

Résumé de l'article de Jae-Hwan Chang et Leandros Tassiulas Energy Conservating Routing in Wireless Ad-hoc Networks

La définition de la durée de vie du réseau est le temps qui s'écoule jusqu'au moment où le premier capteur tombe en panne de batterie (TTFF). Les réseaux considérés comprennent une ou plusieurs composantes où chaque composante contient un ensemble de nœuds sources et un ensemble de nœuds destination.

Voici la formule qui donne le temps de vie du réseau :

$$T_{sys}(q) = \min_{i \in N} \frac{E_i}{\sum_{j \in S_i} e_{ij} \sum_{c \in C} q_{ij}^{(c)}}$$

avec :

- q le flot
- N l'ensemble des nœuds du graphe (les capteurs)
- E_i la quantité d'énergie initiale du nœud i
- S_i l'ensemble des voisins du nœud i
- e_{ij} l'énergie requise pour transmettre une unité d'information du nœud i au nœud j
- C l'ensemble des composantes du réseau
- $q_{ij}^{(c)}$ la vitesse à laquelle l'information de la composante c est transmise du nœud i au nœud j

L'auteur voit le problème comme un problème de flot maximum et propose donc un algorithme d'augmentation de flot (FA). Il étend également un algorithme de redirection de flot au cas où il y a plusieurs composantes dans le réseau.

1 Algorithme $FA(x_1, x_2, x_3)$ d'augmentation de flot

L'idée consiste à utiliser un algorithme de plus court chemin existant (comme l'algorithme distribué de Bellman-Ford) et de lui passer trois paramètres (x_1 , x_2 et x_3) qui détermineront sa fonction de poids sur les arcs. Ces paramètres coefficienteront les trois facteurs suivants : le coût de transmission du nœud i au nœud j (e_{ij}) ; l'énergie résiduelle du nœud i (\underline{E}_i), et l'énergie initiale du nœud i (E_i). Voici la formule qui donne le poids de l'arc (i, j) en fonction des paramètres :

$$c_{ij} = e_{ij}^{x_1} \underline{E}_i^{-x_2} E_i^{x_3}$$

2 Algorithme FR de redirection de flot

Cet algorithme est basé sur le fait que le flot trouvé est optimal ssi pour tous les chemins de l'origine à la destination portants un flot positif, la durée de vie minimum est la même. Le principe consiste donc à rediriger une partie du flot de chaque nœud à travers un autre chemin vers la destination tel que la

durée de vie de chaque chemin portant du flot augmente (ou au moins reste stable). Le flot initial a pour valeur la quantité totale d'informations générées par le réseau.

Pour chaque nœud dans le réseau, on compare les chemins sortants de ce nœud vers la destination. On construit un ordre total sur ces chemins en les classant en fonction de leur nœud qui possède la plus courte durée de vie (puis par nombre de nœuds).

Si le nœud dont la durée de vie est la plus courte sur le chemin est le nœud source (i), alors on a deux choix. On regarde les voisins sortants de (i). Soit on redirige un des flots qui passe par le voisin (j) dont le coût de transmission e_{ij} est le plus grand vers un des chemins qui passe par le voisin (j) dont le coût de transmission e_{ij} est le moindre. Soit on redirige un flot quelconque vers le chemin le plus petit dans l'ordre total parmi ceux qui passe par le voisin (j) dont le coût de transmission e_{ij} est le moindre.

Si, en revanche, le nœud dont la durée de vie est la plus courte sur le chemin n'est pas le nœud source, on a également deux possibilités. Dans les deux cas on redirige le flot le plus petit dans l'ordre total. Soit on redirige vers le chemin le plus grand dans l'ordre total. Soit on redirige vers le chemin qui passe par le voisin (j) dont le coût de transmission e_{ij} est le moindre parmi les chemins supérieurs dans l'ordre total au chemin redirigé.

Une fois que l'algorithme a défini pour un nœud donné les deux chemins, il détermine la quantité de flot à rediriger.

3 Résultats des tests

Soit R_X le ratio de la durée de vie du réseau obtenue par l'algorithme X sur la durée de vie optimale.

TABLE 1 – Performance des algorithmes dans un réseau à une seule composante

Algorithme X	avg R_X	min R_X	$Pr R_X > 0.9$
MTE	0.7310	0.1837	33%
FR	0.9596	0.6878	88%
MREP	0.9572	0.8110	89%
FA(1,1,1)	0.9744	0.7347	94%
FA(1,50,50)	0.9985	0.9911	100%

TABLE 2 – Performance des algorithmes dans un réseau à plusieurs composantes

Algorithme X	avg R_X	min R_X	$Pr R_X > 0.9$
MTE	0.6982	0.2201	25%
FR	0.8862	0.4297	54%
MREP	0.9349	0.7298	69%
FA(1,1,1)	0.9565	0.7178	86%
FA(1,50,50)	0.9974	0.9906	100%