

LORA NETWORKS FOR IOT DEPLOYMENTS

YAZBEK Abdul Karim¹, XU Peng, YANG Rufei, MEGHDADI Vahid²

^{1,2}Université de Limoges, CNRS, XLIM, UMR 7252, F-87000 Limoges, France

Abstract: IoT deployments require long-range wireless communications, especially in urban and metropolitan areas. LoRa is one of the most promising technologies in this context because of its simplicity and flexibility. In fact, the deployment of LoRa networks in dense IoT scenarios must achieve two main objectives: effective communication between a large number of devices and resilience to dynamic channel conditions due to demanding environments (for example, the presence of many buildings). This paper reviews and shows a LoRa network deployed within our team that will be deployed in our building. This work is part of the regional project "E-Water Efficiency", where we are working to improve the robustness of environmental sensor networks. We are implementing around thirty sensors on STM32 cards that are used to transmit packets to a gateway, then will be sent back to the cloud for processing at the final destination. In fact, the work environment will strongly influence the design of the network. But once the network is operational, we can implement coding algorithms to improve robustness, such as: non-rate coding, network coding, cooperative relay communication, rank metric coding, etc. This paper presents pedagogical efforts made for the practical implementation of such a network.

Keywords: IoT, LoRa, Sensors.

1. INTRODUCTION

Plusieurs technologies et normes de communication ont été proposées pour les réseaux étendus de faible puissance (LPWAN) [1, 2]. Parmi eux, LoRa [3, 4] a pris de l'ampleur en raison de sa faible complexité et de l'utilisation de bandes industrielles, scientifiques et médicales (ISM) sans licence. En fait, il existe déjà plusieurs fournisseurs de services LoRa, y compris The Things Network [5], proposant un réseau Internet des objets (IoT) ouvert et axé sur la communauté. Cependant, la gestion des réseaux LoRa pour les déploiements IoT est confrontée à plusieurs défis, notamment: un nombre important et extrêmement variable de nœuds; divers scénarios sans fil caractérisés par des facteurs environnementaux exigeants (par exemple, des environnements urbains denses avec de nombreux bâtiments); brouillage dû à d'autres réseaux co-localisés fonctionnant sur les mêmes bandes de fréquences sans licence. Ces défis peuvent compromettre l'évolution, affectant à terme la fiabilité des services des déploiements IoT [6]. Une option pour relever de tels défis consiste à adapter de manière dynamique les paramètres de fonctionnement des communications sans fil sur le réseau.

Bien que de nombreux travaux récents aient caractérisé les performances de communication des réseaux LoRa [7-10], ils n'ont pas étudié de manière approfondie l'impact de la gestion dynamique des paramètres de communication. En effet, cet article cible la configuration des réseaux LoRa pour les déploiements IoT évolutifs.

Les principales contributions de ce travail sont les suivantes. Dans un premier temps, une étude des locaux a été faite pour connaître les lieux d'installation des capteurs. Parallèlement, une implémentation des algorithmes sur les cartes microprocesseur à base de STM32 a été faite pour caractériser le canal de transmission. Troisièmement, une passerelle (Gateway) a été développée à l'aide d'une carte Raspberry Pi 3, qui sert à collecter les données et à les envoyer vers cloud (nous utilisons le site appelé ThingSpeak pour gérer nos données sur cloud). Enfin, une interface homme-machine permet un traitement de ses données collectées et de les présenter sous forme de courbe ou tableau sur le logiciel Matlab.

2. Réseau LoRa

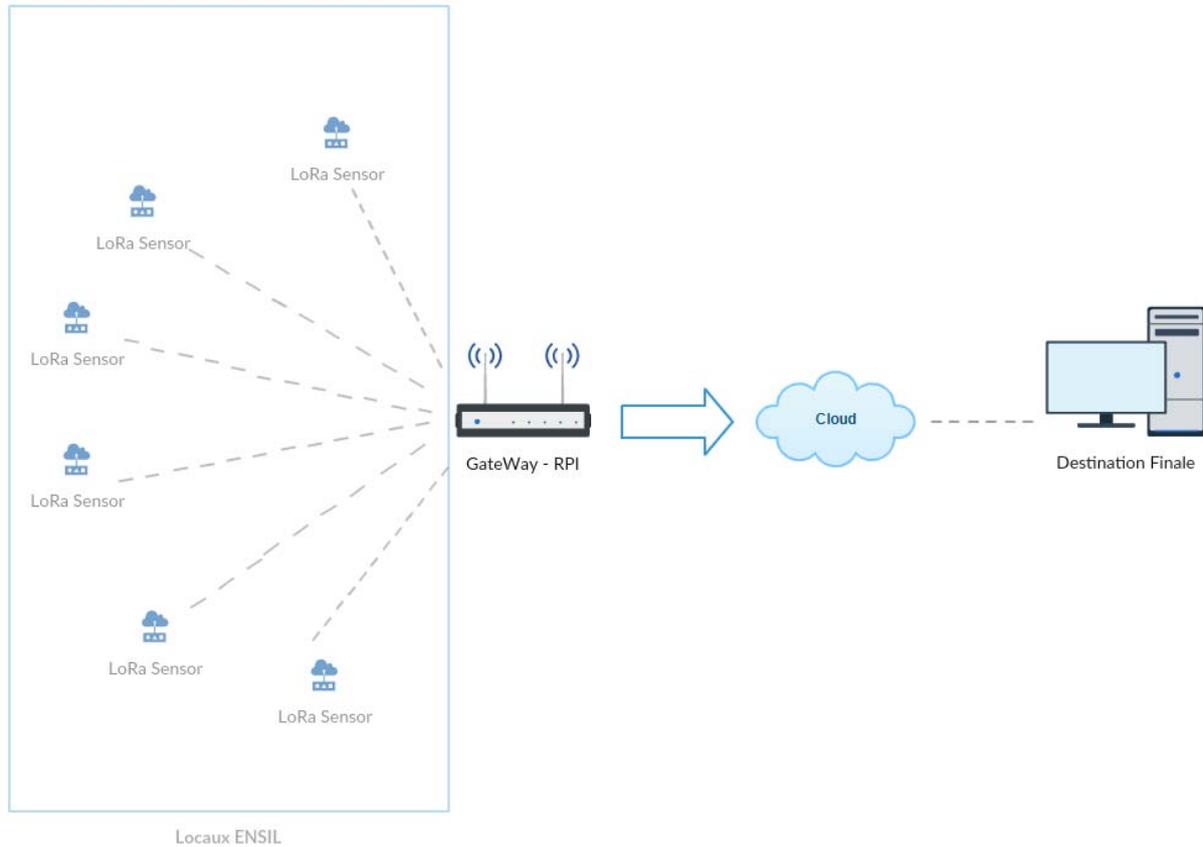


Fig.1. Topologie du réseau LoRa.

La couche physique LoRa permet la communication longue distance et à faible consommation d'énergie et fonctionne dans la bande ISM sous GHz sans licence. LoRa utilise la modulation à étalement de spectre basée sur la variation de fréquence pour coder un signal d'entrée réparties sur un large spectre [3]. Cette technique permet d'obtenir un gain d'étalement important, ce qui permet une communication longue distance. En contrepartie le débit d'information reste limité, ce qui n'est pas pénalisant pour un réseau de capteurs où peu d'information est à transmettre. Chaque transmission LoRa est caractérisée par plusieurs paramètres dont : facteur d'étalement, puissance de transmission, rendement de code, fréquence centrale et largeur de bande [6]. Ces paramètres affectent la portée de communication, le débit de données, la résistance aux interférences ou au bruit et la capacité d'un récepteur à décoder le signal. Les valeurs optimisées pour les paramètres dépendent de la région où les périphériques LoRa sont déployés [11]. La configuration du facteur d'étalement permet de régler le débit de données et la portée. En fait, le débit de données est plus faible lorsque les facteurs d'étalement sont élevés, mais la portée de communication est plus grande, grâce au gain d'étalement. Le choix de différents facteurs d'étalement génère en plus un ensemble de signaux orthogonaux, ce qui implique qu'un récepteur peut recevoir avec succès des signaux distincts envoyés sur un canal donné au même moment [3]. La puissance de transmission peut être configurée en fonction de canal et de la bande passante utilisée pour les transmissions. Le rendement du code est en lien avec le pouvoir de correction d'erreur, et il affecte le temps total de transmission d'un paquet. La fréquence centrale dépend de la bande ISM utilisée dans une région donnée.

2.1. Modèle du réseau

La figure 1 montre les différents modules de la topologie utilisée. La passerelle (Gateway basé sur une carte Raspberry Pi) peut recevoir les transmissions LoRa des nœuds de plusieurs canaux simultanément, conformément aux spécifications LoRaWAN [4]. La passerelle et le serveur de réseau communiquent via IP. De même, les retards dans le réseau peuvent être décrits par une configuration appropriée des paramètres de liaison. Le serveur de réseau implémente également les algorithmes de gestion décrits dans la partie suivante.

2.1.1. Algorithme d'implémentation

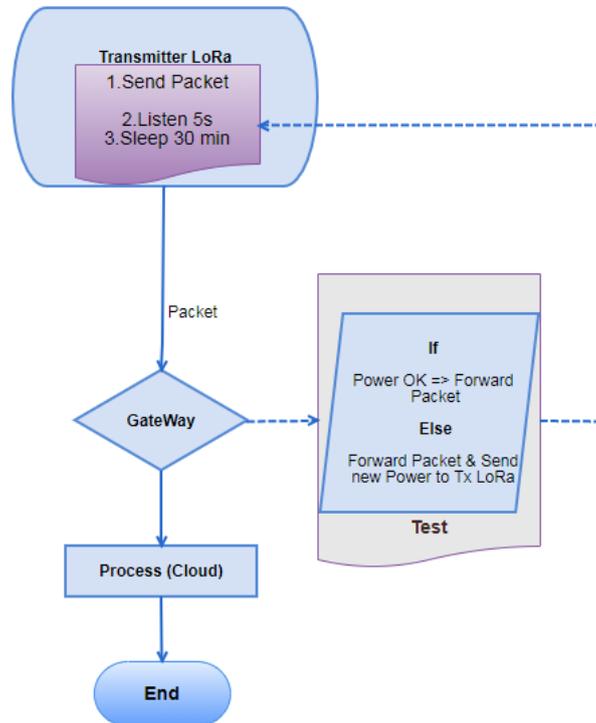


Fig.2. Algorithme d'implémentation adopté au réseau LoRa proposé.

L'algorithme de la figure 2 est implémenté dans des dizaines d'émetteurs LoRa. Ils permettent d'envoyer le paquet vers la passerelle puis il attend pendant 5 secondes un retour de la passerelle pour éventuellement configurer la puissance d'émission. Une fois cette période est écoulée, l'émetteur se met en veille jusqu'à l'émission suivante (dans notre cas 30 minutes). Au niveau de la passerelle, une fois le paquet est reçu, elle fait le test de la puissance reçue. Si la puissance est bonne, elle informe l'émetteur pour garder la même puissance. Au cas où la puissance est trop grande ou trop petite, la passerelle renvoie à l'émetteur une nouvelle valeur de la puissance afin de la mettre à jour pour l'envoi suivant. Cette opération permet d'économiser la consommation énergétique des capteurs sur pile et minimiser le risque des pertes des paquets sur les canaux dynamiques.

2.1.2. Matériels utilisés dans ce réseau

Les cartes de capteur sont constituées d'un microprocesseur STM32, et un module LoRa SX1276 et ainsi qu'un capteur pour mesurer la température et l'humidité. La passerelle est composée d'un récepteur STM32 avec le module LoRa montés sur une carte Raspberry Pi 3 model B qui permet de collecter les données et les transmettre vers le cloud. Nous utilisons pour l'instant un serveur gratuit (ThingSpeak) qui permet d'enregistrer les données reçues de la passerelle. Par la suite, ces données seront récupérées à l'aide d'un programme développé sous Matlab.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Nous rappelons que le but de ce projet est d'améliorer les performances du réseau LoRa. Autrement dit, nous souhaitons diminuer le taux de perte des paquets et réduire la consommation énergétique des capteurs afin d'augmenter la durée de vie des piles. Nous avons réussi avec un test d'une dizaine de capteurs installés aléatoirement dans le bâtiment de l'ENSIL à recevoir jusqu'au plus de 90% des paquets. Par contre, nous avons remarqué que dans un certain local le taux de perte des paquets est élevé (50%) dues aux conditions délicates du canal ce qui nécessite la mise en œuvre des algorithmes de codage pour améliorer la robustesse, tels que : codage sans rendement, codage réseau, communication coopérative à relais, codage à base de métrique rang. D'autre part, le travail sur la réduction de la consommation énergétique est en cours.

4. CONCLUSIONS

Dans cet article, nous avons présenté l'installation d'un réseau de capteurs à base de la technologie LoRa à l'ENSIL. Deux projets étudiants, un en électronique et télécom et l'autre en environnement, ont été définis. Les étudiants ont participé dans la création de ce réseau. Les algorithmes de la couche MAC-réseau ont été développés avec les étudiants. Les tests ont montré que le mécanisme proposé est efficace lorsque la variation du canal n'est pas rapide, tandis que des mécanismes supplémentaires sont nécessaires pour les canaux rapides. À cet égard, nous prévoyons d'améliorer ce réseau en recherchant des algorithmes de codage de canal.

RÉFÉRENCES

- [1] U. Raza, P. Kulkarni, and M. Sooriyabandara, "Low power wide area networks: An overview," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2017.
- [2] M. Centenaro, L. Vangelista, A. Zanella, and M. Zorzi, "Long-range communications in unlicensed bands: The rising stars in the IoT and smart city scenarios," *IEEE Wireless Communications*, vol. 23, no. 5, pp. 60–67, 2016.
- [3] LoRa Alliance, "LoRaWAN What is it? A technical overview of LoRa and LoRaWAN," Nov. 2015. [Online]. Available: <https://www.lora-alliance.org/portals/0/documents/whitepapers/LoRaWAN101.pdf>
- [4] LoRa Alliance, "LoRaWAN Specification (V1.0.2)," Jul.2016.
- [5] The Things Network, "The Thing Network Mission," <https://github.com/TheThingsNetwork/Manifest/blob/master/Mission.md>, 2015, [Online; accessed 29 May 2017].
- [6] M. C. Bor, U. Roedig, T. Voigt, and J. M. Alonso, "Do LoRa Low-Power Wide-Area Networks Scale?" in *Proceedings of the 19th ACM International Conference on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems*, ser. MSWiM '16. New York, NY,USA: ACM, 2016, pp. 59–67. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/2988287.2989163>
- [7] D. Bankov, E. Khorov, and A. Lyakhov, "On the Limits of LoRaWAN Channel Access," in *Engineering and Telecommunication (EnT), 2016 International Conference on*. IEEE, 2016, pp. 10–14.
- [8] F. V. d. Abeele, J. Haxhibeqiri, I. Moerman, and J. Hoebeke, "Scalability analysis of large-scale LoRaWAN networks in ns-3," *arXiv preprint arXiv:1705.05899*, 2017.
- [9] F. Adelantado, X. Vilajosana, P. Tuset-Peiro, B. Martinez, and J. Melia, "Understanding the limits of LoRaWAN," *arXiv preprint arXiv:1607.08011*, 2016.
- [10] A.-I. Pop, U. Raza, P. Kulkarni, and M. Sooriyabandara, "Does Bidirectional Traffic Do More Harm Than Good in LoRaWAN Based LPWA Networks?" *arXiv preprint arXiv:1704.04174*, 2017.
- [11] LoRa Alliance, "LoRaWAN Regional Parameters," 2016.