

MOOC Réseaux Locaux

Le réseau local Wi-Fi

La couche MAC de Wi-Fi

Objectifs

Cette leçon a pour but de décrire la couche MAC de Wi-Fi. Elle s'intéresse en particulier aux différentes méthodes d'accès, à la gestion de la qualité de service (QoS) ainsi qu'aux trames utilisées dans ce contexte.

Prérequis

Connaissance de base de Wi-Fi : les trames, la couche physique.

Connaissances

Les principaux éléments de la couche MAC de Wi-Fi.

Compétences




Distinguer les différentes méthodes de partage de support de Wi-Fi. Identifier les trames utilisées pour la gestion de la couche MAC.

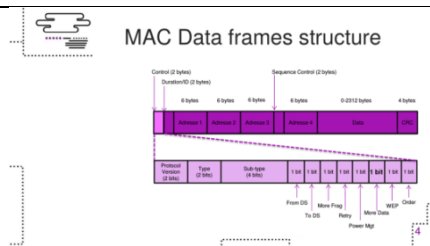
Évaluation des connaissances

Décrire les principales composantes de la couche MAC de Wi-Fi.

Évaluation des compétences

Analyser un scénario d'échange de trame de gestion de la couche MAC.

 <p>Wi-Fi 802.11 MAC Layer</p> <p>Riadh DHAOU</p>	<p>Cette séance est dédiée à la couche d'accès du Wi-Fi spécifiée dans le standard 802.11.</p>
 <p>Objectives</p> <ul style="list-style-type: none"> o Medium Access Control (MAC) o MAC frames structure o QoS o Power saving mode 	<p>Comment le Wi-Fi contrôle-t-il l'accès au médium ? Et comment permet-il de différencier les services pour des applications assez variées ? Pour que vous puissiez comprendre le fonctionnement, nous allons vous donner une idée sur les différents types de trames Wi-Fi et la structuration associée.</p> <p>Nous allons, par la suite, discuter les méthodes d'accès utilisées en s'intéressant particulièrement à la gestion de la QoS</p> <p>Enfin, nous savons que les équipements mobiles sont alimentés sur batterie ; ce qui pose un problème pour la gestion de l'économie de l'énergie. Comment le Wi-Fi traite-t-il ce problème ?</p>
 <p>Frames types</p> <ul style="list-style-type: none"> o Management frames <ul style="list-style-type: none"> • Beacons • Probe Requests/Responses • Authentication • Association o Control frames <ul style="list-style-type: none"> • RTS/CTS, ACK o Data frames 	<p>Pour commencer, trois principaux types de trames sont utilisés dans la norme 802.11.</p> <p>D'abord, les trames de gestion, transmises comme des trames de données afin d'échanger des informations de gestion. Parmi elles des trames balise (beacon), des trames Probe Request / Response et enfin des trames utilisées pour l'authentification et pour l'association. (Toutes ces trames de gestion ne sont pas délivrées aux couches supérieures).</p> <p>Ensuite des trames de contrôle, utilisées pour contrôler l'accès au média partagé et qui contribuent au bon acheminement des trames de données.</p> <p>Par exemple : les trames RTS/CTS, utilisées respectivement pour prémunir des problèmes de station cachée et de station exposée. En annonçant la durée pendant laquelle le canal sera occupé et donc inutilisable par les voisins potentiels de l'émetteur et du récepteur. Enfin les trames d'ACK qui permettent de confirmer la réception de la trame de donnée.</p> <p>Enfin, nous trouvons les trames de données, qui contiennent les informations utiles.</p>



Voyons plus en détail la structuration de ce dernier type de trames:

La trame MAC est composée d'un premier champ de contrôle de la trame.

D'un champs à double signification Durée/ID. Selon le type de la trame, ce champ peut avoir deux sens différents : pour les trames de polling en mode d'économie d'énergie, c'est l'identifiant de la station. Pour les autres trames, c'est la valeur de la durée de vie pendant laquelle le canal sera occupé.

De quatre champs d'adresses. Chaque adresse est sur 48 bits (même format qu'une adresse Ethernet).

D'un champ Contrôle de séquence. Utilisé pour spécifier l'ordre des fragments d'une trame fragmentée.

D'une charge utile qui peut aller jusqu'à 2312 octets

Et, enfin, d'un champ CRC, pour le contrôle d'erreur, sur 32 bits.

Le champ de contrôle est composé : D'une Version de protocole. D'un Type et d'un sous-type.


Et d'un ensemble de flags. Nous trouvons ici les bits : ToDS et From DS (Pour indiquer que la trame est envoyée vers le système de distribution ou si elle vient du DS. Selon les valeurs de ces bits, la signification des 4 champs adresses change. En effet, les deux premières adresses représentent respectivement l'adresse de la station destination, et de la station source.

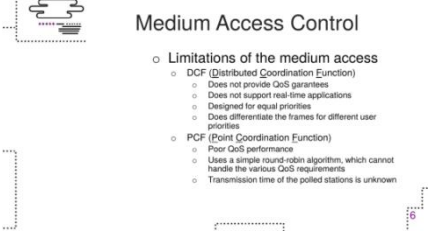
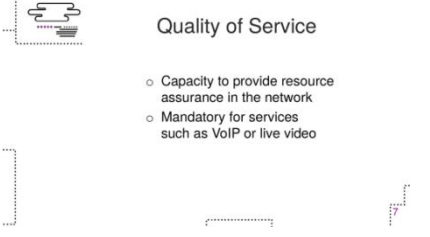
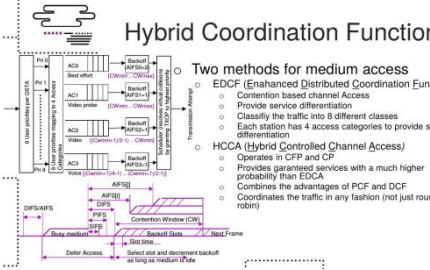
L'adresse 3 est l'adresse de la station source originale (si le flag from DS du champ de contrôle est à 1)

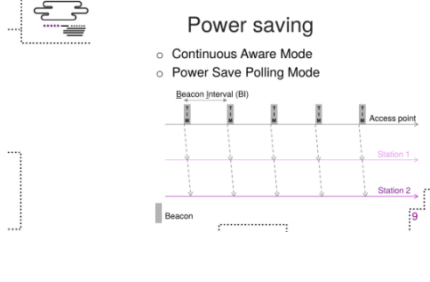
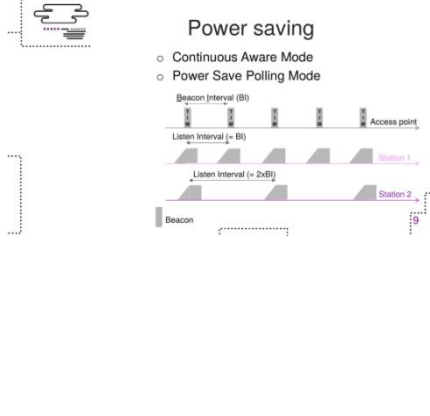
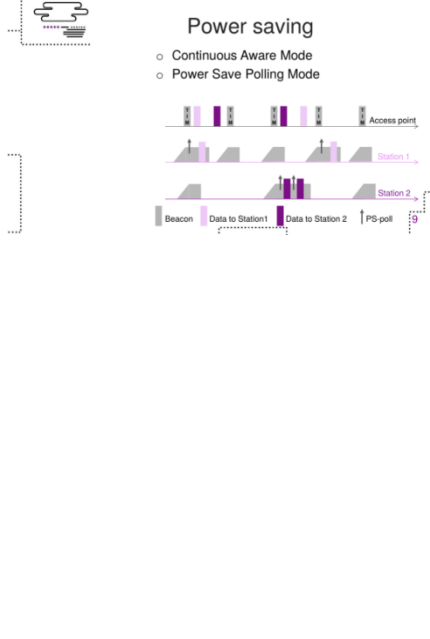
Cette adresse 3 est l'adresse du terminal de destination (si le flag from DS du champs de contrôle est à 0 et le flag to DS est à 1)

Et enfin l' Adresse 4 est utilisée lorsqu'une trame est transmise d'un point d'accès à un autre à travers le système de distribution. Lesbits To DS et From DS sont alors tous les deux à 1, et il faut renseigner à la fois la source et le destinataire.

Le bit More Fragments est mis à 1 lorsque d'autres fragments

	<p>suivent le fragment en cours. Le bit Retry indique que la transmission du fragment, ou de la trame, en cours est une retransmission d'un fragment ou d'une trame précédemment transmise. Ainsi, la station destination peut reconnaître les doublons, ce qui peut arriver lorsqu'un ACK se perd. Le bit Power Management est utilisé pour la gestion de l'énergie. Il indique que la station passe en mode d'économie d'énergie juste après la fin de la transmission de la trame en cours. Grâce à ce bit, les stations peuvent changer de mode de fonctionnement, passant du mode veille au mode actif, ou inversement.</p> <p>Le bit More Data est également utilisé pour la gestion de l'énergie. Il est utilisé par l'AP pour indiquer que des trames sont stockées pour une station. La station peut demander à recevoir les autres trames ou bien, grâce à cette information, passer en mode actif.</p>
 <p>Medium Access Control</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Two methods to Share the medium <ul style="list-style-type: none"> ○ DCF (Distributed Coordination Function) <ul style="list-style-type: none"> ○ Random access based on CSMA/CA ○ Uses contention backoff algorithm ○ Designed for a best-effort service ○ Supports asynchronous transmissions ○ PCF (Point Coordination Function) <ul style="list-style-type: none"> ○ Contention free based ○ Uses a centralized based priority ○ Designed for time-bounded multimedia services ○ Supports synchronous transmissions 	<p>Pour partager le Média le standard 802.11 définit deux méthodes d'accès : la première est distribuée, la deuxième est centralisée.</p> <p>La première méthode est DCF (ou Distributed Coordination Function) Utilisable dans toutes les stations, en mode ad-hoc ou avec infrastructure. Elle utilise CSMA/CA avec le recours à un algorithme de backoff exponentiel pour retarder les retransmissions en cas de contention. Cette méthode est conçue pour des services de type best-effort typiquement pour le support de transmissions asynchrones.</p> <p>La deuxième méthode est PCF (ou Point Coordination Function) conçue pour être utilisée dans un point de coordination central donc uniquement dans les points d'accès, Le PA contrôle l'accès au média (par interrogation des stations). C'est une méthode sans contention et qui donne la liberté au PA de gérer des priorités de façon centralisée. Mais cette méthode reste peu implémentée même si elle a été conçue pour des services multimédias typiquement des transmissions synchrones.</p>

 <p>Medium Access Control</p> <ul style="list-style-type: none"> Limitations of the medium access <ul style="list-style-type: none"> DCF (Distributed Coordination Function) <ul style="list-style-type: none"> Does not provide QoS guarantees Does not support real-time applications Designed for equal priorities Does not differentiate the frames for different user priorities PCF (Point Coordination Function) <ul style="list-style-type: none"> Poor QoS performance Uses a simple round-robin algorithm, which cannot handle the various QoS requirements Transmission time of the polled stations is unknown 	<p>Ceci dit, les deux méthodes présentent des faiblesses. En effet, ni l'une ni l'autre ne permettent de donner des garanties d'accès aux ressources. Vu qu'on ne met pas de contrôle d'accès et que le nombre de stations qui sont susceptibles de transmettre peut varier dans le temps.</p> <p>La première méthode DCF ne fournit pas de garanties de QoS. Ne supporte pas les applications temps réel et n'est pas conçue pour gérer des priorités. En effet, si un utilisateur a des trames avec différents niveaux de priorités à émettre, cette méthode ne permet aucune différenciation de service.</p> <p>La deuxième méthode non plus ne permet pas de donner de garanties. Même si le point d'accès se charge de donner aux différentes stations des opportunités de communication, le niveau de performance de la qualité de service est assez médiocre.</p> <p>Cette méthode utilise un simple algorithme de round-robin qui ne peut gérer des niveaux de QoS variés. De plus, le temps de transmission des stations scrutées n'est pas connu à l'avance : il peut dépendre de la qualité de transmission.</p>
 <p>Quality of Service</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacity to provide resource assurance in the network Mandatory for services such as VoIP or live video 	<p>La qualité de service sur un réseau permet aux utilisateurs de s'assurer que des informations envoyées arriveront dans un laps de temps maîtrisé. Cet élément est indispensable lorsqu'il s'agit d'utiliser des services comme la voix sur IP ou la vidéo live. Une des principales fonctions de la qualité de service est de rendre prioritaires certains paquets de données. Par exemple, une trame contenant de la voix a la priorité sur une trame contenant un fichier qu'un utilisateur est en train de télécharger d'Internet (et qui pourra patienter quelques millisecondes). Nous avons vu, le système PCF permet d'instaurer des priorités puisque le point d'accès gère l'accès au support. Par contre, il n'assure pas complètement la qualité de service.</p>
 <p>Hybrid Coordination Function</p> <ul style="list-style-type: none"> Two methods for medium access <ul style="list-style-type: none"> EDCF (Enhanced Distributed Coordination Function) <ul style="list-style-type: none"> Contention based channel Access Provide service differentiation Classify the traffic into 8 different classes Each station has 4 access categories to provide service differentiation HCCA (Hybrid Controlled Channel Access) <ul style="list-style-type: none"> Operates in CFP and CP Provides guaranteed services with a much higher probability than EDCA Combines the advantages of PCF and DCF Coordinates the traffic in any fashion (not just round-robin) 	<ul style="list-style-type: none"> La norme 802.11e a ajouté deux nouvelles méthodes d'accès : EDCF (Extended DCF) et HCF (Hybrid Coordination Function), en remplacement de DCF et PCF. EDCF pour Enhanced Distributed Coordination Function est une méthode à accès aléatoire avec différenciation de service. Comme vous le voyez sur le schéma on va classer le trafic en 8 classes de trafic qui vont être mappées sur 4 files avec quatre niveaux de priorités différentes. Donc 4 files avec des paramètres de backoff qui vont être spécifiques à

	<p>chaque file.</p> <p>La deuxième méthode Hybrid Controlled Channel accès (HCCA), comme son nom l'indique est une méthode hybride qui combine les avantages de PCF et de DCF. Elle opère à la fois en mode avec contention et en mode sans contention. Elle permet de donner de meilleures garanties que la méthode précédente, mais par contre les garanties ne sont pas absolues.</p>
 <p>Power saving</p> <ul style="list-style-type: none"> Continuous Aware Mode Power Save Polling Mode 	<p>Pour utiliser au mieux les batteries des stations mobiles, le standard définit deux modes d'économie d'énergie : le premier est le mode de fonctionnement par défaut. La station est tout le temps allumée et écoute constamment le support. Il ne s'agit donc pas d'un mode d'économie d'énergie.</p> <p>Le second, est bien un mode d'économie d'énergie.</p>
 <p>Power saving</p> <ul style="list-style-type: none"> Continuous Aware Mode Power Save Polling Mode 	<p>Dans ce mode, le point d'accès tient à jour un enregistrement de toutes les stations qui sont en mode d'économie d'énergie et stocke toutes les données qui leur sont adressées. Ces données sont stockées dans un élément appelé TIM (Traffic Information Map).</p> <p>Comme expliqué précédemment, les stations d'un BSS sont toutes synchronisées. Cette synchronisation, qui s'effectue par le biais de trames balises, permet d'établir le mécanisme d'économie d'énergie.</p>
 <p>Power saving</p> <ul style="list-style-type: none"> Continuous Aware Mode Power Save Polling Mode 	<p>Les stations en veille s'activent à des périodes de temps régulières pour recevoir une trame balise contenant le TIM envoyé en broadcast par le point d'accès. Entre les trames balises, les stations retournent en mode veille. Du fait de la synchronisation, toutes les stations partagent le même intervalle de temps pour recevoir les TIM et s'activent de la sorte toutes au même moment pour les recevoir.</p> <p>Les TIM indiquent aux stations si elles ont ou non des données stockées dans le point d'accès. Lorsqu'une station s'active pour recevoir un TIM et qu'elle s'aperçoit que le point d'accès contient des données qui lui sont destinées, elle lui envoie une trame de requête (PS-POLL) pour mettre en place le transfert de données.</p> <p>Une fois le transfert terminé, la station retourne en mode veille jusqu'à la réception du prochain TIM.</p>



To summarize

- Probability based QoS
- No guarantee
- Wi-Fi evolution

Pour finir, que devons-nous retenir?

Le Wi-Fi utilise un mécanisme d'accès aléatoire.

La gestion de la QoS est fondée sur une différenciation selon des niveaux de priorités sur la base de temps d'attente et taille maximale de fenêtre de contention différenciés, de plus en plus grands pour les classes de trafic de faible priorité. L'ensemble des mécanismes d'accès ne donne aucune garantie de disposer d'opportunité de communication.

Enfin le niveau accès du Wi-Fi évolue, pour aller plus loin vous pouvez vous intéresser aux derniers amendements qui gèrent des réseaux Wi-Fi plus denses.