

Características y Funcionamiento de la Capa de
Enlace Descrita en el Estándar IEEE802.15.7 Sobre
Comunicación en el Espectro Visible.

ELO322 — Redes de Computadores I

Estudiantes	Guillermo Becerra Alexis Diomedi Felipe Arriagada
Profesor	Agustín Gonzalez
Fecha	1 de julio de 2016

Resumen

Se realiza una descripción general de las características más importantes de la capa de enlace del protocolo emitido por la IEEE para comunicación en el espectro visible. Luego, a modo de demostración, se muestran los resultados de comunicar dos computadores utilizando como interfaz un sistema de dos arduinos y dos leds, de tal manera que un led actúa como transmisor y el otro como receptor.

Introducción

En un mundo donde la tecnología avanza a pasos agigantados, el consumo y flujo de información es cada vez mayor. Particularmente, las comunicaciones inalámbricas, las cuales aprovechan la propagación de ondas electromagnéticas para transmitir información, ven cada vez más saturado el espectro, por lo que urge encontrar nuevas bandas de frecuencia en las cuales comunicarse. El espectro visible cubre una banda de unos 400 THz los cuales pueden ser usados casi sin ninguna clase de licencia, por lo que se vuelve atractivo usar luz para transmitir información a tasas enormes, y es por eso que se hace necesario estandarizar el uso de esta banda, para así permitir la masificación de estas tecnologías.

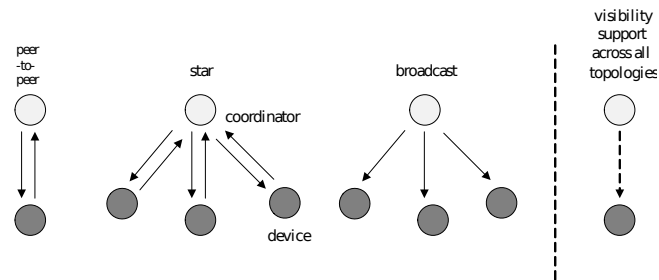
Descripción del estándar

Descripción General

El estándar IEEE802.15.7 define una capa física y de enlace para comunicaciones inalámbricas de corto alcance en la banda de 380 nm a 780 nm, correspondiente a la banda de luz visible. El estándar es capaz de soportar tasas de datos lo suficientemente grandes como para transmitir audio y video, y además considera la movilidad del enlace, compatibilidad con estructuras que utilicen luz visible, dificultades debido al ruido y fuentes de interferencia tales como la luz ambiental, y una capa MAC idónea para

enlaces visibles.

El estándar contempla 3 tipos distintos de topologías: punto a punto, estrella y broadcast, donde siempre hay un nodo que actúa como coordinador de la red. La primera topología consiste en dos nodos comunicándose entre, con uno de ellos actuando de coordinador; la segunda, tiene a un nodo central que hace de coordinador, donde todos los otros nodos se comunican exclusivamente con él; finalmente la topología broadcast tiene a un coordinador central enviando información de manera unidireccional a varios nodos. Cada nodo posee una dirección única de 64 bits, la cual puede ser asociada a una más corta de 16 bits una vez que se conecta con un coordinador.



Capa física

Están definidos 3 tipos distintos de capa física, los cuales tienen distintas tasas de datos y aplicaciones afines a su naturaleza, además de usar distintos esquemas de modulación, donde los contemplados son OOK (on-off keying), VPSK (variable pulse position keying) y CSK (color shift keying):

- PHY I: Este tipo de capa está pensado para uso en ambientes exteriores con una baja tasa de datos, en las decenas de kb/s. Se usan modulaciones OOK o VPSK, con rango de tasas que van de 11.67 kb/s hasta 267.6 kb/s.
- PHY II: Pensada para uso en interiores con tasa de transmisión moderadas. Se utilizan modulaciones OOK o VPSK con tasas de datos típicas de decenas de Mb/s, con un rango definido de 1.25 Mb/s hasta 96 Mb/s

- PHY III: Diseñada para su uso con múltiples fuentes y receptores lumínicos, los cuales usan CSK con tasas de transmisión que van desde 12 Mb/s hasta 96 Mb/s

Dentro de la capa física están contempladas técnicas para el control de luminosidad (dimming) y la reducción del flickering, o titileo de la luz, dado que se pretende que este tipo de tecnologías puedan ser usada. Las técnicas usadas dependen del tipo de modulación que se utilice:

- OOK: Se utiliza codificación Manchester para tener una componente continua de luz, donde la regulación del nivel y titileo de luz se logra introduciendo paquetes intermedios que compensan las perturbaciones introducidas al enviar datos.
- VPSK: Mediante la regulación del ancho de pulso enviado es posible hacer dimming, mientras que el flicker es controlado limitando la duración de los paquetes
- CSK: Aquí los datos se envían ajustando las coordenadas de color de la luz, por lo que el nivel continuo de luz puede ajustarse de modo independiente, el flicker cromático generado al modular se limita de la misma forma que en VPSK.

Especificación del Protocolo MAC

De aquí en adelante se describen las características más importantes con respecto a la capa de enlace del protocolo IEEE802.15.7. Notar que “características más importantes” se refiere a las características posibles de asociar o que guardan una relación con lo visto con el ramo ELO322.

Un coordinador en un área personal puede acotar, optativamente, el tiempo de su canal usando un *superframe*. Dicho superframe se encuentra delimitado por la transmisión de dos señales, llamadas *beacons*, a cada uno de sus extremos. En su interior, el superframe puede tener una porción activa y otra inactiva; durante la porción activa el coordinador puede entrar en un modo de bajo consumo. Además, la porción activa del superframe es dividida en ranuras más pequeñas, de igual duración.

La estructura del superframe queda descrita por los siguientes parámetros

- *macOrderBeacon* (BO): Determina el intervalo entre beacons (BI)

$$BI = aBaseSuperframeDuration \times 2^{BO}, \quad 0 \leq BO \leq 14$$

- *macSuperframeOrder* (SO): Determina la duración de la porción activa del superframe (SD)

$$SD = aBaseSuperframeDuration \times 2^{SO}, \quad 0 \leq SO \leq BO$$

- La duración de las ranuras idénticas es determinada por

$$2^{SO} \times aBaseSlotDuration$$

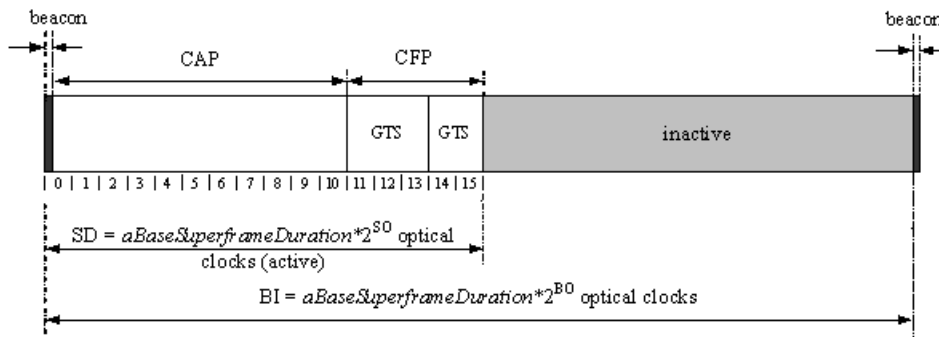


Figura 1: Ejemplo de la estructura del Superframe

En la porción activa de cada superframe se reconocen tres partes: un *beacon*, un periodo de acceso de contención (CAP) y un periodo de acceso libre de contención (CFP). El beacon debe ser transmitido al inicio de la ranura 0 del superframe, sin ningún algoritmo de acceso aleatorio, marcando el inicio del superframe. El periodo CAP ofrece un servicio de acceso aleatorio ranurado, en particular es un algoritmo CSMA ranurado, donde los extremos de cada periodo de *backoff* deben coincidir con los extremos de las ranuras. Esto determina la duración de un periodo de *backoff* del algoritmo CSMA como la duración de la ranura, para todos los dispositivos en el área personal. Por el otro lado, el periodo CFP ofrece un servicio de tiempo de transmisión garantizado, en el cual pueden haber varias ranuras de tiempo garantizado (GTS) para

aquellos dispositivos que lo requieran. De esta manera, en el periodo CFP no se utilizará ningún algoritmo de acceso aleatorio.

Aquellas redes de área personal que no requieran uso de beacons y, por lo tanto, uso de un superframe, deben configurar los parámetros BO y SO en 15. En tal caso, los dispositivos ingresarán al medio mediante un algoritmo CSMA no ranurado. Esto quiere decir que los periodos de *backoff* inician cuando el dispositivo que desea transmitir determina que el medio se encuentra libre. Además, la duración y el inicio de los periodos de *backoff* de cada dispositivo no están relacionados entre sí.

Los dispositivos operando en una red con *beacons* activos, deben adquirir sincronización con aquellos beacons que llevan el identificador de la red de área personal a la que pertenecen. Para esto, un dispositivo debe habilitar su receptor por un tiempo de $2^{BO} + 1$ veces la duración del superframe. Si no recibe un *beacon* en dicho periodo, entonces repetirá el intento. Cuando la cantidad de intentos supera un límite máximo configurado en el dispositivo, la capa MAC desistirá y le informará a la capa superior.

En el caso de los dispositivos que pertenecen a un área personal con *beacons* desactivados, dichos dispositivos deberán realizarle consultas al coordinador a la discreción de la capa superior.

Cada dispositivo debe generar aleatoriamente un único número de secuencia de datos (DSN), independiente del número de dispositivos con los que desea comunicarse. Cada vez que un nuevo frame es generado, el DSN actual es copiado en el campo de número de secuencia de éste. Luego, el DSN del dispositivo debe ser incrementado en una unidad. Análogamente, cada coordinador debe tener su propio número de secuencia de beacon (BSN), el cual actúa de la misma manera que el DSN a los dispositivos. Tanto el DSN como el BSN son valores de 8 bits.

Resultados

La demostración consiste en levantar una comunicación serial entre dos arduinos, mediante un canal por luz visible. Dicho canal consiste en dos leds de frente, donde

uno de ellos actúa de transmisor y el otro de receptor. En la Figura 2 se muestra el diagrama de bloques del sistema construido.

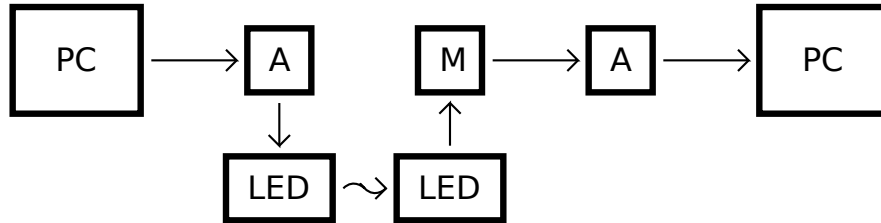


Figura 2: Se muestra la interfaz entre los computadores. Ésta consiste en dos arduinos (A), un led de transmisión y otro de recepción, y una malla de adaptación (M).

Como resultado, se logró enviar exitosamente una mensaje a través de la consola serial de uno de los computadores. De la misma manera, el mensaje fue recibido en una consola serial en el lado del receptor.

Conclusión

Las competencias entregadas por el ramo Redes de Computadores nos permitieron comprender suficientemente bien el estándar IEEE802.15.7. Esto es importante, ya que parte del trabajo a futuro en la industria consiste en ser capaz de comprender la documentación de las nuevas tecnologías, entre ellas, protocolos de red.

Referencias

- [1] *IEEE standard for Local and Metropolitan Area Network - Part 15.7: Short Range Wireless Optical Communication Using Visible Light*. IEEE, 3 Park Avenue, New York, NY10016 5997, USA, 6 September 2011.