

Sur les nouvelles versions de la norme IEEE 802.15.4 dans les réseaux de capteurs sans fil

L. ALKAMA et L. BOUALLOUCHE

Laboratoire de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes (LAMOS)
Université de Béjaïa, Béjaïa 06000, Algérie
Tél. (213) 34 81 37 08

Résumé Dans cet article, nous faisons une synthèse sur les nouvelles versions de la norme IEEE 802.15.4 dans les réseaux de capteurs sans fil. En effet, plusieurs standards ont été proposés pour supporter les exigences des réseaux sans fil, nous pouvons citer les standards IEEE 802.15.1 (Bluetooth), IEEE 802.11 (WiFi), et IEEE 802.15.4 (ZigBee). Cependant, le standard IEEE 802.15.4 (2003) [1] est la technologie la plus utilisée pour les RCSFs à faible consommation d'énergie. Ce standard ne traite que les deux premières couches du modèle OSI dans les WPANs (couche physique et sous-couche MAC).

Mots clés : Réseaux de capteurs sans fil, Norme IEEE 802.15.4, nouvelles versions, performances, systèmes de files d'attente.

5.1 Introduction

Aujourd'hui, de nouvelles avancées technologiques permettent d'imaginer une nouvelle révolution, dans laquelle non seulement les hommes, mais aussi les machines communiqueront entre elles. En poussant toujours plus loin, la notion d'environnement intelligent (smart environnement) est apparue. Les réseaux de capteurs WSN(Wireless Sensors Network) incluant les réseaux de capteur sans fil WPAN(Wireless Personnel Area Network) seront amenés à jouer un rôle important dans l'environnement de demain.

Plusieurs standards ont été proposés pour supporter les exigences des réseaux sans fil, nous pouvons citer les standards IEEE 802.15.1(Bluetooth), IEEE 802.11 (WiFi), et IEEE 802.15.4 (ZigBee). Cependant, le standard IEEE 802.15.4 (2003) [1] est la technologie la plus utilisée pour les WSNs.

Ce standard ne traite que les deux premières couches du modèle OSI dans les WPANs (couche physique et sous-couche MAC); La couche physique a pour rôle de gérer le support physique sur lequel seront faites les transmissions et la sous-couche MAC aura pour rôle de gérer l'accès au canal avec le mécanisme CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) slotted (en mode beacon) ou non slotted (mode non beacon) [1].

5.2 Les versions du standard IEEE 802.15.4

La première version du standard est apparue en 2003 [1], en 2006 quelques petites modifications au niveau physique ont été apportées [2], en 2007 la version IEEE 802.15.4a qui spécifie

deux nouvelles options pour la couche PHY [3] puis en 2009 deux autres versions qui sont la IEEE 802.15.4c(a été mise à jour pour la nouvelle bande de fréquences Chinoise) [4] et IEEE 802.15.4d qui supporte la bande de fréquence japonaise de 950 MHz et pour la sous couche MAC les changements sont $CW=1$ au lieu de 2 et un seul CCA au lieu de 2 CCA [5].

En 2011 la mise à jour regroupe les 3 amendements a,c et d , elle a été conçue pour étendre le marché d'application du standard [6].

En 2012 trois nouvelles versions ont vu le jour, IEEE 802.15.4e qui a définit deux nouveaux mécanismes pour la sous couche MAC qui sont le LLDN et le TSCH [7] ; la IEEE 802.15.4f où les modifications apportées sont sur les bandes de fréquences [8]et la IEEE 802.15.4g conçue pour éviter les interférences [9].

En 2013,les nouvelles versions sont la IEEE 802.15.4j spécialisé pour les réseaux corps(BAN) [10] et la IEEE 802.15.4k afin de prendre en charge la priorité des messages dans les réseaux LECIM [11].

En 2014 les deux dernières versions ont été apparue sous les noms de IEEE 802.15.4m conçue pour les TVWS(TV White Space) [12] et IEEE 802.15.4p utilisée dans des équipements qui répondent aux besoins de l'industrie du transport ferroviaire [13].

5.3 Problématique

La priorité des messages ou des données est un élément très important non seulement dans les domaines informatiques mais dans des domaines plus vaste. La norme IEEE 802.15.4k [11] a vu le jour en 2013 pour les réseaux LECIM (Low Energy Critical Infrastructure Monitoring) qui opère en topologie en étoile et qui prend en charge les messages prioritaires.

Un nouveau mécanisme d'accès au canal a été développé pour ce types de données qui consiste a minimiser le temps backoff et de performer des CCA régulier afin d'accéder directement au canal une fois il est détecté libre [11].

5.4 Objectifs

Les données qui arrivent peuvent être prioritaire ou non , ce qui nous donne deux files d'attente différentes avec des taux d'arrivés et taux de services différents , la modélisation de ce type de problème va être un modèle de file d'attente de type $M_2/G_2/1$ avec priorité non-préemptive [14] et une modélisation par une chaine de Markov [15] et au final comparer nos résultats avec ceux de la simulations.

Références

1. IEEE Std 802.15.4TM-2003 , Part 15.4 :Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)(2003).
2. IEEE Std 802.15.4TM-2006 , Part 15.4 : Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)(2006).
3. IEEE Std 802.15.4aTM-2007 , Part 15.4 : Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)
4. IEEE Std 802.15.4cTM-2009 , Alternative Physical Layer Extension to support one or more of the Chinese 314 - 316 MHz, 430 - 434 MHz, and 779 - 787 MHz bands" , (2009) Part 15.4 : Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer (PHY)Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs).
5. IEEE Std 802.15.4dTM-2009 , "Amendment 3 : Alternative Physical Layer Extension to support the Japanese 950 MHz bands" , (2009) Part 15.4 : Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)
6. IEEE Std 802.15.4TM-2011 , IEEE Standard for Local and metropolitan area networks (2011) Part 15.4 : Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs).
7. IEEE Std 802.15.4eTM-2012 , "Amendment 1 : MAC sublayer" (2012) Part 15.4 : Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs).
8. IEEE Std 802.15.4fTM-2012 , "Amendment 2 : Active Radio Frequency Identification (RFID) System Physical Layer (PHY)",(2012) Part 15.4 : Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs).
9. IEEE Std 802.15.4gTM-2012 , "Amendment 3 : Physical Layer (PHY) Specifications for Low- Data-Rate, Wireless, Smart Metering Utility Networks" , (2012) Part 15.4 : Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs).
10. IEEE Std 802.15.4jTM-2013 , "Amendment 4 : Alternative Physical Layer Extension to Support Medical Body Area Network (MBAN) Services Operating in the 2360 MHz à 2400 MHz Band", (2013) Part 15.4 : Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs).
11. IEEE Std 802.15.4kTM-2013, "Amendment 5 : Physical Layer Specifications for Low Energy, Critical Infrastructure Monitoring Networks" IEEE Computer Society , (2013) Part 15.4 : Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs).
12. IEEE Std 802.15.4mTM-2014 , "Amendment 6 : TV White Space Between 54 MHz and 862 MHz Physical Layer", (2014) Part 15.4 : Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs).
13. IEEE Std 802.15.4pTM-2014 , "Amendment 7 : Physical Layer for Rail Communications and Control (RCC)" ,(2014) Part 15.4 : Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs).
14. Louiza Bouallouche-medjkoune and Djamil Aissani , "Quantitative Estimates in an M2/G2/1 Priority Queue with Non-Preemptive Priority : The Method of Strong Stability,"Stochastic Models (2008).
15. Giuseppe Bianchi , "Performance Analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function,"IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS,"VOL. 18, NO. 3, MARCH 2000.