



Adrar University
Faculty of Science and Technology
Department of Mathematics and Computer Science

Initiation to Research (Course)
2nd Year Master (S3)
2020/2021

**la communication entre réseau de
capteur sans fil**

lemdak noureddine ¹
Idrissi mohammed ²
missirene abdelkarim ³

Instructor: Dr. Abdelghani DAHOU ⁴

February 19, 2021

¹lemdaknoureddine01@gmail.com

²Idrissi.mohammed1999@gmail.com

³missirenekarim@gmail.com

⁴Email: dahou.abdghani@univ-adrar.edu.dz

CONTENTS

1 Réisme	4
2 Introduction	4
3 Travaux connexes	5
4 Capteur	5
4.1 Dfinition	5
5 Architecteur de nœud capteur	5
5.1 Architecture matérielle	5
5.2 Architecture Logicielle	6
6 Réseau de capteur sans fil	7
6.1 Définition	7
6.2 Les composants de réseau de capteurs sans fil	7
6.3 Caractéristiques des réseaux de capteurs sans fil	8
6.4 Application RCSF	8
7 Méthodes de recherche	9
7.1 Routage	9
7.2 Routage hiérarchique	9
7.3 Caractéristique d'un protocole de routage hiérarchique	10
8 TEEN (Threshold-sensitive Energy Efficient Sensor Network protocole)	10

LIST OF FIGURES

Figure 2.1 : Capteur sans fils .

Figure 2.2 : Architecture d'un capteur sans fil .

Figure 2.3 : Exemple d'un réseau de capteur.

...

1 RÉISME

Dans les communications sans fil, les réseaux de capteurs sans fil représentent une solution difficile et distante, et cela représente un défi dans la conception de tels réseaux, en particulier en ce qui concerne la composante énergétique, car la batterie doit durer toute la vie du capteur, du RCSF et la qualité et la fiabilité des données capturées à partir du champ du capteur et assurer qu'elles arrivent au terminal de données.

Nous mettrons en œuvre le protocole TEEN pour trouver des solutions pour surmonter ces limitations.

2 INTRODUCTION

En communication sans fil, le développement de la technologie dans le domaine de l'information peut conduire à la production de capteurs intelligents appelés (nœuds), où ils sont placés dans une vaste zone appelée le champ des capteurs, qui sont reliés entre eux pour former un capteur sans fil réseau, qui nous aide à surveiller les phénomènes naturels dans des endroits éloignés ou même à prédire avant les catastrophes, tels que les phénomènes géologiques des tremblements de terre, l'activité volcanique, ou la surveillance des variables astronomiques, ainsi que la médecine et le domaine militaire, en général, des solutions aux difficiles, zones dangereuses et isolées.

Le nœud de capteur se compose de quatre unités: l'unité réceptrice (radio), l'unité émettrice, l'unité de traitement et l'unité d'alimentation, chacune ayant son rôle de base et son importance dans la construction d'un réseau solide, les données sont envoyées au reste de les nœuds ou à la station de base pour organiser et traiter les informations, cela peut être une station Une autre base fixe ou mobile, capable de connecter le réseau de capteurs avec une infrastructure avancée ou Internet, où l'utilisateur peut consulter.

Le réseau de capteurs sans fil vise souvent à établir des protocoles permettant d'étendre les nœuds dans des environnements difficiles et difficiles à atteindre sans aucune intervention humaine. C'est le problème auquel ces nœuds sont confrontés. En utilisant la science et la technologie modernes, ils ont développé un ensemble de protocoles spécialement conçus pour les réseaux de capteurs sans fil, qui aident à prolonger au maximum la durée de vie des nœuds tout en garantissant la qualité des données.

Le but de ce projet est de mettre en œuvre le protocole de routage hiérarchique basé sur des blocs TEEN pour voir l'efficacité de l'augmentation de la durée de vie du réseau de capteurs sans fil.

3 TRAVAUX CONNEXES

4 CAPTEUR

4.1 DEFINITION

Un capteur sans fil est un petit dispositif électronique capable de mesurer une valeur physique environnementale et de la communiquer à un centre de contrôle via une station de base [1].

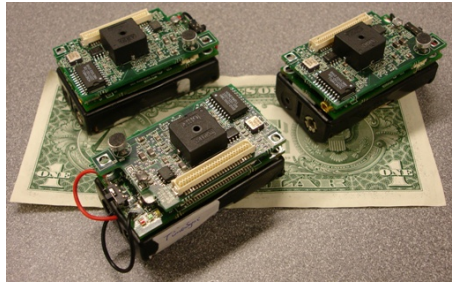


Figure 2.1 : Capteur sans fils

Les capteurs sont dotés d'une batterie, capables de communiquer entre eux et de surveiller une grande variété de phénomènes ambiants, notamment : la température, l'humidité, la pression, le taux de bruits, la présence ou pas des certains types d'objets, et d'autres caractéristiques, tel que la vitesse, la direction et le volume d'un objet donné et de les transformer en données numériques, afin de les communiquer par ondes radio à travers le réseau vers la station de base (SB).

5 ARCHITECTEUR DE NŒUD CAPTEUR

5.1 ARCHITECTURE MATÉRIELLE

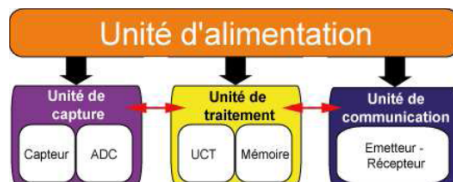


Figure 2.2 : Architecture d'un capteur sans fil

Cette architecture est basée sur quatre unités:

Unité de traitement: Il s'agit de l'unité principale du capteur. Il contient un processeur couplé à une mémoire vive. Son rôle est de contrôler le bon fonctionnement des autres unités. Dans certains capteurs, ils peuvent avoir un système d'exploitation embarqué pour faire fonctionner le capteur, et pour enregistrer les informations envoyées par l'unité d'acquisition de données, celle-ci est couplée au volume.

Unité d'acquisition (unité de capteur): elle capte ou détecte l'événement du champ de détection et le convertit des mesures physiques ou analogiques en données numériques. Il se compose du capteur lui-même et d'un ADC (convertisseurs analogique-numérique) qui permet les données à convertir.

Unité de communication (unité d'émission et de réception): Sa fonction est de transmettre et de recevoir des informations. Il est équipé d'une paire émetteur / récepteur pour communiquer au sein du réseau. Cependant, il existe d'autres possibilités de transmission (optique, infrarouge, etc.).

Bloc d'alimentation: il s'agit d'un composant essentiel de l'architecture du capteur, et c'est celui qui alimente toutes les autres unités. Il correspond souvent à une batterie ou une cellule qui alimente le capteur, et ses ressources limitées en font un problème propre à ce type de réseau car celui-ci est généralement déployé dans des zones inaccessibles. La dernière réalisation d'un bloc d'alimentation basé sur un panneau solaire tente de fournir une solution pour prolonger sa durée de vie [2]. De plus, d'autres unités peuvent être équipées d'un capteur. Comme un système de positionnement global (GPS), une unité de navigation pour assurer le mouvement du capteur, ou une unité de capture spécifique telle qu'une caméra pour acquérir la vidéo.

5.2 ARCHITECTURE LOGICIELLE

La limitation de puissance du capteur nécessite l'utilisation de systèmes OS léger comme TinyOS ou Contiki, cependant, TinyOS est toujours le plus utilisé et le plus populaire dans l'arène RCSF. Il est gratuit et une grande communauté de scientifiques l'utilise dans des simulations pour développer et tester des algorithmes et des protocoles de réseau.

Système d'exploitation TinyOS : TinyOS est un système d'exploitation open source développé et maintenu par l'Université de Berkeley. Ce système d'exploitation est conçu pour les réseaux de capteurs sans fil car le capteur ne dispose pas de suffisamment de mémoire pour prendre en charge un système d'exploitation comme Linux ou Windows qui prend beaucoup de mémoire. TinyOS a été créé pour répondre aux caractéristiques et aux exigences des réseaux de capteurs, tels que [3]:

- Réduction de la taille de la mémoire
- Faible consommation d'énergie.
- Opérations auxiliaires intenses et puissantes.
- Il a été amélioré en termes de mémoire et d'utilisation d'énergie.

TinyOS est un système d'exploitation basé sur Événement; Cela signifie qu'il devient actif lorsqu'un événement se produit pour mieux fournir les ressources énergétiques des capteurs.

Système d'exploitation Contiki : Contiki OS est un système d'exploitation développé par Dunkel et d'autres. Contiki OS, qui est basé sur le langage de programmation open-source C, a été développé pour les réseaux de capteurs sans fil légers, flexibles et de faible puissance. Les environnements WSN sont souvent limités en puissance, comme mentionné. C'est l'une des principales limites du RCSF. De même, les conceptions de nœuds petits et simples sont les autres limitations. Pour cette raison, RCSF est un must have Les fonctions matérielles et logicielles critiques pour gérer ces nœuds. Contiki OS est une solution pratique pour contrer les limitations susmentionnées grâce à sa flexibilité et à sa prise en charge des réseaux minces et de faible puissance.

6 RÉSEAU DE CAPTEUR SANS FIL

6.1 DÉFINITION

Le réseau de capteurs sans fil (RCSF), le Wireless sensor Network (WSN), se compose d'un grand nombre de nœuds de capteurs intelligents, «Smart sensor», numérotés de dizaines à plusieurs milliers d'éléments. Dans les sous-réseaux distribués pour collecter des informations du monde physique dans dont il est publié. Ensuite, les données collectées sont envoyées à une station de traitement de données appelée " Station de Base " (BS: Base Station).

Ce transfert des données collectées peut être effectué, périodiquement ou sur une base événementielle, vers la station de base directement ou via un ou plusieurs nœuds privés fixes ou mobiles appelés «bassins».

Dans ces réseaux, chaque nœud est capable de surveiller son environnement et de répondre si nécessaire en envoyant les informations collectées à un ou plusieurs points de collecte, et les données capturées sont acheminées via un routage multi-hop vers un nœud appelé "point de collecte" du nœud de bassin [4].

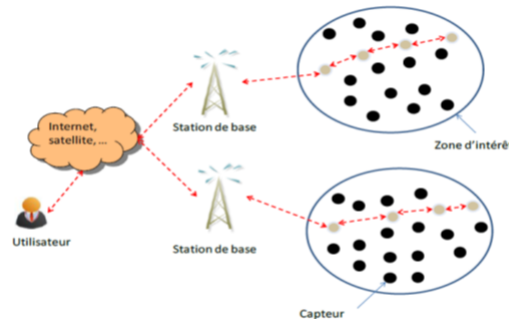


Figure 2.3 : Exemple d'un réseau de capteur.

6.2 LES COMPOSANTS DE RÉSEAU DE CAPTEURS SANS FIL

Les réseaux de capteurs sans fil (WSN) sont composés de nœuds, qui sont des unités de capteurs sans fil, un routeur et une station de base.

Nœuds de capteur : Un capteur est un appareil qui détecte des informations et les transforme en mot. Le dispositif comprend un processeur, une mémoire, une batterie, un émetteur et un récepteur pour former un réseau ad hoc.

Station de base : Une station (composée d'un processeur, d'une carte radio, d'une antenne et d'une carte d'interface USB) connecte le réseau de capteurs à un autre réseau. Il est préprogrammé avec un logiciel de réseau basse consommation pour communiquer avec des nœuds de capteurs sans fil.

Le routeur : Un routeur est un appareil contrôlé par un microprocesseur connecté entre deux types de réseaux différents. Il transfère également des paquets de données entre les réseaux informatiques. Le routeur est utilisé pour se connecter à divers réseaux; Extrait la destination du colis et sélectionne la meilleure destination. Le routeur détermine la destination du paquet et les informations qu'il contient. En utilisant les informations de la table de routage, le paquet est acheminé vers le réseau suivant.

6.3 CARACTÉRISTIQUES DES RÉSEAUX DE CAPTEURS SANS FIL

Un réseau de capteurs sans fil présente de nombreuses caractéristiques importantes, notamment:

Durée de vie limitée : Les capteurs utilisent leurs énergies pour calculer et transmettre des données. Chaque nœud joue le rôle d'un émetteur et d'un routeur, de sorte qu'une coupure de courant dans le nœud de détection peut affecter des changements majeurs dans la topologie du réseau et nécessiter une réorganisation coûteuse de ce dernier [5].

Ressources limitées : Le facteur de forme (très petit) limite la quantité de ressources qui peuvent être mises dans ces nœuds, donc la capacité de traitement et la mémoire sont très limitées.

Bande passante limitée (supports de transmission) : Pour la communication entre les nœuds, différents supports sans fil sont utilisés (radio, infrarouge, optique), en fonction de l'environnement dans lequel ils se trouvent et de la tâche qui leur est demandée, ils doivent donc être compatibles. Cependant, la majorité des capteurs communiquent via l'utilisation d'un circuit RF. En raison de la puissance limitée, les nœuds de capteurs ne sont pas capables de supporter des débits très élevés [5].

Évolutivité : Le nombre de nœuds de capteurs dans le réseau de capteurs peut être de l'ordre de centaines ou de milliers (selon l'application) [5]. **Structure dynamique :** La topologie des réseaux de capteurs change fréquemment et rapidement car les nœuds peuvent être déployés dans des environnements difficiles (par ex. Exemple Battlefield), ainsi qu'une défaillance très probable du nœud de capteur. Cependant, les nœuds de capteur et les points de terminaison (nœuds de destination) où les informations capturées sont envoyées peuvent être mobiles, de sorte que le transport de messages vers ou vers un nœud mobile est un autre défi. Par conséquent, la capture peut être à la fois statique et dynamique en fonction de l'application [5].

Collecte de données : Les techniques de collecte de données concernent le traitement des données par le réseau et la réduction du nombre de messages. Réduisant ainsi la consommation d'énergie. Dans les RCSF, les données produites par les nœuds de capteurs sont fortement corrélées, ce qui signifie qu'il existe une redondance dans les données. Les utilisateurs s'intéressent au phénomène. Capturés par les données générées par chaque nœud, ces réseaux offrent ainsi la possibilité d'agréger des données pour réduire la bande passante [5].

Réseau autorégulé : Il est pratiquement impossible de réaliser une configuration manuelle du réseau en raison du grand nombre de nœuds et de leurs déploiements dans Environnements hostiles. De plus, les nœuds peuvent quitter le réseau avec une panne (coupure de courant, panne physique, etc.), et d'autres peuvent les fusionner, il est donc nécessaire que le réseau s'organise de lui-même [5].

6.4 APPLICATION RCSF

Nous catégorisons les implémentations RCSF en quatre catégories: basées sur le temps (basées sur le temps), sur les événements (sur les événements), sur les requêtes (sur les requêtes) et hybrides [6].

Applications temporelles : Cette catégorie représente des applications où l'acquisition et

la transmission des données capturées sont liées au temps, la quantité de données échangées dans le réseau dépend de la périodicité des mesures qui seront faites sur l'environnement local, par exemple dans les domaines: agricole, scientifique expériences, etc.

Applications orientées événements : Dans ce cas, les capteurs envoient leurs données uniquement dans le cas où un certain événement se produit. Exemple de surveillance des feux de forêt où le capteur envoie des alarmes à la station de base dès que la température dépasse un certain seuil.

Demandes adressées : Dans ce cas, le capteur n'envoie les informations qu'après une demande explicite de la station de base. Cette catégorie d'applications est destinée aux applications conviviales. Ces derniers peuvent demander des informations à des zones spécifiques du réseau ou interroger des capteurs pour obtenir des métriques d'intérêt. Dans ce cas, la connaissance de la topologie du réseau et de l'emplacement des capteurs est requise.

Applications hybrides : Cette application est basée sur un mélange des types mentionnés précédemment. Par exemple, dans un réseau conçu pour suivre des objets, le réseau peut combiner un réseau de surveillance (basé sur le temps) avec un réseau de collecte de données basé sur les événements. Par exemple, pendant des périodes prolongées d'inactivité du capteur et en l'absence d'objet, le réseau peut assurer une fonction de surveillance.

7 MÉTHODES DE RECHERCHE

7.1 ROUTAGE

Le routage est une méthode d'acheminement des informations vers la bonne destination à travers un réseau de connexion donné, il consiste à assurer une stratégie qui garantit, n'importe quel moment, un établissement de routes correctes et efficaces entre n'importe quelle paire de nœuds appartenant au réseau. Ce qui assure l'échange des messages d'une manière continue. Vu les limitations des réseaux ad hoc, la construction des routes doit être faite avec un minimum de contrôle et de consommation de bande passante. [7]

7.2 ROUTAGE HIÉRARCHIQUE

Les méthodes de routage hiérarchique ont des avantages spéciaux liés au 'passage à l'échelle et à l'efficacité dans la communication. Par exemple, elles sont utilisées pour exécuter un routage avec économie d'énergie dans les RCSE. Dans une architecture hiérarchique, des nœuds à grande énergie peuvent être employés pour traiter et envoyer l'information, alors que des nœuds à énergie réduite peuvent assurer la capture à proximité de la cible. La création des clusters et l'assignation des tâches spéciales aux têtes de clusters peuvent considérablement renforcer le passage à l'échelle, l'augmentation de la durée de vie et l'efficacité énergétique du système global.

Le routage hiérarchique est une manière efficace de réduire la consommation énergétique dans un cluster en exécutant l'agrégation et la fusion de données afin de diminuer le nombre de messages transmis à la station de base. [8]

Les nœuds à faible énergie peuvent être employés pour exécuter la tâche de la capture à proximité de la cible .

7.3 CARACTÉRISTIQUE D'UN PROTOCOLE DE ROUTAGE HIÉRARCHIQUE

Un protocole de routage hiérarchique doit s'écrier plusieurs tâches mais tout d'abord quelques défis s'imposent.

Le protocole de routage hiérarchique est associé à de nombreuses tâches, mais avant tout, certains défis émergent.

Clustering: Le Clustering est une technique permettant de diviser le réseau en groupes (clusters), sachant que pour chaque groupe un leader est affecté à chaque groupe (Cluster Head) pour communiquer avec les éléments de son groupe, le processus d'assemblage contribue grandement à économiser l'énergie, réduisant la complexité des protocoles de routage et la flexibilité du facteur de mesure. En plus de la collecte de données, qui permet d'éliminer la redondance des données et d'envoyer uniquement les informations utiles.

Cluster: un cluster est un groupe de nœuds qui forment l'unité organisationnelle du réseau de capteurs.

Cluster Head : il représente le chef de groupe et a diverses tâches telles que l'organisation de la communication entre les groupes et au sein du groupe, la collecte des données, et il est élu par d'autres nœuds ou il peut être désigné à l'avance par le concepteur du réseau.

8 TEEN (THRESHOLD-SENSITIVE ENERGY EFFICIENT SENSOR NETWORK PROTOCOLE)

Manjeshwar et Agrawal [9] ont proposé une technique de clustering appelée TEEN pour les applications critiques où le changement de certains paramètres peut être brusque. L'architecture du réseau est basée sur un groupement hiérarchique à plusieurs niveaux où les nœuds les plus proches forment des clusters.

Puis ce processus de clustering passe au deuxième niveau jusqu'à ce que la station de base soit atteinte. Après la formation des clusters, chaque cluster head transmet à ses membres deux seuils : un seuil Hard HT (hard threshold), qui est la valeur seuil du paramètre contrôlé (surveillé) et un seuil Soft ST (soft threshold) représentant une petite variation de la valeur du paramètre contrôlé.

L'occurrence de cette petite variation ST permet au nœud qui la détecte de la signaler à la station de base en transmettant un message d'alerte. Par conséquent, le seuil Soft réduira le nombre de transmissions puisqu'il ne permet pas la transmission s'il y a peu ou pas de variation de la valeur du paramètre contrôlé.

Au début, les nœuds écoutent le médium continuellement et lorsque la valeur captée du paramètre contrôlé dépasse le seuil Hard, le nœud transmet l'information. La valeur captée est stockée dans une variable interne appelée SV.

Puis, les nœuds ne transmettront des données que si la valeur courante du paramètre contrôlé est supérieure au seuil hard HT ou diffère du SV d'une quantité égale ou plus grande que la valeur du seuil Soft ST.

Puisque la transmission d'un message consomme plus d'énergie que la détection des données, alors la consommation d'énergie dans TEEN est moins importante que dans les protocoles proactifs ou ceux qui transmettent des données périodiquement tels que LEACH.

[1] K. Beydoun. "Conception d'un protocole de routage hiérarchique pour les réseaux de capteurs," Thèse de Doctorat en informatique, Université de Franche-Comté des sciences et techniques, 2009.

[2] David Martins, "Sécurité dans les réseaux de capteurs sans fil Sténographie et réseaux de confiance", L'U.F.R. des Sciences et Techniques de l'université de Franche-Comté, 2010.

[3] Bouzidi Zeyneb et Benameur Amina, "Mise en place d'un réseau de capteurs sans fil pour l'irrigation intelligente", Mémoire de Master, Université de Tlemcen, 2012.

[4] K.B. Kredo, B.P. Mohapatra. "Medium access control in wireless sensor networks", Computer network 51(4), pp 961-994 , 2007.

[5] MERRANI Nassima, KHIMOUM Nadia. ' Simulation et évaluation de protocoles de gestion de clés dans les réseaux de capteurs'. Mémoire d'ingénieur d'état en informatique. Bejaia 2009.

[6] M. Ilyas and I. Mahgoub. "Handbook of sensor networks Compact wireless and wired Sensing Systems", ISBN 08493196864. CRC PRESS LLS, USA, 2005.

[7] Mr RAHMOUNE Amer, "Simulation d'un protocole de surveillance des interfaces d'un routeur", mémoire présenté pour obtenir le titre d'ingénieur d'état, Université A/MIRA de Bejaïa, 2014/2015.

[8] Meldjem Sara , "Les réseaux de capteurs , mémoire présenté pour obtenir le Licence 3 : GTR, Université des sciences et de la Technologie Houari Boumediene, 2013/2014.

[9] D.P. Agrawal A. Manjeshwar. "TEEN : a routing protocol for enhanced efficiency in wireless sensor networks". Proceedings 15th International Parallel and Distributed Processing Symposium, 2001.