

2

Descripción del Problema

La correcta gestión de residuos es un desafío persistente en espacios de alta densidad humana, como oficinas, universidades o laboratorios. Estos entornos generan una gran cantidad de desechos diariamente, lo que requiere soluciones efectivas para asegurar una adecuada clasificación y disposición de los mismos. NetBin está diseñado para abordar este desafío, proporcionando una herramienta innovadora que facilita la clasificación de residuos y promueve la sostenibilidad en estos espacios por medio del acompañamiento de una Inteligencia Artificial y las recompensas canjeables con CoBins.

El reciclaje es muy importante y aunque solo cubre el 14% genera beneficios a las industrias de alrededor de 500 millones de dolares al año. Además de que el reciclaje trae consigo un notoria reducción en el impacto ambiental[2] y debido a que los residuos de basura a nivel mundial siguen aumentando aunque medidas como el reciclaje no son una solución directa, mantenerla y sobretodo priorizarla nos ayudara mientras encontramos una solución sostenible[5]. No solo es importante reciclar, también es muy relevante clasificar bien esto es debido a los procesos necesarios del reciclaje en donde un residuo mal ubicado(no perteneciente al reciclaje) pero causar grandes costos y múltiples daños, al igual, que un elemento reciclable no aprovechado mal ubicado esta generando perdidas[3]. En el 2015 el 55% de los residuos plásticos globales eran desechados[1], esto nos permite brindar una perspectiva mas clara del problema actual con la clasificación de basura y aunque en esos años se seguían implementando campañas de concientización para que la población humana reciclara, hoy queremos continuar esta linea y que la población humana recicle bien.

En conclusión, la implementación de NetBin en sectores como oficinas, universidades y laboratorios es crucial para enfrentar los desafíos persistentes en la gestión de residuos. A medida que la generación de desechos sigue aumentando a nivel mundial, y con una tasa de reciclaje que solo cubre una pequeña fracción del total de residuos, se vuelve imperativo no solo fomentar el reciclaje, sino también asegurar que la clasificación de estos residuos se realice de manera correcta. NetBin ofrece una solución innovadora y práctica, que no solo mejora la eficiencia en la disposición de desechos, sino que también educa a los usuarios, promoviendo prácticas sostenibles que pueden tener un impacto significativo en la reducción del daño ambiental y en la optimización de los recursos reciclables. Con NetBin, no solo estamos facilitando un proceso de reciclaje más efectivo, sino que también estamos contribuyendo a la creación de una cultura más consciente y responsable hacia el medio ambiente.

3

Descripción de la solución

NetBin es una solución innovadora para mejorar la gestión y clasificación de residuos en entornos como oficinas, universidades y laboratorios. Mediante el uso de Inteligencia Artificial (IA) y sensores inteligentes, NetBin guía a los usuarios en la correcta clasificación de residuos, facilitando el proceso y reduciendo errores comunes. Además de educar sobre prácticas de reciclaje, NetBin motiva a los usuarios con un sistema de recompensas basado en monedas virtuales (CoBins), incentivando la participación activa en la disposición adecuada de desechos. Un diagrama de flujo mostrará las dos formas de uso de NetBin, destacando su funcionamiento.

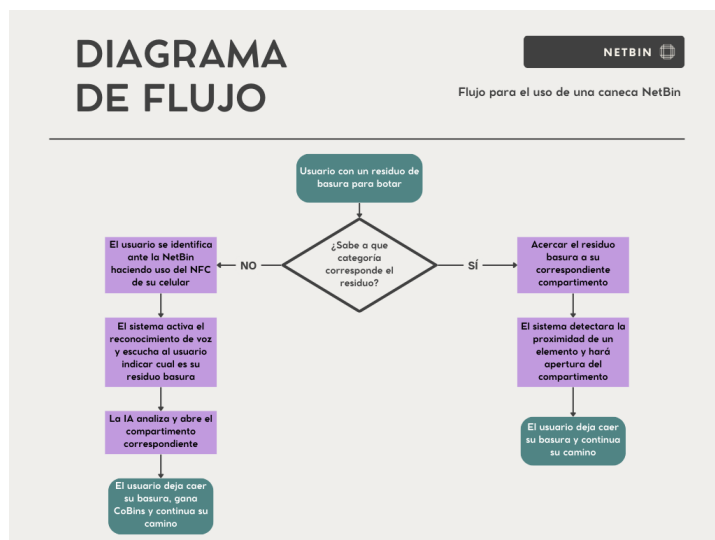


Figure 3.1: Diagrama de Flujo

3.1. Usuarios Objetivos

NetBin se enfoca en usuarios con responsabilidad y/o empatía ambiental, con la disposición de aprender y participar en diferentes formas de ayudar al planeta.

Debido a que queremos que el usuario se familiarice y se enfoque en la correcta clasificación de la basura, se desarrolló un diagrama más entendible que permite entender el proceso de mejor manera:

Con los diagramas previamente señalados, se muestra cómo es la interacción de cualquier usuario con uno de los botes de NetBin(HMI), no importa si este pretende ser beneficiado o simplemente botar la basura, ambas formas de interacción se plasmaron en los diagramas ya mostrados.



¿Cómo funciona NetBin?

Este diagrama muestra el proceso cuando un usuario pretende identificar correctamente la categoría de su basura o ser recompensado por ello.



Figure 3.2: Diagrama de Alto Nivel

3.2. Servicios

Durante el presente documento nos hemos enfocado en como NetBin pretende educar y recompensar con ello pero no es el único servicio que este ofrece y continuación se en listara aquello que NetBin pretende cubrir:

- Educación categorizando correctamente la basura por el usuario.
- Evitar el contacto con las canecas de basura.
- Gestión inteligente de la basura.
- Recompensas para usuarios comprometidos con el medio ambiente.
- Datos, estadísticas e información para los gerentes de las compañías.

Muchos de estos servicios se ven automáticamente asociados a toda la información previamente brindada, así que en el resto de esta sección queremos cubrir esos servicios destinados a los gerentes, directivos o personal ejecutivo.

3.2.1. NetBin para los ejecutivos

Dado que el estado de las canecas de basura no es predecible, los horarios de recolección pueden ser inadecuados, lo que genera pérdidas de tiempo, desorden y suciedad, afectando la eficiencia y aumentando costos innecesarios. NetBin soluciona este problema al notificar el nivel de llenado de cada caneca y proporcionando datos estadísticos útiles para que los gerentes gestionen mejor diversos aspectos operativos, como por ejemplo:

- Cantidad de basura arrojada en cada una de las canecas diariamente.
- Porcentaje de población que utilizo la IA para clasificar su basura.
- Cantidad de veces que fue recolectada una caneca en un mes.

Todos estos datos puede ayudar en diversos aspectos que cada gerente puede comprender, como el interés de su entorno para clasificar la basura correctamente, la necesidad de aumentar las canecas en una zona o incluso si alguna de estas sobra.

3.3. Características del sistema

Esta sección será desarrollada basada en el esquema de IoTWF ya que este permite abarcar todos los componentes necesarios del sistema permitiendo dejarlo en un nivel de abstracción entendible.

3.3.1. Dispositivos físicos y controladores

Estos dispositivos recogen datos en tiempo real sobre el estado de la basura, identifican a los usuarios a través del sensor RFID-NFC y gestionan la interacción física con los usuarios.

- Sensor de nivel de basura
- Sensor de proximidad para apertura de cada uno de los compartimentos
- Micrófono para el reconocimiento de voz
- Motores para abrir cada uno de los compartimentos
- Actuador para sellar la caneca de basura
- Sensor RFID-NFC

3.3.2. Conectividad

Los datos recopilados por los dispositivos se transmiten a la Raspberry Pi y luego se envían los datos censados por medio WiFi. Estos archivos son guardados como una lista en un archivo JSON el cual nos permite identificar de manera sencilla las lecturas de acuerdo a su almacenamiento NoSQL en una base de datos MongoDB.

3.3.3. Edge computing

Aquí, la Raspberry Pi 3 B+ realiza el procesamiento inicial de los datos. Esto incluye la identificación del usuario, la verificación de la correcta clasificación de la basura, y la activación de los actuadores necesarios. La Raspberry Pi actúa como un nodo de procesamiento local antes de enviar datos relevantes a la nube o al servidor central.

3.3.4. Acumulación de datos

Los datos procesados por la Raspberry Pi se almacenan en una base de datos, donde se guardan los registros de los usuarios, las estadísticas de uso, el nivel de llenado de las canecas, y otros datos relevantes. Siendo más concreto la base de datos será una base de datos relacional SQL que establecerá principalmente el manejo de los usuarios y las entidades del sistema, esta base de datos estará normalizada para evitar conflictos frecuentes en el almacenamiento de datos.

Todo este nivel de elementos de internet se ubicarán en la nube de Azure la cual brinda todos los niveles y recursos computacionales para establecer conectividad en internet y que pueda brindar todos sus servicios de manera remota.

Los datos almacenados se organizan y se procesan para su posterior análisis. Esto incluye la agregación de datos sobre el uso general del sistema y la preparación de información para los informes de los gerentes.

3.3.5. Aplicación

Aquí, los datos se presentan a los usuarios y gerentes a través de aplicaciones web y móviles. Los gerentes pueden ver estadísticas, recibir alertas sobre canecas llenas, y acceder a informes detallados sobre el uso del sistema. Esto será posible con interfaces gráficas tanto en la web como en el celular. Siendo más detallado con la solución se usarán Frameworks los cuales facilitan y desarrollan aplicaciones más escalables en términos tanto de seguridad como interactividad con el usuario, en concreto la plataforma es React el cual es un framework frontend basado en componentes basado en JavaScript y JSX, para su plataforma móvil se usará React Native el cual es la extensión para aplicaciones móviles y de escritorio, La máquina virtual está configurada con una regla de seguridad que permite el acceso desde cualquier dirección IP (0.0.0.0/0) a través de los puertos HTTP (80) y HTTPS (443). Esta conectividad se realiza a través de una instancia en una Virtual Cloud Network (VCN) dedicada, que incluye tanto una subred privada como una subred pública.

Esto indica que la máquina virtual está accesible públicamente a través de los puertos HTTP y HTTPS, permitiendo conexiones desde cualquier IP, y que forma parte de una red en la nube con una configuración de subredes públicas y privadas.

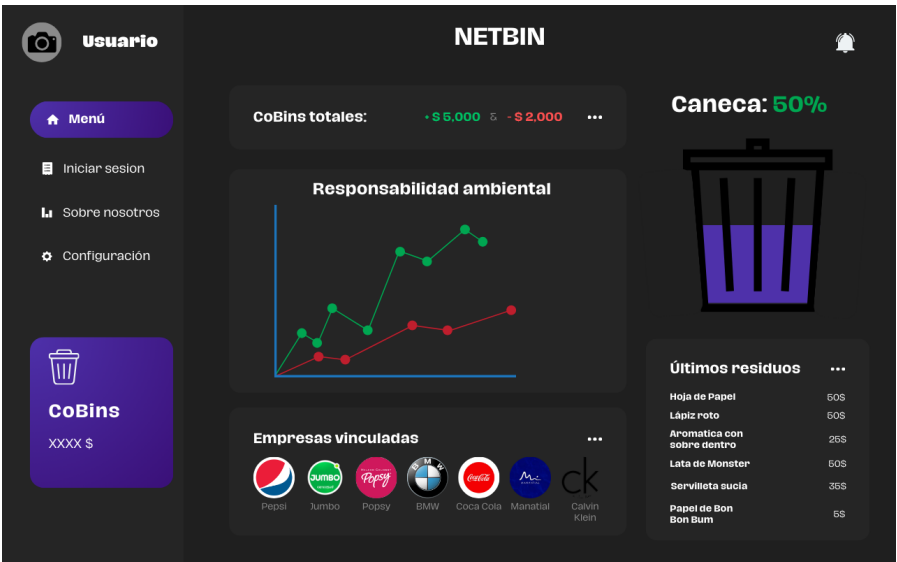


Figure 3.3: Pagina Web

Una demostración de la aplicación web es la siguiente:

3.3.6. Colaboración y Procesos

Esta aplicacion Web estara configurada con el FrameWork de Spring el cual maneja la conectividad con el servidor y la nube (Backend) y además procesas todos los HTTP Request por medio de una arquitectura de API-REST que brinda tanto nivel de seguridad en el login por medio de autenticación y verificación por generación de llaves JWT. Este framework ademas conecta con ambas bases de datos SQL y NoSQL

Este nivel permite la interacción y toma de decisiones basadas en los datos recopilados. Los gerentes pueden tomar acciones inmediatas como enviar personal de limpieza cuando una caneca está llena, o analizar las tendencias para mejorar las políticas de reciclaje en la empresa.

3.3.7. Diagrama general del comportamiento de conexión

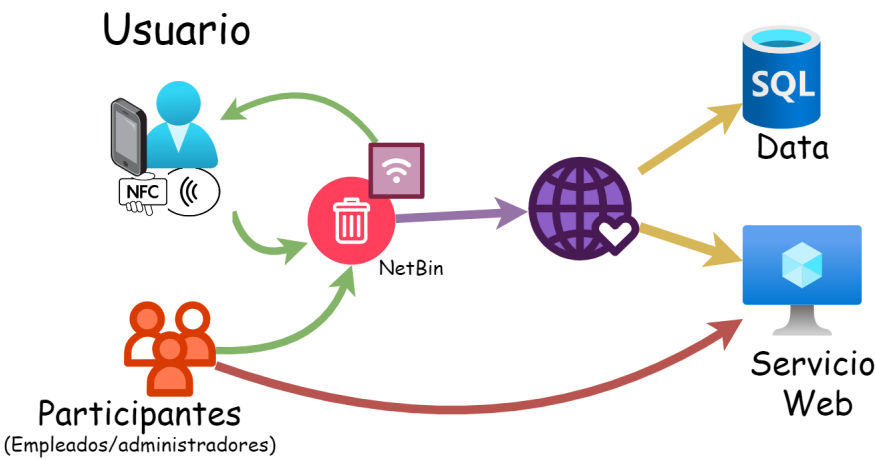


Figure 3.4: Diagrama de conectividad

4

Antecedentes

4.0.1. Momentum

Ambos proyectos, NetBin y Momentum, están diseñados para mejorar la clasificación de residuos y promover la sostenibilidad mediante el uso de tecnologías avanzadas. Sin embargo, existen diferencias clave en su enfoque, funcionalidades y objetivos que destacan las características únicas de cada uno.

Momentum: Se enfoca en la clasificación automática utilizando una serie de sensores como ópticos, de humedad, inductivos y de ultrasonido. Estos sensores identifican el tipo de residuo y lo dirigen al compartimento correspondiente, lo que facilita el proceso de reciclaje de forma automática.

NetBin: Aunque también busca mejorar la clasificación, NetBin se centra más en la interacción y la guía del usuario a través de IA, ayudando a los usuarios a clasificar los residuos correctamente mediante instrucciones visuales. Además, NetBin recompensa a los usuarios con monedas virtuales (CoBins) por realizar una correcta clasificación, lo que agrega un componente de gamificación y motivación.

4.0.2. Townew T1

Townew T1 es un basurero inteligente diseñado principalmente para la comodidad en el manejo de residuos, especialmente en el entorno doméstico. Sus características destacan por la automatización en la gestión de bolsas de basura, lo que lo convierte en una opción conveniente para hogares modernos.

Townew T1: Una de las principales características de Townew T1 es su capacidad para sellar y cambiar automáticamente las bolsas de basura. Utiliza una tecnología de sellado avanzada que garantiza que la bolsa se sella herméticamente cuando está llena, incluso en condiciones de sobrecarga. Este sistema elimina la necesidad de contacto directo con la basura, mejorando la higiene.

NetBin: Aunque NetBin no se centra en el cambio automático de bolsas, su diseño incluye características orientadas a la gestión eficiente de residuos, como la identificación del usuario y la correcta clasificación de la basura mediante IA, además de un leve enfoque en la higiene evitando el contacto con el basurero. NetBin se enfoca más en la educación y el incentivo para el reciclaje correcto, en lugar de la automatización de la gestión de bolsas.

4.0.3. EKO Mirage X

El EKO Mirage-X es un basurero inteligente diseñado para entornos donde la higiene y la capacidad son primordiales. Su diseño en acero inoxidable y las características orientadas a la comodidad lo hacen ideal para su uso en cocinas y espacios públicos.

EKO Mirage-X: Fabricado en acero inoxidable con un acabado resistente a huellas dactilares, lo que lo hace duradero y fácil de mantener limpio. Este diseño es especialmente útil en entornos donde la apariencia y la durabilidad son importantes.

NetBin: Aunque los detalles de los materiales de NetBin no están especificados, su enfoque no está tanto en el material del recipiente, sino en la tecnología y la funcionalidad para la correcta

clasificación y reciclaje de residuos.

4.0.4. NineStars 211

El Nine Stars 21.1 es un basurero inteligente que combina características de comodidad y durabilidad, siendo ideal para entornos domésticos y comerciales.

Nine Stars 21.1: Utiliza un sensor infrarrojo avanzado que permite que la tapa se abra automáticamente con un simple movimiento de la mano. Esta tecnología está diseñada para prolongar la vida útil de la batería, lo que lo hace eficiente y fácil de usar.

NetBin: También incorpora sensores para la apertura sin contacto, pero va más allá al incluir tecnologías adicionales como el reconocimiento de voz y RFID-NFC para una interacción más personalizada y educativa con el usuario. Además, NetBin se enfoca en la correcta clasificación de residuos, no solo en la apertura de la tapa.

4.0.5. Pello Systems

Pello Systems es una solución avanzada de gestión de residuos que se enfoca en la optimización y eficiencia operativa mediante el uso de sensores y análisis de datos en tiempo real.

Pello System: Utiliza sensores avanzados para monitorear en tiempo real el nivel de llenado de los contenedores de basura. Esto permite generar alertas automáticas para evitar desbordes y planificar rutas de recolección más eficientes, reduciendo costos y minimizando la huella de carbono. El sistema está diseñado para mejorar la gestión operativa en entornos empresariales y municipales.

NetBin: Si bien NetBin también incluye la capacidad de monitorear el nivel de basura, su enfoque principal no es la optimización de rutas de recolección, sino más bien en la educación del usuario y la promoción de prácticas sostenibles de reciclaje. NetBin se centra en la clasificación de residuos y proporciona recompensas a los usuarios por su participación en el proceso de reciclaje.

References

- [1] National Geographic. *20 datos sobre el problema del plástico en el mundo*. 2023. URL: https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/20-datos-sobre-problema-plastico-mundo_15282 (visited on 08/23/2024).
- [2] ManchaSoft. *Cifras que maneja el sector del reciclaje en el mundo*. 2023. URL: <https://manchasoft.com/cifras-que-maneja-el-sector-del-reciclaje-en-el-mundo/> (visited on 08/20/2024).
- [3] recco. *Consecuencias de no reciclar*. 2019. URL: <https://gestorderesiduosmadrid.es/consecuencias-de-no-reciclar/> (visited on 08/21/2024).
- [4] Pello Systems. *Smart Waste Management Solutions*. 2024. URL: <https://www.pellosystems.com> (visited on 08/25/2024).
- [5] El Tiempo. *Los residuos en el mundo no paran de aumentar y el reciclaje no es suficiente*. 2023. URL: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/residuos-en-el-mundo-no-paran-de-aumentar-y-el-reciclaje-no-es-suficiente-860754> (visited on 08/20/2024).
- [6] Townew. *Townew T1 Smart Trash Can*. 2024. URL: <https://townew.eu/product/townew-t1-smart-trash-can/> (visited on 08/23/2024).
- [7] EKO USA. *EKO Mirage-X 80 Liter Motion Sensor Trash Can, Brushed Stainless Steel*. 2024. URL: <https://ekousa.com/products/eko-mirage-x-80-liter-21-1-gallons-motion-sensor-trash-can-brushed-stainless-steel> (visited on 08/24/2024).
- [8] Nine Stars USA. *Rectangular Motion Sensor Trash Can, 21 Gallon Kitchen Trash Can*. 2024. URL: <https://ninestarsusa.com/collections/motion-sensor-trash-can-kitchen-trash-can-bathroom-trash-can/products/rectangular-motion-sensor-trash-can-21-gallon-kitchen-trash-can?variant=30368246792277> (visited on 08/25/2024).
- [9] Natalia Zamudio. *Momentum: Desarrollo de una caneca de basura inteligente*. 2022. URL: <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/11830/ZamudioNatalia2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (visited on 08/23/2024).