

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Tecnologías de Datos
Recibido: 20/10/19 | Aceptado: 2/02/2020 | Publicado: 02/05/2020

Bases para implementación de IoT en la UCI, orientada a la protección del medio ambiente

Bases for IoT implementation in the UCI, aimed at protecting the environment

Dargel Veloz Morales ^{1*}, Nurisel Palma Pérez ², Laritza González Marrero ³

¹ Departamento de Programación y Sistemas Digitales. Facultad 1. Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio de los Baños km 2 ½, Torrens, Boyeros. La Habana, Cuba. dveloz@uci.cu

² Departamento de Programación y Sistemas Digitales. Facultad 1. Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio de los Baños km 2 ½, Torrens, Boyeros. La Habana, Cuba. npalma@uci.cu

³ Departamento de Programación y Sistemas Digitales. Facultad 1. Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio de los Baños km 2 ½, Torrens, Boyeros. La Habana, Cuba. lgmarrero@uci.cu

* Autor para correspondencia: dveloz@uci.cu

Resumen

La presente investigación parte de un acercamiento al Internet de las Cosas (IoT). Buscando mostrar, de forma palpable, su funcionamiento y cuan real es en el mundo el aporte que brinda a la sociedad y al medio ambiente. Resulta interesante la inserción de la UCI en medio de la sociedad y la posibilidad que tiene la universidad de ser parte de quienes aporten al medio ambiente y a la sociedad cubana el uso de desarrollo de este avance tecnológico. IoT ya está presente en muchos lugares del mundo. Es objetivo de este trabajo revelar las condiciones reales que tiene Cuba para implementarlo, y beneficiar así a la sociedad (comenzando en la UCI) y al medio ambiente.

Palabras clave: IoT, medio ambiente, sensor, internet, dirección IP

Abstract

This research is based on an approach to the Internet of Things (IoT). Seeking to show, in a palpable way, its operation and how big the contribution it provides to society and the environment is real in the world. It is interesting to insert the UCI in the middle of society and the possibility that the university has of being part of those who contribute to the environment and to Cuban society in the use of development of this technological advance. IoT is already present in many places in the world. It is the objective of this work to reveal the real conditions that Cuba has to implement it, and thus benefit society (starting in the UCI) and the environment.

Keywords: IoT, environment, sensor, internet, IP address

Introducción

El término “Internet de las Cosas” (IoT) fue empleado por primera vez en 1999 por el pionero británico Kevin Ashton para describir un sistema en el cual los objetos del mundo físico se podían conectar a Internet por medio de sensores. Ashton acuñó este término para ilustrar el poder de conectar a Internet las etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) que se utilizaban en las cadenas de suministro corporativas para contar y realizar un seguimiento de las mercancías sin necesidad de intervención humana. Actualmente, el término Internet de las Cosas se ha popularizado para describir escenarios en los que la conectividad a Internet y la capacidad de cómputo se extienden a una variedad de objetos, dispositivos, sensores y artículos de uso diario (*Rose y otros, 2015*).

Los dispositivos IoT pueden ser utilizados en distintos ambientes como la industria, ciudades inteligentes (Smart Cities), agricultura inteligente, edificios inteligentes, Salud, finanzas, etc. De acuerdo a la utilización que se dé a estos dispositivos, se pueden categorizar en: dispositivos para consumidores finales, dispositivos utilizados en el área de salud, dispositivos de uso en infraestructuras industriales (IIoT) y dispositivos utilizados en ciudades inteligentes.

Materiales y métodos o Metodología computacional

El medio ambiente abarca mucho de lo que hoy conocemos y disfrutamos, sin embargo, lo ignoramos en ocasiones y no notamos que ciertamente de él nace el punto de partida para beneficios sociales y económicos.

Aplicando soluciones IoT en Cuba, podemos obtener mayor conciencia social sobre el cuidado y protección del medio ambiente, además de las facilidades para que realmente lo cuiden y protejan los miembros de cada comunidad.

Modelos de conectividad para IoT

Las implementaciones de IoT utilizan diferentes modelos de conectividad, cada uno de los cuales tiene sus propias características. Los modelos de conectividad descritos por la Junta de Arquitectura de Internet incluyen: Device-to-Device (dispositivo a dispositivo), Device-to-Cloud (dispositivo a la nube), Device-to-Gateway (dispositivo a puerta de enlace) y Back-End Data-Sharing (intercambio de datos a través del back-end). Estos modelos destacan la flexibilidad en las formas en que los dispositivos de la IoT pueden conectarse y proporcionar un valor para el usuario (*Rose y otros, 2015*).

El modelo de comunicación dispositivo a dispositivo representa dos o más dispositivos que se conectan y se comunican directamente entre sí y no a través de un servidor de aplicaciones intermediario, como se aprecia en la

Figura 1. Estos dispositivos se comunican sobre muchos tipos de redes, entre ellas las redes IP o la Internet. Sin embargo, para establecer comunicaciones directas de dispositivo a dispositivo, muchas veces se utilizan protocolos como Bluetooth, Z-Wave o ZigBee. Por lo general, este modelo de comunicación se utiliza en aplicaciones como sistemas de automatización del hogar (bombillas de luz, interruptores, termostatos y cerraduras), que habitualmente utilizan pequeños paquetes de datos para la comunicación entre dispositivos con requisitos relativamente bajos en términos de la tasa de transmisión (Rose y otros, 2015).

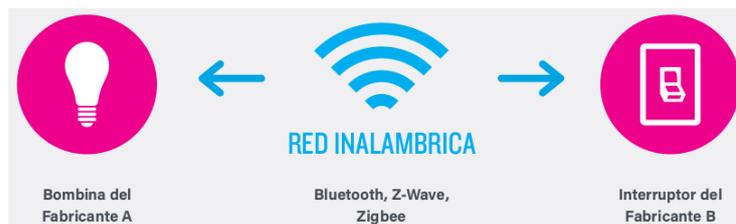


Figura 1. Modelo de conectividad dispositivo a dispositivo.

En un modelo de comunicación de dispositivo a la nube, el dispositivo de la IoT se conecta directamente a un servicio en la nube como se aprecia en la Figura 2, como por ejemplo un proveedor de servicios de aplicaciones para intercambiar datos y controlar el tráfico de mensajes. Este enfoque suele aprovechar los mecanismos de comunicación existentes (por ejemplo, las conexiones Wi-Fi o Ethernet cableadas tradicionales) para establecer una conexión entre el dispositivo y la red IP, que luego se conecta con el servicio en la nube. Este modelo de comunicación es empleado por algunos dispositivos electrónicos de consumo para la IoT, entre ellos el Learning Thermostat de Nest Labs y el SmartTV de Samsung. Además, esta conexión a la nube permite que el usuario acceda a su termostato en forma remota, a través de un teléfono inteligente o una interfaz web, y también soporta las actualizaciones del software del termostato (Rose y otros, 2015).

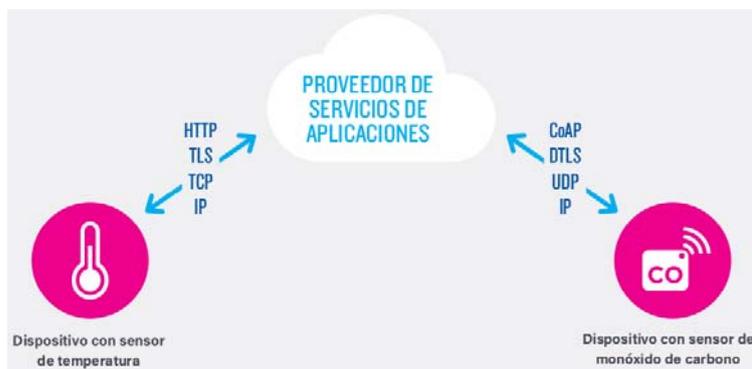


Figura 2. Modelo de conectividad dispositivo a la nube.

En el modelo dispositivo a puerta de enlace, o más generalmente el modelo dispositivo a puerta de enlace de capa de aplicación (ALG), el dispositivo de la IoT se conecta a través de un servicio ALG como una forma de llegar a un servicio en la nube, ver Figura 3. Dicho de otra manera, esto significa que hay un software de aplicación corriendo en un dispositivo de puerta de enlace local (Vargas, 2016), que actúa como intermediario entre el dispositivo y el servicio en la nube y provee seguridad y otras funcionalidades tales como traducción de protocolos o datos. En los dispositivos de consumo se utilizan diferentes formas de este modelo. En muchos casos, el dispositivo de puerta de enlace local es un teléfono inteligente con una aplicación para comunicarse con un dispositivo y transmitir datos a un servicio en la nube. Esto suele ser el modelo empleado con los artículos de consumo populares como los dispositivos utilizados para llevar registro de la actividad física (Rose y otros, 2015).

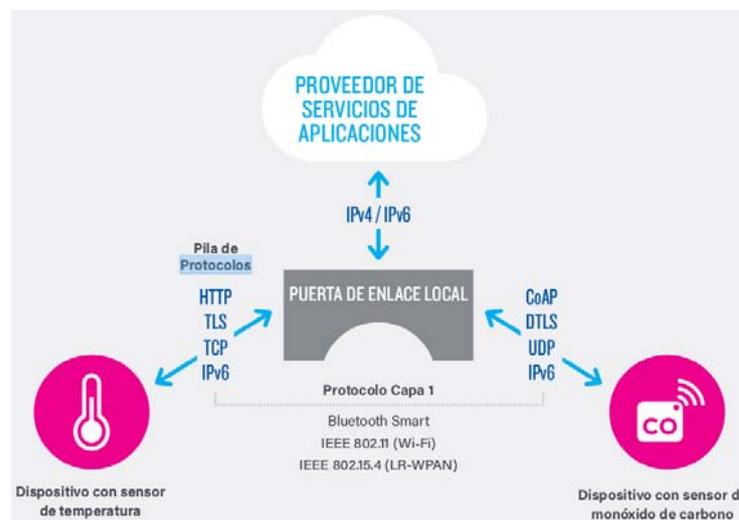


Figura 3. Modelo de conectividad dispositivo a puerta de enlace.

El modelo de intercambio de datos a través del back-end se refiere a una arquitectura de comunicación que permite que los usuarios exporten y analicen datos de objetos inteligentes de un servicio en la nube en combinación con datos de otras fuentes, ver Figura 4. Esta arquitectura soporta “el deseo del usuario de permitir que terceros accedan a los datos subidos por sus sensores”. Este enfoque es una extensión del modelo de comunicación tipo “dispositivo único a la nube”, que puede llevar a la existencia de silos de datos donde “los dispositivos de la IoT suben datos a un único proveedor de servicios de aplicaciones”. Una arquitectura de intercambio de datos a través del back-end permite agregar y analizar los datos recogidos de flujos obtenidos de un solo dispositivo de la IoT (Rose y otros, 2015).



Figura 4. Modelo de conectividad intercambio de datos a través del back-end

Direcciones IP como requisito de la conectividad

La conexión de un dispositivo a la red requiere, entre otros elementos, una dirección IP, tal como lo requiere una computadora. El ser humano está rodeado de cosas personales que potencialmente pueden ser conectadas, cada una de ellas exige la misma necesidad. Todo esto va acoplado a la densidad de personas que puebla actualmente nuestro planeta.

Ante tal demanda se evidencia la incapacidad de utilizar IPv4 (versión IP utilizada en Cuba y en muchos países del mundo). Sería necesario la implementación de IPv6, representando una dirección con 2128 bits, lo cual supera los cientos de miles de direcciones destinados a una persona común en el mundo.

En nuestro país la solución es otra. Ante el impedimento de implantar IPv6 en un futuro cercano es posible realizar traducciones entre direcciones IPv4, lo cual provoca algunos retrasos en la conexión, pero no impide la implementación de IoT. A este proceso se le denomina en términos técnicos NAT-PAT, permitiendo a un individuo con una dirección IPv4 interactuar con 40 mil objetos, a través de puertos, y dejar una reserva de poco más de 25 mil para conexiones tradicionales de configuración o cualquier otra naturaleza. Todo esto es posible teóricamente, sin embargo, es necesario tener en cuenta otros factores para potenciar este número de conexiones para cada individuo que consuma la infraestructura de IoT implementada.

Resulta indispensable un buen diseño de la infraestructura a emplear para poder soportar la demanda, teniendo en cuenta que cada individuo debe tener asignado una dirección IPv4, y a partir de ella, tendrá varias traducciones de direcciones IPv4 con puertos diferentes haciendo uso de NAT-PAT (*Loveless, 2018*). Con todo esto, es recomendable limitar con reglas la cantidad de conexiones que cada usuario podrá utilizar para conectar sus pertenencias al sistema de IoT.

¿Qué proporciona IoT?

Los beneficios que aporta tener todos los dispositivos conectados son muy variados, y van desde la agilización de tareas de la vida cotidiana, hasta el incremento de la productividad en grandes industrias. Estos beneficios son debidos a la obtención de gran cantidad de datos, esta gran cantidad de datos no aportan nada nuevo si no se transforman en información útil y se interpretan correctamente. Esta información, son pruebas, por lo que en un futuro la información que se aporte en los juicios por delitos medioambientales provendrá del concepto IoT (sensores, dispositivos, interconexión de máquinas) (*González-Briones, 2017*).

A continuación, se listan algunos de los ejemplos de aplicación de IoT en el medio ambiente (*Rose y otros, 2015*):

- ❖ Alimentar y monitorear el ganado de forma más específica por medio de etiquetas de nombre/número que contienen información en un chip de identificación por radiofrecuencia (RFID)
- ❖ Se pueden enterrar sensores electroquímicos para medir la exposición a la luz solar, así como los niveles de saturación de agua y la presencia de nutrientes esenciales como el fósforo y el nitrógeno
- ❖ Las familias de bajos ingresos que viven en regiones remotas o en zonas urbanas sin acceso a la red eléctrica formal están utilizando tecnologías de la IoT junto con células solares para proveer de energía a sus hogares
- ❖ Sistemas que monitorean la calidad del aire y los niveles de ruido y pueden recomendar acciones tan simples como regular el tráfico y el acceso de vehículos al centro de la ciudad
- ❖ Sistemas de alerta de tsunamis, inundaciones, terremotos o incendios forestales
- ❖ Sistemas de irrigación inteligentes que reducen el consumo de agua, aumentan los rendimientos y mejoran la previsibilidad de los cultivos en los campos y en los invernaderos
- ❖ Medidores de agua inteligentes para monitorear y reducir el uso de agua por los hogares durante la sequía

Contención de la deforestación (implementación real)

Existen una serie de proyectos de IoT para evitar una mayor deforestación al detener actividades como la tala ilegal en su camino. Han creado sensores a partir de teléfonos celulares viejos que, cuando están conectados a los árboles, permiten a su equipo monitorear y detectar la tala ilegal y la caza furtiva a gran distancia, ver Figura 5. Los sensores escuchan ciertos sonidos que están asociados con la tala ilegal, como el sonido de una motosierra o un vehículo grande en un área no autorizada, por lo que las autoridades pueden detener la actividad ilegal en tiempo real. Estos sensores recopilan grandes cantidades de datos que pueden compartirse y usarse para negociar una mayor protección de los bosques tropicales en ciertas áreas (*Harner, 2018*).



Figura 5. Sensores conectados a árboles.

Internet de las abejas

Otra forma interesante de utilizar IoT para preservar los ecosistemas es mediante el seguimiento de las poblaciones de abejas y el control de la condición de las colmenas (*Harner, 2018*). Una solución interesante a este problema usando IoT, al colocar un sensor a batería dentro de una colmena, los apicultores pueden usar la tecnología para monitorear las condiciones dentro de ella y rastrear la salud de la colonia (*Harner, 2018*).

Cuando la reina está sana, los trabajadores mantienen la temperatura estable dentro de la colmena para incubar sus huevos. Cuando la temperatura de la colmena cae, es una señal de que los trabajadores están a punto de reemplazar a la reina. Los sensores en la colmena recolectan la temperatura y la envían a través de redes celulares a la nube donde se analiza usando un algoritmo basado en patrones de temperatura. Si hay un problema, el sistema alerta automáticamente al apicultor (*Harner, 2018*).

Una investigación en Australia, tuvo como objetivo mejorar la polinización y la productividad de las abejas melíferas en las granjas. Para obtener esas ideas, equiparon a miles de abejas con diminutos sensores. Los sensores de identificación por radiofrecuencia funcionan "de forma similar a la etiqueta electrónica de un vehículo, registrando cuando el insecto pasa un punto de control particular". Los datos permitieron a los agricultores e investigadores identificar problemas que afectan el comportamiento de las abejas, y combatir esos problemas antes de que la población y la polinización de sus cultivos disminuyan aún más (*Harner, 2018*).

Sensores y cámaras utilizados para detener la caza furtiva

Rainforest Connection utilizó la misma tecnología mencionada anteriormente para detectar los sonidos asociados con la caza furtiva ilegal, escuchando el sonido de trampas, pistolas y vehículos/movimiento en áreas clave de protección de la vida silvestre. En vastas áreas naturales que pueden ser difíciles de monitorear, las organizaciones de

preservación de la vida silvestre han instalado cámaras de detección de movimiento que han identificado con éxito especies raras, así como la prevalencia de la caza ilegal y la caza furtiva (Harner, 2018).

El proyecto RAPID (dispositivo inteligente contra la caza furtiva en tiempo real) equipa a los rinocerontes en África con tres dispositivos conectados: una cámara, un monitor de frecuencia cardíaca y un rastreador GPS, ver Figura 6. La combinación de estos dispositivos significa que los preservacionistas de la vida silvestre son alertados cuando el animal está en peligro, puede rastrear sus movimientos y tener acceso a secuencias de video de cazadores furtivos (HARNER, 2018). Estas tácticas ayudan a los conservacionistas a combatir la caza furtiva ilegal y preservar organismos que son críticos para la biodiversidad y la estabilización de los ecosistemas naturales (Harner, 2018).



Figura 6. Rinocerontes equipados con dispositivos IoT.

Ecología sobre la marcha

Los autos inteligentes y autónomos pueden marcar el comienzo de una nueva era de conducción ecológica al permitir que los vehículos en la autopista comuniquen y procesen lo que otros vehículos están a punto de hacer. Esto permite que el tráfico se mueva a una sola velocidad, con unos pocos metros entre los vehículos, lo que reduce la ineficiencia de combustible provocada por los cambios de velocidad y de marcha de los autos. La plataforma Watson IoT de IBM se ha utilizado para crear un automóvil sin conductor llamado Olli, ver Figura 7. La misma analiza la gran cantidad de datos que provienen de los sensores del vehículo, permitiendo acelerar, desacelerar y cambiar de carril sin un conductor.



Figura 7. Automóvil Olli.

Fauna conectada

El IoT se ha utilizado para recuperar especies al borde de la extinción con gran éxito. El lince ibérico se restableció en España después de utilizar las tecnologías del IoT para rastrear y monitorear los pocos lince silvestres que quedan. Mediante el uso de collares para su ubicación como se aprecia en la Figura 8, junto con drones conectados, mucho menos invasivos al rastrear a los animales, los científicos y expertos en vida silvestre pudieron ayudar a restablecer la especie.



Figura 8. Lince ibérico conectado

Resultados y discusión

IoT ha demostrado que su aplicación, fuera de los ámbitos técnicos, tiene límite solamente en la creatividad y disposición de la humanidad. A continuación, se enuncian una serie de beneficios que pueden beneficiar a la UCI, pero en plena convicción de que solo representaría la antesala a nuevas aplicaciones. Para esto sería necesario la adquisición de sensores industriales (*Sheng, 2015*), o diseñar los prototipos en Arduino compatibles con algunos complementos como GPS, para su posterior fabricación en etapas iniciales.

Aplicaciones potenciales de IoT en la UCI, incidiendo sobre el medio ambiente

La recolección y recogida de desechos reciclables y no reciclables.

Esta solución requiere de organización y un programa de divulgación e información a la comunidad UCI, esto es tan importante como la parte tecnológica misma.

Resulta factible colocar por manzana 2 contenedores de basura, uno de ellos dedicado a los residuos reciclables (plástico, cartón, entre otros) y el otro a los no reciclables. Ambos con sensores que envíen información a un servidor central, que genere alertas con reportes de los contenedores que hayan alcanzado el 80% de llenado del contenedor. De esta forma se puede identificar con 24 horas de antelación cuantos contenedores están listos para vaciar y que tipo de residuo contiene cada uno.

Los camiones igualmente deben estar preparados para recibir la basura sin mezclar lo reciclable con lo no reciclable.

Como toda la información se encuentra en un único servidor permite implementar funcionalidades que faciliten la toma de decisiones con respecto a la recogida de basura y otros. Por ejemplo, es posible realizar las siguientes:

- ❖ A partir de la definición de una hora determinar cuáles son los contenedores que deben ser vaciados y definiendo la ruta más óptima para los camiones involucrados en la recogida
- ❖ Un pronóstico de los contenedores que requieren ser vaciados en la siguiente coordinación de camiones
- ❖ Un reporte de los contenedores que se saturan con mayor frecuencia en un mes
- ❖ Un reporte de los contenedores que se utilicen muy poco en un mes

Esta aplicación resuelve 2 problemas medioambientales importantes

- ❖ La contaminación por residuos de basura
- ❖ La reutilización de materiales para no extraerlo de la naturaleza innecesariamente. Cultura de reciclaje

Control de equipos de alto consumo de energía eléctrica

Un impacto favorable en el cuidado y protección del medio ambiente es combatir el uso indiscriminado de los recursos no renovables. Tal es el caso del consumo de combustible (que se extrae de esta categoría de recurso) en el proceso de generación de energía eléctrica.

Ahorrando energía eléctrica en la UCI estamos contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

En el caso particular de los equipos de alto consumo de energía, es prudente identificarlos previamente, categorizarlos y asignarles un dispositivo que transmita información de consumo a un servidor central.

Si se conocen en el servidor las especificaciones de consumo de cada equipo y el tiempo en que el mismo está conectado, se pueden implementar mínimamente las siguientes funcionalidades:

- ❖ Apagarlos automáticamente si está conectado fuera del horario laboral o fuera del horario establecido para ese equipo en particular
- ❖ Registrar cada ocasión en que se encendió y se apagó, permitiendo determinar el consumo de energía en ese período de tiempo
- ❖ Realizar un pronóstico de cuanta energía debe consumir cada equipo la siguiente semana
- ❖ Encender el equipo si se apagó por error, pero debe mantenerse funcionando (los nodos de servidores, por citar un ejemplo)

Control de roturas en las líneas principales de abastecimiento de agua.

También buscando el adecuado consumo de los recursos no renovables conviene combatir los salideros por roturas y resulta de mucha ayuda si se conociera de las mismas en tiempo real.

Tras la identificación de las ubicaciones estratégicas para controlar la presión de agua en las líneas principales de abastecimiento solo bastaría asignarle un sensor para medir la presión del agua y enviar datos a un servidor central.

Luego es posible implementar funcionalidades como:

- ❖ Notificar la disminución significativa de la presión de agua en horarios donde debe llegar el agua a la comunidad UCI
- ❖ Notificar una rotura, teniendo como dato altas presiones en un tramo de la ruta y bajas presiones injustificadas a partir de un punto específico de la red de suministro de agua
- ❖ Notificación automática de permitir y concluir el servicio de agua a la comunidad según el horario asignado a este servicio
- ❖ Pronóstico de consumo de agua para la siguiente semana

Casos de éxito en el mundo

Plataforma Smart Waste

Actualmente se genera una gran cantidad de residuos por los cientos de millones de habitantes urbanos, desechos que afectan al medioambiente. Smart Waste es la aplicación de la tecnología más puntera en la gestión de procesos de recogida inteligente, selección y reciclado de envases y residuos urbanos. Esta plataforma ayuda a optimizar la recuperación y el reciclaje reduciendo el impacto ambiental y económico. La plataforma coordina: contenedores inteligentes, localizados y conectados; camiones conectados por GPS y que determinen el peso y las rutas; gestión inteligente de rutas en tiempo real; el uso de vehículos híbridos o eléctricos que reduzcan las emisiones; la implementación y evaluación de diferentes modos de uso de los datos generados y gestión de la información (Catania, 2014).

Cualquier municipio puede acceder a la plataforma con el fin de mejorar la gestión de sus recursos y procesos. A lo largo de este primer trimestre de 2018, se están ejecutando pilotos en cuatro unidades de gestión de España para incorporar la solución en las operaciones cotidianas de gestión y recogida selectiva de residuos. El proyecto Smart Waste está pensado para aplicar IoT y Big Data a la gestión de los residuos del contenedor azul (envases de cartón y papel) y del amarillo (envases de plástico, latas y bricks), ver Figura 9. El proyecto centraliza los datos obtenidos desde distintas fuentes como sensores, redes sociales, encuestas, censos y satélites, y los convierte en información de valor que dé respuesta a los intereses identificados para cada uno de los actores (Grupo Tecma Red, 2018).



Figura 9. Latones identificados por colores.

La plataforma permite saber la ubicación exacta de los contenedores, su estado de llenado y las necesidades de la zona en la que se ubican para planificar las rutas de recogida, ver Figura 10. Se puede saber cuántos kilos de residuos se depositan en los contenedores y combinar los datos, por ejemplo, con el catastro o el perfil de los ciudadanos que viven a 50 o 100 metros a la redonda para analizar si se necesitan o no más contenedores o si hay que ajustar la frecuencia de los camiones que recogen los residuos. Si se conoce el perfil de la población que vive en cada zona, se puede, por ejemplo, realizar una ubicación de los contenedores de recogida que favorezca a las personas con mayores problemas de movilidad como los mayores o discapacitados (*Grupo Tecma Red, 2018*).

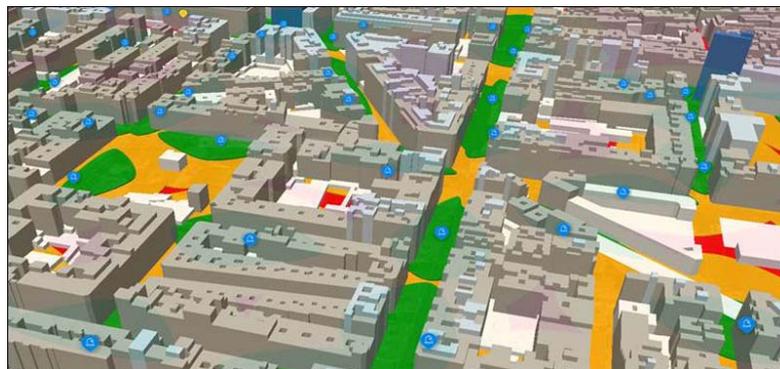


Figura 10. Plataforma Smart Waste.

Proyecto Predict

El proyecto Predict consiste en un modelo capaz de predecir episodios de contaminación que permitirá a las empresas de transporte y a los operadores logísticos tener información relevante y de primera mano sobre la calidad del aire en la ciudad de Madrid. El proyecto Predict está vinculado a empresas de distribución en la ciudad, de transporte y a la Administración Pública. Les facilita información en tiempo real y puede predecir situaciones de contaminación en Madrid. Permite a los operadores logísticos y transportistas adaptar la planificación de su operativa en función de las

alertas proporcionadas por Predict ante posibles protocolos de contaminación y adelantarse de esta forma a las consiguientes restricciones al tráfico (*Grupo Tecma Red, 2018*).

Esta herramienta tiene como objetivo predecir niveles de contaminación de forma diaria, actualizándose las 24 horas, y con dos tipos de alcance: uno de corto plazo, de 48 horas, y uno de largo plazo, que prevé hasta 7 días. El modelo de predicción se nutre no sólo con los datos procedentes de las estaciones de contaminación instaladas y distribuidas por toda la ciudad, sino que también se mejora a través de datos externos. “Para poder hacer el modelo, se incorporan datos como la meteorología, pues la contaminación aparece especialmente durante procesos de inversión térmica y poca ventilación; datos de tráfico y datos de calendarios (*Grupo Tecma Red, 2018*).

Conclusiones

Mucho le debemos al medio ambiente. El desarrollo industrial y tecnológico ha avanzado en gran manera afectándolo. IoT es una de las formas en que la tecnología puede devolver el favor, de hacer las cosas bien, de reponer lo que hemos dañado, es una forma en la que la tecnología tiene la capacidad de darse en función del medio ambiente.

La UCI es nuestro lugar, constituye la porción que debemos amar, proteger y preservar. Es nuestro punto de partida en beneficio del medio ambiente. Es posible cuidarlo y recibir beneficios económicos, ambientales y comodidades tecnológicas en nuestro diario vivir.

IoT es más que tecnología. Nos da la oportunidad de gestionar con mayor efectividad los recursos que tenemos a nuestro alcance. También de administrar nuestro tiempo y tomar las decisiones adecuadas en el momento en que se requieren, no antes, no después.

IoT es un presente en muchos países desarrollados. Puede ser el futuro cercano en Cuba y la UCI puede convertirse en uno de esos lugares donde se inicie el calor del progreso naciente, de gran beneficio tecnológico al servicio de la humanidad.

Referencias

CATANIA, Vincenzo; VENTURA, Daniela. An approach for monitoring and smart planning of urban solid waste management using smart-M3 platform. En *Proceedings of 15th conference of open innovations association FRUCT*. IEEE, 2014. p. 24-31.

Digital AV Magazine. Ericsson cultiva el IoT en los viñedos con el sistema conectado TracoVino. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.digitalavmagazine.com/2016/03/10/ericsson-cultiva-el-iot-en-los-vinedos-con-el-sistema-conectado-tracovino/>. [Consultado el: 9 de octubre de 2019].

GONZÁLEZ-BRIONES, A. Últimas tendencias en aplicación de soluciones IoT en el medioambiente. II Congreso de Derecho Ambiental Contemporáneo (España/Brasil). *Salamanca*, 2017.

Grupo Tecma Red. La plataforma Smart Waste lleva IoT y Big Data a la gestión de la recogida y el reciclaje de residuos. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.esmartcity.es/2018/03/16/plataforma-smart-waste-lleva-iot-big-data-gestion-recogida-reciclaje-residuos>. [Consultado el: 9 de octubre de 2019].

Grupo Tecma Red. Desarrollan una solución capaz de predecir episodios de contaminación con hasta siete días de antelación en Madrid. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.esmartcity.es/2018/04/04/desarrollan-solucion-capaz-predecir-episodios-contaminacion-hasta-siete-dias-antelacion-madrid>. [Consultado el: 9 de octubre de 2019].

HARNER, Isabel. 3 Ways IoT is Saving the Environment. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://medium.com/iotforall/3-ways-iot-is-saving-the-environment-9f36b13ed5c3>. [Consultado el: 10 de abril de 2018].

LOVELESS, Jacob. *Router for performing NAT and/or PAT translations*. U.S. Patent Application No 10/164,913, 25 Dic. 2018.

ROSE, Karen; ELDRIDGE, Scott; CHAPIN, Lyman. La internet de las cosas - una breve reseña, *I. Society*, Ed, 2015.

SHENG, Zhengguo, et al. Recent advances in industrial wireless sensor networks toward efficient management in IoT. *IEEE access*, 2015, vol. 3, p. 622-637.

VARGAS, Diana Cecilia; SALVADOR, Carlos Enrique. Smart IoT gateway for heterogeneous devices interoperability. *IEEE Latin America Transactions*, 2016, vol. 14, no 8, p. 3900-3906.