
PROTOCOLO 6LOWPAN

M. en C. Cyntia E. Enríquez Ortiz

M. en C. Raúl Fernández Zavala

IPN-UPIITA

Academia de Telemática

Resumen

En este trabajo se describe el protocolo 6LowPAN el cual permite que dispositivos con baja capacidad de procesamiento basados en el estándar IEEE 802.15.4 puedan conectarse directamente a Internet mediante su propia dirección IP para comunicarse con otros dispositivos, facilitando el logro del principal objetivo del Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) que es la interconexión digital de objetos cotidianos con Internet de manera simple y rápida.

Introducción

En años recientes, el IoT ha sido todo un suceso, según Shelby & Bormann [1], el impacto que tendrá en la sociedad será importante, ya que proporcionará entre otras cosas un mejor monitoreo ambiental, una mejor administración de energía, redes inteligentes, industrias más eficientes, mejor logística y mejor cuidado de la salud.

Para lograr todo esto es necesario que los objetos cotidianos dispongan de algún dispositivo de procesamiento que permita su conexión con Internet, sin embargo, en la actualidad existen muchos dispositivos que no cuentan con la capacidad de procesamiento suficiente para manejar la pila de protocolos TCP/IP necesaria para proveer este acceso. Un ejemplo, son los dispositivos inalámbricos de baja potencia basados en el estándar IEEE 802.15.4 (*ZigBee*), los cuales aún no han podido ser totalmente integrados a la misma.

Desde el año 2003, la IEEE liberó el estándar 802.15.4 para redes inalámbricas de área personal (WPAN), proporcionando el primer estándar mundial de radio de baja potencia. Poco después, el grupo denominado "*ZigBee Alliance*" desarrolló una solución para redes ad-hoc sobre IEEE 802.15.4. *ZigBee*, sin embargo, tiene problemas de escalabilidad e integración y aunque existen arquitecturas de clúster que permiten que la red *ZigBee* se conecte a Internet, los dispositivos *ZigBee* no pueden ser conectados directamente a la misma [1]. Por lo tanto, se necesita un nuevo paradigma que permita la posibilidad de que los dispositivos inalámbricos IEEE 802.15.4 se puedan conectar directamente a Internet. Para tal efecto, la IETF ha propuesto el protocolo 6LoWPAN, el cual ofrece a los dispositivos IEEE 802.15.4 interoperabilidad con otro tipo de redes a través de un dispositivo intermedio que permite la conexión directa de los nodos mediante una dirección IP. Este estándar consiste en implementar una ligera pila IPv6 en los dispositivos inalámbricos de baja potencia.

6LowPAN

El protocolo 6LowPAN es un estándar abierto definido por la IETF (*Internet Engineering Task Force*), tal como lo indica su nombre "*IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks*" es una tecnología de red o capa de adaptación que permite el envío eficiente de paquetes IPv6 dentro de tramas pequeñas de la capa de enlace de datos como las definidas en el estándar IEEE 802.15.4.

En la figura 1 se puede observar que la red 6LoWPAN se conecta a Internet mediante un *router* frontera (*Edge Router*), el cual realiza tres funciones fundamentales:

- Intercambio de información entre los nodos 6LoWPAN e Internet (u otra red IPv6).
- Intercambio de información entre los nodos 6LoWPAN.
- Generación y mantenimiento de la red 6LoWPAN.

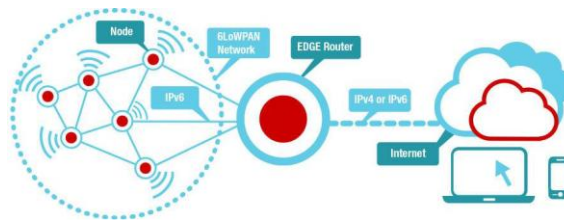


Figura 1. Arquitectura de una red 6LoWPAN [2]

Los *router* frontera reenvían tramas a nivel de la capa de red, por lo cual no necesitan de ninguna capa de aplicación. Otras arquitecturas como *Zigbee*, *Z-wave*, *Bluetooth* o redes propietarias requieren de complejas puertas de enlace a nivel aplicación para conectarse a redes IP. Estas puertas de enlace a nivel aplicación deben entender cualquiera de los perfiles de aplicación que son usados en la red, por tanto, cualquier cambio también viene acompañado de cambios en la puerta de enlace. En contraste, los *router* frontera, funcionan independientemente de los protocolos de aplicación usados en la red 6LoWPAN. Esto permite disminuir la carga en el *router* frontera en términos de procesamiento, haciendo posible el uso de dispositivos de menor potencia y menor costo, que ejecuten software más simple y dispongan de un hardware menos complejo [3].

Problemas de la tecnología actual

La comunicación directa de nodos en redes IP requiere de muchos protocolos que son demandantes para dispositivos inalámbricos de baja potencia, por ejemplo, IPv6 incluye seguridad para autenticación y encriptación de datos, dichas técnicas pueden ser muy complejas y demandantes para este tipo de dispositivos. Los servicios ofrecidos en Internet generalmente se basan en servicios web, usando principalmente protocolos como TCP, HTTP, SOAP y XML los cuales utilizan complejos patrones de transacción. Además, los protocolos de Internet actuales requieren de enlaces que manejan tramas de gran tamaño (mínimo 1280

bytes para IPv6), y pesados protocolos de aplicación que requieren de un ancho de banda considerable, por lo que no están optimizados para redes inalámbricas de baja potencia, ya que en este tipo de redes hay menos fiabilidad debido a fallas en nodos, agotamiento de energía, y ciclos de inactividad.

Estas limitaciones han restringido al IoT a dispositivos que cuenten con un procesador potente y con un sistema operativo que maneje la pila TCP/IP para tener la capacidad de un enlace directo mediante una dirección IP.

Pila de 6LoWPAN

Como se dijo antes, hasta ahora, se han requerido de puertas de enlace a nivel de la capa de aplicación para hacer que dispositivos con tecnologías como *Zigbee* o *Bluetooth* se puedan conectar a Internet. 6LoWPAN resuelve este dilema introduciendo una capa de adaptación entre la capa de enlace de datos y la capa de red para habilitar la transmisión de tramas IPv6 sobre tecnologías como IEEE 802.15.4.

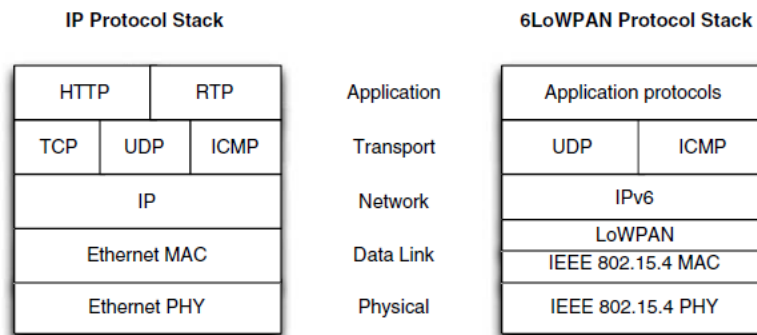


Figura 2. Pilas TCP/IP y 6LoWPAN [3]

En la figura 2, se muestra el uso de IEEE 802.15.4 en 6LoWPAN. La capa de enlace de datos provee de un enlace confiable entre dos nodos conectados detectando errores en la conexión que pueden ocurrir en la capa física durante transmisión y recepción. La capa de enlace de datos incluye la capa de control de acceso al medio (MAC) que usa técnicas como CSMA-CA (*Carrier Sense Multiple Access - Collision Avoidance*) en donde se comprueba que ningún otro dispositivo está transmitiendo antes de enviar información, el entramado de la información, así como la capa 6LoWPAN que provee adaptación de IPv6 a IEEE 802.15.4.

La capa de red direcciona información a través de la red, incluso si se requieren de múltiples saltos. La capa de transporte genera sesiones de comunicación entre aplicaciones ejecutadas en los dispositivos. Esta capa permite que múltiples aplicaciones tengan su propio canal de

comunicación. TCP es el protocolo de transporte dominante en Internet, sin embargo, este protocolo orientado a conexión tiene cabeceras demasiado grandes y por lo tanto no es siempre factible en dispositivos de bajo consumo de energía. Para ese tipo de dispositivos, UDP, es una mejor opción al ser un protocolo no orientado a conexión que maneja cabeceras pequeñas.

Finalmente, la capa de aplicación es responsable del formato de la información. Una capa de aplicación ampliamente usada en Internet es HTTP sobre TCP. HTTP usa XML que es un lenguaje basado en texto con una cabecera grande, por lo tanto, no es óptimo su uso en redes 6LoWPAN. Por esta razón, se han desarrollado protocolos de aplicación alternativos, como CoAP (*Constrained Application Protocol*), un protocolo sobre UDP con un mecanismo REST muy similar a HTTP. CoAP está definido por IETF en el RFC7252 [3] y define retransmisión, mensajes confirmados y no confirmados, suscripción y descubrimiento de recursos [4].

Conclusiones

El protocolo 6LoWPAN puede considerarse como una gran alternativa para la implementación del IoT ya que al utilizar IPv6 se tiene conectividad e interoperabilidad con otras redes IP, se dispone de gran número de direcciones IP (2^{128}) lo cual permitirá conectar millones de objetos/ cosas de manera inalámbrica a Internet utilizando la infraestructura existente y finalmente ofrece una integración transparente con la misma.

Referencias

- [1] Z. Shelby y C. Bormann, 6LowPAN: The Wireless Embedded Internet, USA: Wiley, 2009.
- [2] T. Instruments, «Overview for 6LowPAN,» 2014.
- [3] J. Olsson, «6LowPAN demystified,» Texas Instruments, USA, 2014.
- [4] IETF, «RFC7252 The Constrained Application Protocol (CoAP),» 2014.