

Clasificación de redes inalámbricas

Con infraestructura y salto unico • Estacion base que se conecta a una red mayor cableada como Internet • Toda la comunicacion ocurre entre el punto de acceso (AP) y el dispositivo inalambrico en un solo salto.

Sin infraestructura y salto unico • No hay estacion base • Uno de los nodos coordina la transmision con el resto de los nodos

Con infraestructura y multiple salto • Hay una estacion base conectada a una red cableada mayor como Internet • Hay una estacion base conectada a una red cableada mayor como Internet

Sin infraestructura y multiple salto • No hay estacion base, y los nodos tienen que retransmitir mensajes a otros nodos para alcanzar el destino • Los nodos pueden ser moviles, lo que hace variar la conectividad entre nodos

Transmision Inalambrica

En medios no guiados, la emision y recepcion se realiza mediante antenas

- En la transmision, la antena radia energia electromagnetica en el medio
- En la recepcion, la antena capta las ondas electromagneticas del medio que la rodea

Segun la forma de radiar la energia, se distinguen dos tipos de configuraciones

• **Direccional:** ◦ La antena emite la energia electromagnetica concentrandola en un haz ◦ Las antenas de emision y recepcion deben estar alineadas ◦ Permite concentrar la mayor parte de la energia radiada de manera localizada, aumentando así la potencia emitida hacia el receptor o desde la fuente deseados y evitando interferencias introducidas por fuentes no deseadas ◦ comunicacion via satellite, usando antenas parabolicas

• **Omnidireccional** ◦ El diagrama de radiacion es más disperso, emitiendo en todas direcciones ◦ Varias antenas pueden recibir la se~nal ◦ Redes WiFi

Modos de transmisión multiacceso

FDMA (Acceso Multiple por Division de Frecuencia) es un metodo de asignar multiples frecuencias portadoras a diferentes usuarios en un sistema de comunicacion. A cada usuario se le asigna una banda de frecuencia unica, y pueden transmitir y recibir datos de forma independiente sin interferencia de otros usuarios en el mismo sistema **TDMA (Acceso Multiple por Division de Tiempo)** es un metodo de asignar ranuras de tiempo a diferentes usuarios en un sistema de comunicacion. A cada usuario se le asigna una ranura de tiempo unica para transmitir y recibir datos, y pueden hacerlo de forma independiente sin interferencia de otros usuarios en el mismo sistema **CDMA (Acceso Multiple por Division deCodigo)** es un metodo de asignar codigos unicos a diferentes usuarios en un sistema de comunicacion. A cada usuario se le asigna un codigo unico, y pueden transmitir y recibir datos de forma independiente mediante la modulacion de sus se~nales con su codigo unico. Esto permite que varios usuarios compartan la misma banda de frecuencia sin interferencia entre ellos.

Bluetooth-Topologia

Picorred • Red de corto alcance formada por dos o más dispositivos (hasta 8 activos) • Canal sincrono • Saltos de frecuencia propios, distintos de las piconets adyacentes • Dispositivo maestro (Master) o primario (unico por picorred) • Dispositivos esclavos (Slaves) o secundarios • Maximo 7 canales de datos por piconet, de hasta 721 Kbps en la especificacion basica **Scatternet** • Red ad-hoc de varias piconets (hasta 10) • Una misma estacion puede ser miembro de dos picorredes: ◦ Como esclavo ◦ como maestro en una y esclavo en otra • No existe sincronizacion entre piconets • Un dispositivo que pertenezca a varias solo podra estar activo en una al mismo tiempo.

Perfiles básicos Bluetooth

GAP • Sirve de base para el desarrollo de otros perfiles • Establece procedimiento para crear enlaces de banda base entre dispositivos • Informacion sobre las funciones que debe implementar todo dispositivo Bluetooth • Procedimientos generales para la deteccion de dispositivos (Discovery) • Procedimientos generales para la conexion • Formato basico de interfaz de **usuario Perfil de Aplicacion del descubrimiento de Servicio (SDAP)** • Define los procedimientos para descubrir servicios registrados en otros dispositivos **Perfil de Puerto Serie (SPP)** • Define los procedimientos para poder simular el puerto serie en los dispositivos

Bluetooth. Permite conexiones RFCOMM entre dos dispositivos Bluetooth como si se tratara de una conexion serial **cableada Perfil generico de intercambio de objetos (GOEPBEX)** • Este perfil define como los dispositivos Bluetooth deben soportar los modelos de intercambio de objetos.

Perfiles Bluetooth

DUN (Dial-Up Networking) • Acceso telefonico estandar a Internet **File transfer** • Permite a un dispositivo acceder al sistema de ficheros de otro dispositivo y enviar o recibir ficheros, copiar, renombrar **HFP (Hands Free Profile)** • Configura un telefono movil como puerta de enlace • Realizar y recibir llamadas usando un dispositivo manos libres **HID (Human Interface Device)** (perfil de dispositivo de interfaz humana) • Interfaces de usuario como teclados, ratones o punteros, o dispositivos de control remoto **A2DP (Advanced Audio Distribution Profile) (Perfil de distribucion de audio)** • Transferencia de sonido estereo de alta calidad de una fuente de sonido a un dispositivo receptor • Calidad de audio superior a la tradicional distribucion de se~nales de audio que puede realizar Bluetooth a traves de los canales SCO **HCRP (Hardcopy Cable Replacement Profile)** • Impresion de archivos • Funcionamiento cliente/servidor: ordenador/impresora **HSP (HeadSet Profile)** • Auriculares **PAN (Personal Area Networking)** • Permite formar redes IP y, especialmente, compartir la conexion a Internet de un dispositivo con otro (Tethering).

Bluetooth Low Energy (BLE)

Consumo de potencia muy bajo **Interesante** para transmision de tipo periodico de peque~nas cantidades de datos procedentes de sensores, como los de aplicaciones medicas o de fitness **Posibilita** la alimentacion con peque~nas pilas de boton que pueden durar de 5 a 10 a~nos **Banda** ISM (2.4 GHz) **Potencia** de salida RF similar a Bluetooth clasico **Ahorro** de energia gracias a las cortas conexiones • Pocos ms • Cantidad de datos muy reducida **El resto** de tiempo (la mayoria): Sleep mode **Para** ser descubierto, un dispositivo solo tiene disponibles 3 frecuencias • Ahorro de tiempo y energia ya que no hay que realizar un barrido completo de frecuencias **Sincronizacion** con el maestro mas rapida • Un dispositivo disponible se conecta automaticamente al maestro que lo solicite, sin confirmacion • Tiempo de conexion de 3 ms • Se utiliza para que el esclavo avise de que tiene informacion para enviar (por ejemplo, un dato medido por un sensor): anuncio (advertising) **Canales** de mayor ancho de banda (2 MHz) • Mayor indice de modulacion • Mayor inmunidad al ruido • Reduccion de potencia • Aumento del alcance **Menos** tipos de paquetes y mensajes de control de conexion **Menos** perfiles **Caracteristicas** comunes con Bluetooth clasico • Espectro ensanchado con saltos en frecuencia (40 canales en BLE: 37 datos + 3 se~naliz.) • Interfaz L2CAP • Mecanismos de seguridad, autentificacion y encriptacion **Desventajas:** • Baja tasa de transferencia (unos 100 Kbps) • No se permiten scatternets (aunque el numero de dispositivos esclavos es muy grande ya que las direcciones de red son de 48 bits)

Topologias

En estrella: • FFD como coordinador y varios RFD (o FFD) como dispositivos finales en los limites de la red • Dispositivos finales: conectados directamente al coordinador • Coordinador: inicializa, controla y gestiona la red • Cualquier comunicacion que se lleve a cabo entre dos nodos de la red ha de pasar obligatoriamente por el coordinador • No es posible conseguir distancias mayores de 10 metros alrededor del coordinador, al estar limitadas sus dimensiones por el alcance maximo de este **En malla:** • El coordinador, ademas de desempe~nar sus funciones caracteristicas, hace las veces de router, pudiendose ampliar la red con la adiccion de nuevos routers, para conectar mas nodos y conseguir mayores alcances • Es la topologia caracteristica de ZigBee • Mucha mayor fiabilidad que la topologia en estrella • Cualquier comunicacion entre un par de nodos presenta varios caminos posibles, lo que permite seleccionar el camino optimo mediante el correspondiente protocolo **En arbol:** • Dispositivos ordenados de manera jerarquica • El coordinador representa el primer nivel, y a el van conectados FFD y RFD • A partir de los FFD pueden seguir conectandose nodos hijos estableciendo nuevos niveles jerarquicos • Al igual que en la configuracion en malla, tanto los routers como el coordinador tienen la capacidad de encaminamiento y es posible extender el alcance de la red mediante la adiccion de nuevos routers.

Ventajas y diferencias Su MIMO y Mu mimo

SU-MIMO (MIMO de usuario unico) y MU-MIMO (MIMO de multiples usuarios) son dos tecnicas diferentes utilizadas en redes WLAN (redes inalambricas locales) para mejorar el rendimiento y la capacidad de la red. **SU-MIMO** es una tecnica en la que un unico dispositivo inalambrico, como un telefono inteligente o una computadora portatil, se comunica con un unico punto de acceso (AP) utilizando multiples antenas. El dispositivo y el AP utilizan MIMO (Multiple Entrada Multiple Salida) para transmitir y recibir multiples flujos de datos simultaneamente, lo que puede aumentar la tasa de datos y mejorar el rendimiento general de la conexion. **Por otro lado, MU-MIMO** es una tecnica en la que varios dispositivos inalambricos se comunican con un unico AP utilizando multiples antenas. El AP utiliza MIMO para transmitir y recibir multiples flujos de datos simultaneamente a y desde

varios dispositivos, lo que puede aumentar la capacidad de la red y mejorar el rendimiento general para varios dispositivos conectados al mismo AP. En resumen, SU-MIMO es una tecnica para mejorar el rendimiento de la conexion de un unico dispositivo con un AP, mientras que MU-MIMO es una tecnica para mejorar el rendimiento y la capacidad de la red para varios dispositivos conectados al mismo AP.

Subniveles MAC

Funcion de coordinacion distribuida (DCF)

No usamos CSMA/CD por -Las interfaces Inalambricas no pueden enviar y recibir a la vez -La colision no puede ser detectada debido al problema de la estacion oculta -La distancia entre estaciones puede ser grande -Lo que se hace es EVITAR la colision→CSMA.

CSMA/AC Collision Avoidance (AC), se evitan las colisiones **A diferencia** de otros protocolos de nivel de enlace, 802.11 introduce el uso de confirmaciones positivas (ACKs) **Se** utilizan tiempos aleatorios para iniciar la transmision **La** estacion que se dispone a emitir comprueba si el canal esta vacio durante un tiempo DIFS antes de enviar la trama **Si** el canal esta ocupado, inicia un temporizador aleatorio (a traves del algoritmo de backoff) para esperar mientras escucha el medio (contienda o contencion) **El** temporizador solo desciende cuando el canal esta libre, en intervalos de DIFS **Al** expirar el temporizador se transmite la trama; si no recibe el ACK se aumenta el tipo de espera **La** estacion receptora envia una trama ACK despuesun tiempo SIFS (tiempo de espera espacio corto entre tramas) SIFs (10μs).

Diseño de MAC para redes inalambricas

Problemas a nivel fisico, propagacionradio • Las transmisiones estan sujetas a atenuaciones, interferencias, ruidos, propagacion multicamino, etc **Ademas**, el diseño del protocolo del nivel de enlace en redes inalambricas de area local (WLAN) tiene que hacer frente a los siguientes problemas a la hora de evitar colisiones: • Problema 1: Estacion oculta • Problema 2: Estacion expuesta.

Estacion Oculta: A a B envia trama RTS, B confirma con CTS. Estacion C escucha que B confirmo con CTS y se espera.

Y si se produce colisión mientras las tramas RTS/CTS están en transmisión? No se puede evitar -> el emisor asume que se ha producido un error si no recibe una trama CTS del receptor. Se espera un tiempo aleatorio y se comienza de nuevo.

Estacion Expuesta.

NAV

Cuando una estacion envia un RTS, incluye el tiempo que necesita ocupar el canal segun el tamaño de la trama (NAV) • **El** receptor difunde el NAV con el CTS a los demas nodos para que queden informados de que se va a transmitir (y que por tanto no transmitan) • **Las** estaciones que quieren transmitir crean un temporizador con el NAV + un intervalo extra de backoff, que determina cuanto tiempo debe de pasar antes de poder comprobar si el canal esta libre (sondear la portadora) • **Por** tanto, antes de comprobar si el medio esta libre, comprueba su NAV para ver si ha expirado.

Funcion de coordinacion puntual (PCF)

PCF es un metodo de acceso opcional que se puede implementar en redes desplegadas en modo infraestructura (no ad-hoc) • Los coordinadores residen en los puntos de acceso (AP) • Se usa para transmision sensible al tiempo **Consiste** en un metodo de acceso centralizado por muestreo, libre de contencion (contention-free, cada estacion no ha de esperar a que el medio este libre) • El AP realiza el muestreo sobre aquellas estaciones para transmitir • Se muestrean en secuencia, aprovechando para enviar datos a la AP **PCF** es prioritario sobre DCF, pero ambos son interoperables • Para dar esta prioridad, se definen otro conjunto de espacios de tiempo entre tramas: ◦ PIFS: PCF InterFrame Space. Es mas corto que es DIFS ◦ SIFS : Igual que el SIFS de DCF • Si una estacion quiere transmitir usando DCF al mismo tiempo que el AP quiere utilizar PCF se le da prioridad al AP **Debido** a esta prioridad, las estaciones que solo utilicen DCF no pueden acceder al medio **Se define** un Intervalo de Repeticion que permite cubrir tanto trafico basado en contencion (DCF) como libre de contencion (PCF) **Este** intervalo se repite continuamente y el PCF comienza con una trama de beacon y finaliza con una trama Fin de CF • **Cuando** las estaciones escuchan esta trama comienzan su NAV (para que ahorren comprobar si el medio esta libre) • El AP puede enviar una trama de muestreo, recibir datosy/o enviar un ACK y/o recibir un ACK (usa piggybacking).

Nivel de banda base

Equivalente al subnivel MAC → Establecimiento de conexión, direccionamiento, formateo paquete, sincronización y control de potencia **El método** de acceso es una forma de TDMA (Acceso Múltiple por División en el Tiempo) • Las estaciones comparten en el tiempo el ancho de banda del canal • Cada estación tiene asignada una ranura de tiempo (slot) durante el cual puede enviar datos • Las estaciones tienen que estar sincronizadas (conocer el comienzo y posición de su ranura) **La comunicación** ocurre solo entre el maestro y el esclavo. Los esclavos no pueden comunicarse directamente entre sí **Controla** los saltos de frecuencia → 16000 / s si la longitud de una ranura es 625 microsegundos. **Todos** los dispositivos están sincronizados con el canal en salto y tiempo **En una** transmisión cada paquete debe estar alineado con el inicio de un slot y puede tener una duración de 1, 3 o 5 slots **Para** evitar fallos en la transmisión, el maestro envía en los slots pares y los esclavos en los impares.

Nivel de banda base: modo de funcionamiento

No orientado a conexión asíncrono (ACL, Asynchronous Connection-Less) • Conmutación de paquetes con confirmación • Para paquetes de datos generales • Conexiones simétricas o asimétricas y punto a multipunto • Acceso al medio mediante multiplexación en el tiempo • Un esclavo devuelve una trama ACL en la ranura impar disponible si y solo si el paquete de la ranura anterior era para él • Se consigue una tasa máxima de transferencia más alta que con SCO • El BW del enlace debe ser configurado y aceptado por los dos dispositivos antes de la transmisión de paquetes • Retransmisión si no son confirmados: protección frente a interferencias • Desconexión automática del enlace después de un tiempo sin transmitir (unos 20s) **Síncrono (SCO, Synchronous Connection-Oriented)** • Si se daña un paquete no es retransmitido: se usa cuando es más importante la latencia que la integridad • Para datos de voz en tiempo real • Punto a punto • Ancho de banda fijo • Slots temporales reservados dentro de un enlace ACL (dos, uno por sentido) • Cada dispositivo transmite datos de voz en uno de los slots reservados.

Transmisión de paquetes en una piconet

El paquete general está formado por tres campos: **Código de acceso** • Sincronización e identificación para el paquete. Tres tipos: ◦ De acceso al canal (identifica una piconet) ◦ De acceso al dispositivo ◦ De acceso de búsqueda • • Formado por un preámbulo, una palabra de sincronización y una cola **Cabecera (flags)** • Dirección del dispositivo dentro de la piconet (3 bits) • Tipo de paquete • Control de flujo: indica que el buffer de recepción se ha llenado • Confirmación de recepción (ARQN) • Bit de secuencia (SEQN): indica si el paquete es el esperado o se trata de una retransmisión • Chequeo de redundancia cíclica de cabecera para el control de errores (HEC) **Payload** (información a transmitir) • Cabecera • Datos • CRC.