

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS
UE RCP104 OPTIMISATION EN INFORMATIQUE
ANNEE UNIVERSITAIRE 2009/2010
PROJET : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU DE CAPTEURS SANS FIL

Eric Soutif (eric.soutif@cnam.fr)

1) Objectif du projet

Le but de ce projet est l'étude de la conception optimisée d'un réseaux de capteurs actifs sans fils avec prise en compte de la tolérance aux pannes. On modélisera la conception du réseau (choix du nombre de capteurs et choix de leur localisation) à l'aide d'un programme en variables entières ou binaires, et il conviendra ensuite de résoudre le problème par une méthode heuristique d'une part et par la programmation linéaire en nombres entiers d'autre part.

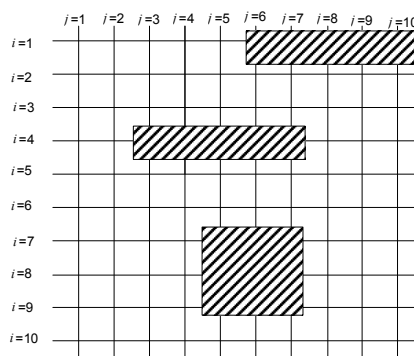
2) Description du projet

Un réseau de capteurs sans fil est un réseau ad hoc avec un grand nombre de nœuds qui sont des micro-capteurs capables de récolter et de transmettre des données environnementales d'une manière autonome. La position de ces nœuds n'est pas obligatoirement prédéterminée. Ils peuvent être dispersés dans une zone géographique, appelée « champ de captage » correspondant au terrain d'intérêt pour le phénomène capté.

En plus d'applications civiles, il existe des applications militaires aux réseaux de capteurs (détection d'intrusions, localisation de combattants, véhicules, armes, etc. sur un champ de bataille, sous l'eau, dans l'espace, dans le sol...)

Plusieurs topologies du réseau de capteurs peuvent être envisagées. Dans la topologie dite en toile ou en grille (mesh) considérée ici, tout nœud peut échanger avec n'importe quel autre nœud du réseau (s'il est à portée de transmission). Un nœud voulant transmettre un message à un autre nœud hors de sa portée de transmission, peut utiliser un nœud intermédiaire pour envoyer son message au nœud destinataire.

Voici un exemple de champ de captage. La région physique à couvrir par le réseau de capteurs à consituer a été « discrétisée » en lui superposant une grille de 100 points de positionnements possibles pour les capteurs : on considère qu'on placera des capteurs uniquement aux intersections entre les lignes verticales et horizontales. La région comporte des obstacles : il est impossible de placer un capteur dans les zones hachurées.

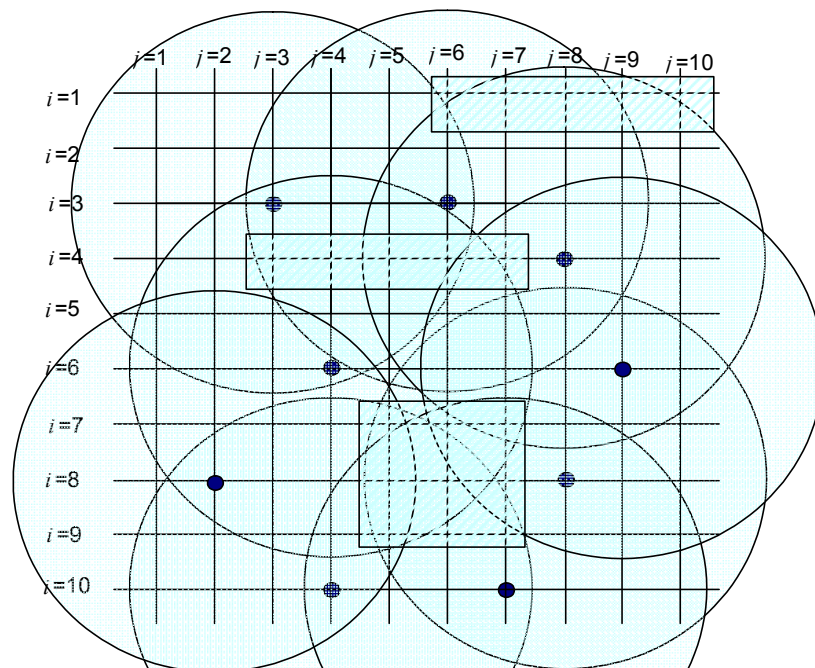


On veut maintenant placer sur cette grille un nombre minimum de capteurs, sachant :

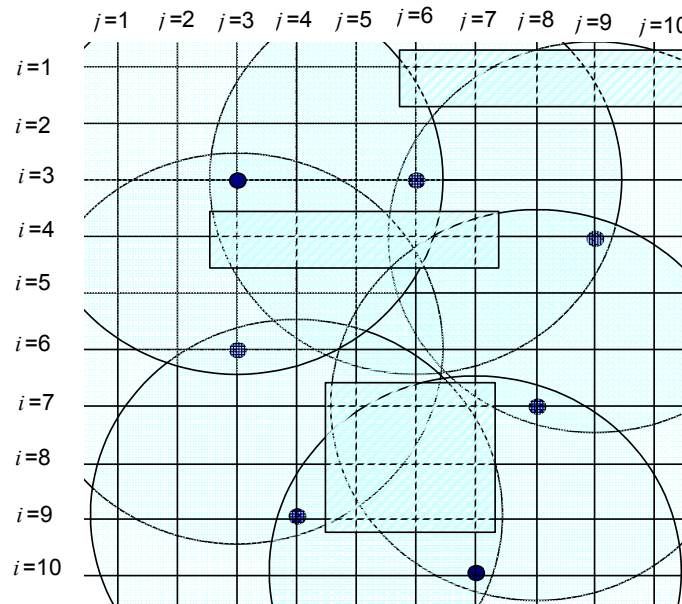
- qu'on connaît la dimension de la grille (I lignes horizontales et J lignes verticales espacées d'une unité), la position des obstacles et le rayon de portée (d) des capteurs qui sera un paramètre de notre problème. d est un paramètre important : plus la portée des capteurs est élevée, plus ils consomment d'énergie ;
- qu'on connaît le rayon de portée (d) des capteurs qui sera un paramètre de notre problème. d est un paramètre important : plus la portée des capteurs est élevée, plus ils consomment d'énergie ;
- que pour prévenir les défaillances possibles des capteurs, on désire que chaque nœud de la grille soit couvert par p capteurs (p sera appelé degré de redondance de couverture)
- que chaque capteurs doit pouvoir communiquer avec au moins q autres capteurs qui doivent donc se trouver à sa portée (i.e. à une distance inférieure à d), toujours pour assurer une tolérance aux pannes. Le paramètre q sera appelé degré de connectivité des capteurs).

3) Travail demandé

1. Modéliser la localisation d'un nombre minimum de capteurs sur la grille à l'aide d'un programme linéaire en variables entières ou 0-1.
2. Proposer une méthode heuristique de recherche d'une bonne solution admissible (pas nécessairement optimale). Vous testerez votre heuristique sur les instances proposées sur le site de l'UE. Sur le champ de captage dessiné plus haut, avec une redondance de couverture de 1 ($p=1$) et une connectivité des capteurs de 2 ($q=2$), une solution trouvée par votre heuristique pourrait être de la forme suivante (utilisation de 9 capteurs respectant les contraintes de couverture et de connectivité) :



3. A l'aide du solveur glpk, déterminer une borne (supérieure ou inférieure compte tenu de la modélisation proposée) pour les instances du problème proposées sur le site de l'UE, et, lorsque c'est possible, la solution optimale. Sur l'exemple précédent, voici la solution optimale fournie par glpk (elle n'utilise que 7 capteurs) :



3) Echancier et modalités

La phase 1 du travail à réaliser est à rendre pour le 14 mai 2010. Elle donnera lieu, si elle est correcte, à un point supplémentaire sur la note finale. Une modélisation sera ensuite proposée lors de la séance du 14/05.

Un rapport présentant le travail réalisé pour les phases 2 et 3 est à rendre le 2 juillet 2010 (par email de préférence).

Responsable : Eric Soutif (eric.soutif@cnam.fr)