

## Un protocole de routage géographique économe en énergie pour les réseaux de capteurs sans fil.

Samra BOULFEKHAR

Laboratoire de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes LAMOS  
Université de Béjaïa 06000, Algérie.  
email : samra.boulfekhar@gmail.com

**Résumé** Dans un réseau de capteur sans fil, les nœuds capteurs doivent interagir avec l'environnement pour en extraire des données. Ils doivent, ensuite, les faire parvenir à la station de base qui procédera, éventuellement, aux traitements de données reçues par l'intervention de l'utilisateur. Le problème majeur réside dans le fait qu'un nœud capteur ne dispose que d'une quantité d'énergie limitée. Cette quantité d'énergie doit lui permettre d'effectuer la capture de données et d'acheminer les messages au destinataire. Pour ce faire, il nécessite l'aide des autres nœuds et doit, donc, lui-même aider les autres nœuds à faire parvenir leurs données à la station de base. Dans ce travail, un nouveau protocole géographique baptisé EEGRP (pour Energy Efficient Geographic Routing Protocol for Wireless Sensor Networks) a été développé. Dans EEGRP, l'établissement des routes entre les différents capteurs s'effectue par la destination (station de base) en se basant sur la position géographique de chaque capteur.

**Mots clés :** Réseaux de Capteurs Sans Fil (RCSF), Réseau de Capteurs Sans Fil, protocole géographique, consommation d'énergie, équilibrage de charge, durée de vie.

Dans cet exposé, nous présentons un protocole de routage géographique EEGRP (pour Energy-Efficient Geographic Routing Protocol for wireless sensor networks) dédié aux applications orientées requêtes, où la station de base initie la communication par la diffusion d'une requête aux nœuds cibles, mais sauf les nœuds concernés par cette requête vont la traiter. Dans cette requête, la station de base spécifie le chemin à suivre pour retourner la donnée. Le choix des nœuds participants à la communication sera effectué suivant une stratégie minimisant la consommation d'énergie, et assurant l'équilibrage de charge.

Notre protocole EEGRP est conçu sur l'idée que la station de base possède une vision générale sur la topologie du réseau (les nœuds peuvent communiquer leurs informations locales à la station de base. Puis, cette dernière va combiner toutes les informations reçues pour obtenir la topologie du réseau et préciser l'itinéraire à prendre par la requête).

### 8.1 Modèle du réseau

Afin d'améliorer la compréhension de notre proposition dans la suite de ce chapitre, nous mettons quelques hypothèses. Les hypothèses sont comme suit :

- L'initiateur de communication est la destination (la station de base),
- Tous les nœuds sont homogènes, et ils ont les mêmes capacités (même énergie initiale, même capacité de stockage et de traitement de données),
- La station de base ou les nœuds capteurs sont fixes (après le déploiement),
- Nous envisageons de faire un routage saut par saut entre les nœuds accessibles,
- Les nœuds capteurs ne sont pas équipés d'un système de localisation GPS,

- Un nœud peut calculer la distance approximative qui lui sépare par rapport à un autre nœud, en se basant sur la force du signal reçue,

## 8.2 Détail du protocole

Le protocole EEGRP agit en deux phases pour établir des routes entre une station source (un capteur) et la station destination (la station de base) qui procédera éventuellement aux traitements des données reçues.

- Phase de découverte de topologie :  
Durant cette phase une diffusion vers les nœuds capteurs du réseau est lancée par la station de base afin de recenser toutes les routes possibles menant vers la destination (Construction de la table de voisinage)
- Phase de communication de données :  
Cette phase consiste à communiquer les informations senties à la station de base.  
Dans ce qui suit, nous allons détailler chaque phase à part.

### 8.2.1 Phase de découverte de la topologie

La première phase consiste à diffuser d'une manière omnidirectionnelle le message Neibors detection NEIDET afin de permettre aux nœuds capteurs de se reconnaître. Chaque nœud reçoit ce message va vérifier si le nœud qui a envoyé le message existe entre lui et la station de base. En recevant le paquet NEIDET, la distance séparant le nœud qui a envoyé ce paquet sera calculée. C'est-à-dire, si le nœud  $N_i$  reçoit le paquet NEIDET depuis le nœud  $N_j$ . Donc, le nœud  $N_i$  peut calculer la distance  $D_{ij}$ . De cette façon, chaque nœud  $i$  construit la liste de ses voisins  $L_j$ , avec les informations exactes sur : l'identifiant, la distance  $D_{ij}$ . Puis, il génère un paquet TOPDIS (Topology Discover packet) en indiquant son  $ID$ , son énergie et sa liste de voisin  $L$ . Ce paquet sera envoyé à la station de base (n'est pas diffusé).

En se basant sur les informations de la topologie (la position des différents nœuds et les liens entre eux) obtenues pendant cette phase, la station de base peut générer la topologie du réseau et construire la table de voisinage.

Les informations sur la manière de router les données (les informations sur les différents nœuds du réseau) sont stockées dans une nouvelle table, appelée "Node's information table" . cette table sera calculée à partir de la table de voisinage.

## 8.3 Phase de communication de données

Cette phase consiste à :

- Calculer toutes les routes ainsi que leurs coûts en termes d'énergie et de temps.
- Sélectionner la route optimale OP (Optimal Path)
- Envoyer sur cette route OP le paquet PATSEL (Path Selection), qui contient les identifiants des nœuds intermédiaire sur la route OP.
- Quand la station de base désire une information, elle envoie au nœud source le paquet PATSEL (PATH SELECTION). Ce dernier contient la liste Node-OP-List, dans laquelle on a stocké les ID des nœuds se trouvant sur la route OP.

- Pour envoyer la donnée de la source à la station de base, les différents nœuds utilisent la route inverse par où est passé le paquet PATSEL.
- Après l'étape de transmission de données, la table de voisinage mise à jour (en modifiant les informations des nœuds participant à la communication), et une nouvelle étape de détermination de la route optimale se commencera.

Donc, dans cet exposé, on a présenté un nouveau protocole de routage géographique nommé EEGRP. Notre protocole EEGRP est conçu sur l'idée que la station de base possède une vision générale sur la topologie du réseau (les nœuds peuvent communiquer leurs informations locales à la station de base. Puis, cette dernière va combiner toutes les informations reçues pour obtenir la topologie du réseau et préciser l'itinéraire à prendre par la requête).

La suite de nos travaux de recherches sera orientée sur l'implémentation de EEGRP, puis son évaluation et une comparaison de ses performances avec d'autres protocoles géographiques.