

Gateway 6LoWPAN para red de sensores inalámbricos

Carlos Taffernaberry, Ana Diedrichs, Cristian Pérez, Matías Pecchia, Germán Tabacchi

GridTICs – Grupo en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones / Departamento de Electrónica / Facultad Regional Mendoza / Universidad Tecnológica Nacional
Rodríguez 273 Capital – Mendoza, +54 261 5244563

{carlos.taffernaberry, ana.diedrichs, cristian.perez, matias.pecchia, german.tabacchi}@gridtics.frm.utn.edu.ar

Resumen. La comunicación entre objetos por medio de Internet, sin la participación de los seres humanos, se describe como la Internet de las Cosas (IoT). Estas cosas normalmente son circuitos electrónicos incrustados dentro de objetos de uso cotidiano. El objetivo es lograr el acceso remoto a los datos generados, procesarlos y tomar decisiones para realizar acciones a distancia, para lo cual deben estar interconectados. Dichos circuitos electrónicos generalmente están compuestos por microcontroladores con bajo poder de procesamiento y bajo consumo de energía, poseen comunicación inalámbrica y sensores, permitiendo obtener valores de parámetros del medio ambiente tales como temperatura, humedad, posición, etc. Estos objetos, normalmente interactúan entre ellos por medio de protocolos inalámbricos, conformando redes de área local, llamadas Redes de Sensores Inalámbricos. El presente trabajo pretende evaluar los distintos protocolos de comunicación de la IoT y utilizarlos para que una red de sensores inalámbricos existente, llamada SIPIA e implementada en el ámbito agrícola, pueda acceder a la IoT. Para la interconexión se utilizará un Gateway, constituido por la Computadora Industrial Abierta Argentina (CIAA), que es una plataforma electrónica libre y gratuita preparada especialmente para trabajar en aplicaciones industriales. Fue desarrollada por medio del trabajo colaborativo, multidisciplinario entre instituciones, academias y empresas de la Argentina .

Motivación

El grupo de investigación GridTICs se encuentra trabajando en un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico denominado "RED SIPIA-LP: Estudio de mecanismos de bajo consumo energético para aplicar a una red de sensores inalámbricos en el ámbito de agricultura de precisión", homologado y financiado con el código UTI3646TC por Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional [1].

Por otra parte, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, a través de la Subsecretaría de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, convocó a la presentación de propuestas destinadas a la adjudicación de

“Proyectos de Innovación a partir de la adopción de la Computadora Industrial Abierta Argentina en productos y procesos industriales”.

Por lo tanto nuestra propuesta consistió en vincular la RED SIPIA-LP a la IoT usando como Gateway de interconexión la computadora CIAA. El proyecto fue presentado, aprobado y financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, de acuerdo a la resolución 613/2015 [2].

Introducción y Estado del Arte

Gracias a los avances tecnológicos y reducción de costos en dispositivos electrónicos y de comunicación inalámbrica, es posible actualmente construir dispositivos sensores multifuncionales y multipropósito de bajo costo, bajo consumo energético, pequeño tamaño, y con capacidad de comunicación a corta distancia. Estos dispositivos, llamados motes, constan de una unidad de procesamiento central con escaso poder de cómputo, poca memoria, un módulo de comunicación inalámbrica y uno o varios dispositivos de sensado que capturan parámetros como temperatura, aceleración, humedad, etc. Un conjunto de motes comunicados entre sí de manera inalámbrica es lo que se conoce como una red de sensores inalámbrica (Wireless Sensor Network o WSN) [3].

Debido al aumento de las WSN, en los últimos años, han surgido nuevas tendencias en el sector agrícola como la agricultura de precisión. Esta disciplina cubre múltiples prácticas relativas a la distinta toma de datos para aplicar en la gestión y toma de decisiones de cultivos y animales. Por medio de sensores estratégicamente situados, se puede realizar un monitoreo permanente de parámetros ambientales como la temperatura y/o humedad relativa, con el fin de proveer de gran cantidad de datos confiables para la investigación agronómica.

Por otro lado, hace 20 años, Internet se usaba principalmente como herramienta para acceder a información. En los últimos 10 años hemos vivido una nueva forma de uso de Internet, donde todo se ha convertido en social, transaccional y móvil. En la actualidad estamos sufriendo una nueva transformación, en la que cada objeto tiene una identidad virtual propia y es capaz de integrarse e interactuar de manera independiente con cualquier otro objeto, sistema, o humanos. De esta forma estamos en presencia de un nuevo cambio en nuestra forma de vida, creándose nuevos modelos de negocio, productos y compañías, denominándose a esto la Internet de las Cosas (IoT) [4]. Este desarrollo no sería posible sin el soporte del nuevo protocolo de red de internet, llamado IPv6 [5], que permite contar con direcciones de red suficientes como para dotar a cada uno de los componentes de una red de sensores de una dirección pública IPv6.

Puntualmente, el ámbito de las WSN ha despertado un interés especial para lograr asociar a cada uno de los motes que la componen a la IoT. Contemplando los requerimientos de la IoT y las WSNs de área personal (PAN), un grupo de trabajo de la IETF desarrolló el protocolo 6LoWPAN [6] que brinda soporte a redes LowPAN para el protocolo IPv6.

Por medio del protocolo 6LoWPAN se logra la interacción de los nodos de sensores con el backbone de Internet, permitiendo una comunicación de pares (p-2-p) de cada sensor y cualquier host en cualquier lugar del mundo.

Para permitir extender el alcance de una WSN, debido a que no siempre todos los nodos tienen alcance entre sí, se creó otro grupo de trabajo de la IETF llamado ROLL (Routing Over Low power and Lossy Networks) para evaluar problemas de encaminamiento dentro de dichas redes y proponer soluciones. El objetivo del grupo de trabajo fue el diseño de un protocolo de enrutamiento para LLN (Low power and Lossy Networks) llamado RPL [7], con soporte de una variedad de capas de enlace (IEEE 802.15.4, IEEE 802.15.4g o Powerline Communication), que comparten características comunes, como ser bajo ancho de banda, alta tasa de pérdidas y baja potencia.

Trabajos relacionados

En ese sentido el grupo GridTICS en conjunto con UNCuyo, llevó a cabo el proyecto SIPIA (proyecto homologado Código C&T UTN UTI1737) entre los años 2013 y 2014, desarrollando un prototipo de red basado en la norma IEEE 802.15.4 para las capas física y de enlace. Para las capas superiores en lugar de utilizar estándares del IETF, se decidió realizar un desarrollo propio, tomando como prioridad la optimización en el uso de energía, debido a que los motes de la red SIPIA fueron alimentados con baterías exclusivamente. Tampoco se diseñó algoritmo alguno de enrutamiento de datos en la red, pues la topología que se adoptó fue estrella, siendo el centro de la misma un mote coordinador. Se implementó y ensayó un protocolo de propagación de sincronismo, determinando la mejor relación entre el bajo consumo y el menor error admisible. Se optó por un esquema centralizado, en el cual se resincronizaba la red de manera pasiva, habiendo determinado de manera experimental la cantidad mínima de tiempo necesaria entre sincronizaciones sucesivas.

Se diseñó e implementó un sistema de gestión que permitió obtener periódicamente los valores sensados, y también prever y determinar el tiempo de agotamiento de baterías para cada mote en particular. Dicho software fue instalado en una computadora ubicada en la red local en la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo), cercana al viñedo donde se ubicó la WSN. Como vinculación entre ambos tipos de redes se debió diseñar y construir un dispositivo que denominamos Gateway.

El Gateway debió conectarse a ambas redes, por un lado a la WSN, limitando su ubicación a un área del viñedo próxima a la WSN, debido al escaso alcance de los enlaces de la norma IEEE 802.15.4 usada. Por otro lado, se conectó a la red local utilizando un enlace WiFi (IEEE 802.11 b/g/n); debido a la exigencia de energía de este último protocolo, el Gateway debió ser alimentado por medio de la red eléctrica.

El software embebido en el Gateway permitió que los datos provenientes de la red de sensores, sean interpretados, convertidos, almacenados y luego transmitidos hasta la computadora que albergaba el software de gestión.

Propuesta de Trabajo

De lo expuesto anteriormente, se puede observar que el proyecto SIPIA presentaba algunas limitaciones tecnológicas, detalladas a continuación:

- Limitación referida a la máxima extensión territorial de la WSN: estará limitada por el área de cobertura de las transmisiones IEEE 802.15.4, por no implementar protocolos de encaminamiento entre los motes, dentro de la misma red.

- Limitación de conversión de protocolos: es debido al uso de tecnologías de capa de red distintas en ambos tipos de redes. Por un lado un protocolo propietario en la WSN, y por otro lado protocolo IPv4 en la red Lan.

- No existe una comunicación end-to-end entre la aplicación de gestión y la aplicación que se ejecuta en los motes.

Estos y otros problemas secundarios motivaron a convertir la red de sensores SIPIA a una red que utilice los protocolos de la IoT, permitiendo sortear las limitaciones previamente expuestas.

Para ello, el presente trabajo propone utilizar la CIAA [8] para diseñar e implementar un nuevo Gateway entre ambas redes, y un reemplazo de los motes por nuevos dispositivos que soporten los protocolos estandar del IETF de IoT.

Resultados y Objetivos

El objetivo principal que se pretende es:

Diseñar, ensayar e implementar una mejora de un sistema de redes inalámbricas agrícolas aplicadas, usando protocolos estándar del IETF y tecnología CIAA.

Mientras que se detallan algunos de los objetivos específicos a continuación:

- Análisis y estudio de protocolos de comunicación del IETF de IoT para WSN.
- Diseño y desarrollo de hardware en la CIAA para soportar WSN.
- Evaluación y selección de SO Embebido para CIAA con soporte estándar IETF.
- Diseño y desarrollo software de Gateway con protocolos IETF para IoT.
- Aporte al proyecto libre y colaborativo CIAA de las siguientes tecnologías:
 - Hardware y software específico de protocolo IEEE 802.15.4 de WSN
 - Software específico de protocolo IETF 6LoWPAN de WSN
 - Implementación de Software específico de protocolo IETF RPL de WSN
- Capacitación y difusión de los conocimientos adquiridos, como compromiso social en el ámbito empresarial y académico.

Referencias

1. <http://sicyt.scyt.rec.utn.edu.ar/scyt/proyectos/RESUMENF.ASP?VAR1=3646>
2. <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/042/0000042058.pdf>
3. Akyildiz, Ian F., and Mehmet Can Vuran. Wireless sensor networks. Vol. 4. John Wiley & Sons, 2010.
4. Conner, Margery. Sensors empower the "Internet of Things". EDN (Electrical Design News), 2010, vol. 55, no 10, p. 32.
5. Huitema, Christian. IPv6: the new Internet protocol. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 1996.
6. Kushalnagar, Nandakishore, et al. IPv6 over low-power wireless personal area networks (6LoWPANs): overview, assumptions, problem statement, and goals. RFC 4919 (Informational), Internet Engineering Task Force, 2007.
7. VASSEUR, J., et al. RPL: The IP routing protocol designed for low power and lossy networks. Internet Protocol for Smart Objects (IPSO) Alliance, 2011, vol. 36.
8. <http://www.proyecto-ciaa.com.ar/>