

Aplicaciones del RFC 4944 - 6lowPAN - en IoT SIPIA6 - Red de Sensores Inalámbricos con IPv6

Carlos Taffernaberry, Ana Diedrichs, Gustavo Mercado,
Guillermo Grünwaldt, Germán Tabacchi, Matías Pecchia

gridTICS – Grupo UTN de I&D en Tecnologías de la Información y
las Comunicaciones - Departamento de Electrónica –
UTN Facultad Regional Mendoza, Rodríguez 273, Capital - Mendoza
{gustavo.mercado, carlos.taffernaberry, ana.diedrichs}@gridtics.frm.utn.edu.ar

Resumen: El proyecto consiste en el diseño y validación del comportamiento de una red de sensores inalámbricos en la adquisición de parámetros ambientales de parcelas agrícolas, con acceso de forma nativa a Internet, denominada SIPIA6. Es la continuación de Red SIPIA, actualmente implementada en una parcela agrícola de prueba. La red SIPIA está basada en la norma IEEE 802.15.4, aplicada al entorno agropecuario en el ámbito de agricultura de precisión. La diferencia principal de la Red SIPIA6 es que sus nodos WSN serán visibles desde Internet y accesibles mediante protocolos y procedimientos estándares. Principalmente se utiliza el protocolo 6lowPAN lo que permite extender la visibilidad de una red de sensores agrícola y por lo tanto convertir a SIPIA6 en una aplicación de Internet de las Cosas

Palabras Clave: Redes de Sensores, IEEE 802.15.4, Agricultura de Precisión, Internet de las Cosas, 6lowPAN, Data Logger, Sensado remoto, Microclima

1. Introducción

Gracias a los avances y reducción de costos en dispositivos electrónicos y de comunicación inalámbrica, es posible construir dispositivos sensores multifuncionales y multipropósito de bajo costo que operan con poca energía, de un tamaño pequeño, y de una capacidad de comunicación a corta distancia. Estos dispositivos se denominan motes [1], y constan de una unidad de procesamiento con un poder de cómputo mínimo, memoria, una unidad 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 es lo que conocemos como una red de sensores inalámbrica (Wireless Sensor Network o WSN) [2].

Una red de sensores está compuesta por varios motes que se encuentran esparcidos en un área determinada y para poder operar se los provee de un conjunto de protocolos y algoritmos especialmente implementados para redes de sensores, en especial el IEEE 802.15.4 [3].

La visión detrás de la Internet de las Cosas [4] es que los dispositivos embebidos, también llamados “smart objetos”, están cada vez más universalmente conectados a Internet y que son una parte integral de la misma.

La Internet de las cosas es un cambio mayúsculo y el mayor desafío de la Internet actual. La misma está “hecha” con dispositivos embebidos conectados a Internet. El exacto tamaño de la Internet de las cosas es difícil de estimar pero se asume que pronto su tamaño excederá a la Internet actual.

Para que una red de sensores inalámbricos (WSN) pueda conectarse en forma nativa a Internet, el IETF ha desarrollado una serie de protocolos, normalmente denominados 6LowPAN [5]. Este simplifica las funcionalidades de protocolo de internet IPv6, definiendo un encabezamiento muy compacto y tomando en cuenta la naturaleza de las redes inalámbricas.

1.1. El estándar IEEE 802.15.4

El estándar IEEE 802.15.4 [3] define las características de la capa física y de la capa de control de acceso al medio (MAC) para redes inalámbricas de área personales (WPAN, Wireless Personal Area Networks) de baja tasa de transmisión. Este estándar no establece un nivel de red pero si plantea parámetros para su implementación. Las ventajas de utilizar el estándar IEEE 802.15.4 es que permite la utilización de dispositivos de fácil instalación que proveen transmisiones confiables a distancias cortas a un precio muy bajo. Por otro lado, el estándar IEEE 802.15.4 permite proporcionar un tiempo de vida razonable al utilizar fuentes de energía limitada (e.j. baterías alcalinas) y al mismo tiempo proporciona una pila de protocolos simple.

1.2. El estándar 6LowPAN

El concepto 6LoWPAN fue originado por la idea de que "el Protocolo de Internet puede y debe ser aplicada incluso a los más pequeños dispositivos", [6] y que los dispositivos de baja potencia con capacidades de procesamiento limitadas deben ser capaces de participar en el Internet de las Cosas.

El objetivo inicial [7] fue definir una capa de adaptación para hacer frente a las exigencias impuestas por IPv6, tales como el aumento del tamaño de la dirección y la MTU byte de 1280. Se han definido mecanismos de encapsulación y compresión de cabecera que permiten a los paquetes IPv6 ser enviados y recibidos en redes basadas en de IEEE 802.15.4 con MTU más pequeñas. La compresión produce cabeceras veces tan pequeñas de como sólo 4 bytes, mientras que al mismo tiempo permite el uso de diferentes tipos de redes de malla y gestiona la fragmentación y reensamblaje donde sea necesario [8].

El objetivo de la creación de redes IP para la comunicación de radio de baja potencia son las aplicaciones que requieren conectividad inalámbrica a Internet a velocidades de datos bajas en dispositivos con muy limitadas cualidades. Los ejemplos podrían incluir, pero no están limitados a: aplicaciones de automatización y entretenimiento en entornos del hogar, la oficina y la fábrica. También a la adquisición de datos en ambientes agrícolas o naturales.

2. SIPIA 6

El objetivo principal del proyecto es diseñar y validar el comportamiento de una

red de sensores inalámbricos en la adquisición de parámetros ambientales de parcelas agrícolas, con acceso de forma nativa a Internet.

Mientras que los objetivos secundarios se basan en realizar una adaptación de la red de sensores inalámbricos SIPIA para convertirla en una aplicación de Internet de las Cosas.

Para establecer los requerimientos para la aplicación de redes de sensores inalámbricos en investigación agrícola, se plantearon escenarios típicos de uso de sensores inalámbricos y escenarios de condiciones ambientales a las cuales estarán sometidos los sensores.

También se determinaron los requerimientos del software para la recolección de datos. En base a la experiencia con software de adquisición de datos de sensores se analizarán los requerimientos para la obtención de un software de fácil uso, con funciones de análisis numérico y gráfico y se realizaron la especificación de la red.

Para transformar la red SipiA en una aplicación de Internet de las Cosas se debe definir la tecnología de conectividad a Internet apropiada y se debe definir el tipo de dispositivo que proporcionará la interfaz entre la WSN e Internet. En primera instancia se propone el uso de un edge-router desarrollado sobre una plataforma diferente que haga de pasarela entre la red y la Internet. Se debe definir la forma en que los datos producidos por los sensores serán visualizados desde Internet, determinando los protocolos más adecuados para la aplicación de toma de datos de parcelas agrícolas.

1.3. Avances y resultados preliminares

Se desarrolló un prototipo de red basado en la norma IEEE 802.15.4 [3] para las capas física y enlace. Se diseñó e implementó un sistema de gestión que permite prever y determinar el tiempo de agotamiento de baterías, para un mote en particular. Para ello se usan como parámetros el hardware instalado, tipo de baterías y tipo de mote y el protocolo de administración de la energía utilizado.

Se diseñó un sencillo algoritmo de enrutamiento [9] de datos específico para dicho prototipo, buscando maximizar el rendimiento energético del sistema, reduciendo el overhead. El método antedicho, permite minimizar el procesamiento necesario por parte del mote y reducir el consumo por la transmisión de paquetes pequeños.

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 resincroniza la red de manera pasiva, habiendo determinado de manera experimental la cantidad mínima de tiempo necesaria entre sincronizaciones sucesivas.

Se implementó un software de gestión en línea. Para el que se estudiaron casos de aplicación y se realizó un relevamiento de requerimientos para el desarrollo de la interfaz humana y de carácter funcional.

Se estudia y se realizaron las primeras pruebas simuladas de 6lowPAN para nodos IEEE802.15.4, utilizando S.O Contiki y su simulador Cooja [10].

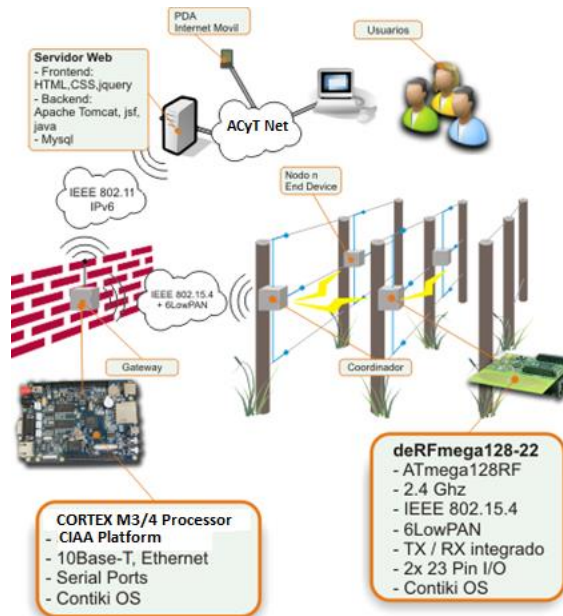


Fig 1: Esquema de Red SIPIA6.

En la figura1 se muestra un esquema de la red SIPIA6 cuando esté completamente operativa e instalada en campo.

3. Referencias

- 1 D. Culler and W. Hong. Eds. Special issue on Wireless Sensor Networks. Communications of the ACM, 47(6):pag 30–34, June 2004
- 2 Dargie, W. and Poellabauer, C., "Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice", John Wiley and Sons, 2010 ISBN 978-0-470.
- 3 IEEE 802.15 Working Group for WPAN. <http://www.ieee802.org/15/>
- 4 Kevin Ashton, "That 'Internet of Things' Thing", RFID Journal, 22 July 2009. Retrieved 8 April 2011
- 5 Shelby and Bormann, "6LoWPAN: The Embedded Internet", Wiley, 2009
- 6 Geoff Mulligan, "The 6LoWPAN architecture", EmNets '07 Proceedings of the 4th workshop on Embedded networked sensors, ACM New York, 2007
- 7 G. Montenegro, J. Hui, D. Culler, "Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks", RFC 4944, IETF, September 2007
- 8 N. Kushalnagar, G. Montenegro, C. Schumacher, "IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs): Overview, Assumptions, Problem Statement, and Goals", RFC 4919, IETF, August 2007
- 9 G. Mercado, R. Borgo, F. Gonzalez Antivilo, G. Ortiz Uriburu, A. Diedrichs, P. Farreras, M. Aguirre, F. Battaglia, G. Tabacchi, S. Tromer, "SIPIA Net: Wireless Sensor Network for Agronomical Research", Anales del WICC 2011. XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, ISBN 978-950-673-892-1, UNR Editora. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, 2011
- 10 Contiki: The Open Source Operating System for the Internet of Things, www.contiki-os.org/