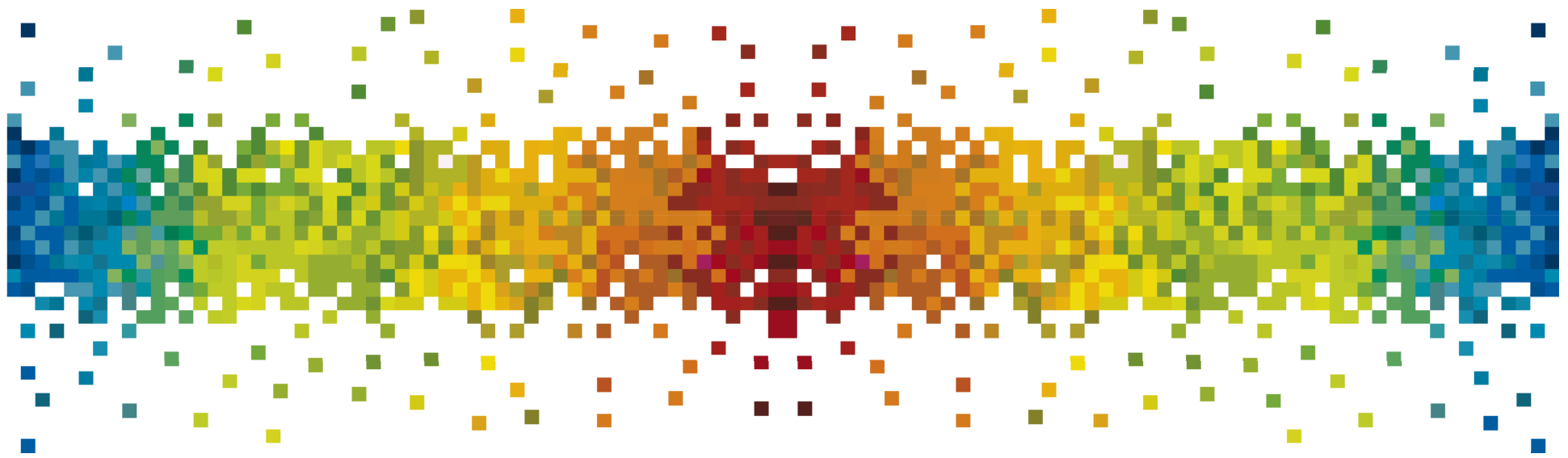


digiteo

Research in science and technology of information

FORUM ANNUEL / 21 OCTOBRE 2009



Pierre Duhamel– Laboratoire de Signaux et Systèmes

Protocols and Codes for Cooperation in Wireless Networks
Projet² DIGITEO



Définition, motivation

- Un réseau ad hoc sans fil est un réseau décentralisé, ad hoc car il ne repose pas sur une structure prédéfinie comme
 - Les routeurs des réseaux filaires
 - Les points d'accès dans les réseaux sans fils
- Chaque nœud participe au réseau en retransmettant des données aux autres nœuds
 - Lesquels ?
 - Que se passe-t-il en cas de mouvements ?
 - Suivant quel critère ? (si tout le monde aide tout le monde...Pb potentiel)
 - Et la sécurité là dedans ?



- Evident : situation de catastrophe
- Mais aussi:
 - Réseaux de véhicules
 - Extension de zones de couverture de réseaux sans fils
 - Pour: en évitant investissements pharaoniques,
 - Contre:
 - où sont les revenus de l'opérateur ?
 - Les utilisateurs doivent dédier une partie de leur énergie à aider les autres communications.



Un peu de Taxonomie

- Différents types de réseaux ad hoc sans fils:
 - Wireless sensor networks (cf Al. Hero)
 - Wireless mesh networks



- Mobile ad hoc network (MANET)



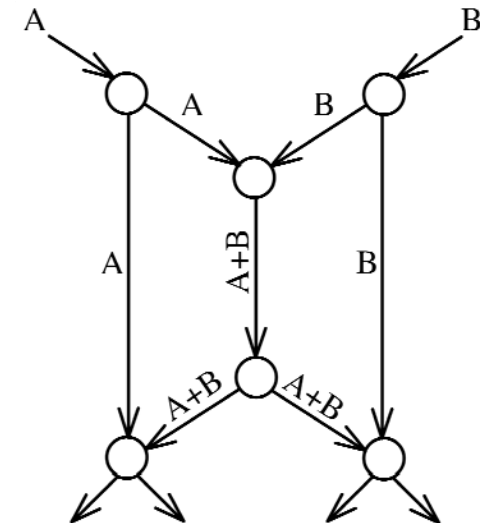
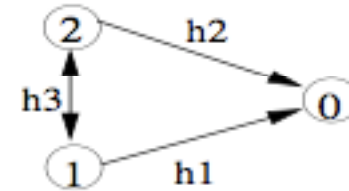
Propriétés fondamentales

- Coopération entre utilisateurs
- Décisions distribuées
- Sans mettre en cause la sécurité
- En évitant (ou intégrant dans la conception) les comportements égoïstes (ou du moins les intérêts contradictoires)



Coopération

- Au niveau PHY : relayage
- Routage classique (comme dans réseau filaire)
- Codage réseau
- Descriptions redondantes



- Y voir clair sur ces diverses possibilités de coopération
 - Tout d'abord en étudiant NC au niveau couche PHY, et en analysant les performances et les similitudes de mécanisme % relayage PHY
 - En étudiant ses possibilités % NC au niveau réseau et relai au niveau réseau
 - La redondance au niveau application (description multiple) laissée pour un autre WP



Objectif 2 : réconcilier com. num. et géométrie variable du réseau

- Vue « géométrie stochastique »:
 - Capacité d'un lien dépend du niveau de bruit et d'interférence (SINR)
 - SINR de chaque récepteur déterminé par positions des récepteurs et des émetteurs
 - Donc la possibilité même d'établir simultanément un ensemble de canaux de communication à un débit fixé.
 - Positions et trajectoires aléatoires => propriétés globales du réseau (couverture, connectivité, probabilité de coupure, progression de l'information, ...) analysées au moyen de la géométrie stochastique (calcul explicite de moyennes sur les configurations spatiales d'émetteurs et de récepteurs).
 - Objectif : analyse et optimisation de protocoles d'accès aux ressources radio ou de protocoles de routage.
- Vue « théorie de l'information »:
 - Calcul exact de capacité de situations avec très peu de nœuds
 - Rechercher limites fondamentales du flux d'information en combinant théorie de l'information et géométrie stochastique
 - Proposer architectures et algorithmes approchant ces limites



Objectif 3 : sécurité

- Ces réseaux autonomes sans fils sont distribués, ouverts, avec des participants provenant de différentes organisations.
- Il faut au minimum
 - Sécuriser l'accès
 - Robustifier leur fonctionnement (vs des attaques)
 - Sans avoir recours à un protocole centralisé
 - Alors que certains utilisateurs peuvent vouloir coopérer de manière étroite (Network MIMO)
 - Et que d'autres souhaitent tirer le maximum de profit sans aider le réseau.
- Voie privilégiée:
 - Combiner la « sécurité couche Physique » avec les outils plus traditionnels et le savoir-faire en analyse de performances associé.



Objectif 4: prendre en compte les intérêts contradictoires

- Mot clé: algorithmes décentralisés
- Tout travail sur les MANET doit prendre en compte la lutte pour les ressources, rares en sans fils, et la variabilité extrême des liens (théorie des jeux)
- Il faut donc trouver des mécanismes distribués offrant de bons compromis efficacité/ équité pour tous les utilisateurs (même les égoïstes)
 - Coopération opportuniste (transmission et routage): performances
 - Outils d'optimisation stochastique: établissement de modèle stochastique du réseau compatibles avec changements exogènes rapides, et des politiques optimales vis à vis de compromis récompenses/coûts donnés.
 - Cas particulier : théorie des jeux combinée avec programmation dynamique (optimisation de comportement long terme) appliquées sur des algorithmes d'apprentissage stochastiques



Objectif 5: sans oublier la source

- L'augmentation des besoins en communication sans fils liée à la transmission de multimédia.
- Multimédia offre opportunités supplémentaires:
 - Coopération (sources corrélées, véhiculant la même information)
 - Distribution (les descriptions multiples)
 - Adaptation du débit source par rapport à la capacité d'un lien donné.



Le projet en cours de préparation

- 5 WP, chacun étant pleinement « cross layer » et nécessitant compétences variées.
- Vise à résoudre des problèmes amont, mais aux retombées potentiellement nombreuses
- Fait intervenir de nombreux laboratoires (LRI, INRIA, ENS, SUPELEC, L2S, CEA, Telecom Paris Tech, IEF,...)
- IMO: Seul un travail collégial sur la durée permettra d'apporter des réponses pertinentes aux problèmes posés.

