



Equipe Réseaux

Sujet M2R 2016/2017

Wake-up radio et IoT polymorphe

Lieu	Equipe Réseaux, ICube (UMR CNRS 7357)
Encadrants	Thomas Noel (noel@unistra.fr) & Julien Montavont (montavont@unistra.fr)

Contexte

Le paysage des réseaux à base de technologies de communication sans fil a évolué très rapidement ces dernières années. La norme IEEE 802.11 (i.e. WIFI) s'est imposée dans les années 1990 comme le prolongement des réseaux locaux filaires.

Cette démocratisation de la technologie sans fil a permis l'émergence de nouvelles normes cherchant à répondre à de nouveaux usages. Dans les 10 dernières années la norme IEEE 802.15.4 (i.e. Zigbee) est apparue et a ouvert la voie à l'arrivée de l'Internet des objets. Cette norme offre l'un des meilleurs compromis entre le débit nécessaire à ce type de communication et une consommation énergétique que l'on peut qualifier de maîtrisée. Ces dernières années le monde industriel s'est particulièrement intéressé à ce type de communication car il permet de transformer les usines en véritable centre de production piloté par le numérique. De la chaîne de production à la gestion de stock en passant par la maintenance prédictive, l'ensemble de l'usine devient numérique. Mais l'arrivée des technologies sans fil dans le monde industriel a dû s'accompagner de nouvelles fonctionnalités. De très nombreuses recherches ont été menées ces dernières années, aussi bien dans le monde académique que dans les centres R&D privés, autour de la fiabilisation de la communication sans fil pour des réseaux de capteurs. Ces recherches sont en train de déboucher autour de solutions telle que la norme IEEE 802.15.4e et le mode TSCH. Ce mode de communication suppose toutefois de passer d'un mode d'accès au médium asynchrone à un mode synchronisé. Cette synchronisation entraîne de facto une augmentation de la complexité aussi bien du mode de communication que de la gestion de ce type de réseau et de la consommation énergétique.

A côté de cette solution, une nouvelle norme de communication dédiée aux objets connectés a vu le jour : la technologie LoRa. Cette dernière a pour principal avantage d'offrir une portée de communication beaucoup plus importante que la norme IEEE 802.15.4. On passe d'une portée d'une centaine de mètres à une portée de plusieurs kilomètres. Cet avantage significatif s'accompagne à son tour d'un certain nombre de limitations ou inconvénients à savoir un débit beaucoup plus faible et une consommation énergétique plus élevée.

Sujet

Comme on peut le voir, ces deux technologies ne permettent pas d'offrir l'ensemble des caractéristiques dont on aimerait disposer pour répondre à un maximum de cas d'usages : que cela soit pour un simple objet communicant avec une autonomie étendue ou pour une usine totalement connectée disposant d'un réseau de communication fiable pour l'ensemble de ses capteurs. Une solution serait de disposer de ces deux technologies sur un même nœud afin d'utiliser la norme adéquate en fonction du cas d'usage. Se pose toutefois la problématique de l'utilisation du mode synchronisé de la norme IEEE 802.15.4e qui reste dans bien des cas trop complexe pour un déploiement simple et pérenne. L'arrivée d'une nouvelle avancée technologique semble offrir une solution à ce problème : le Wake-up radio. Ce procédé consiste à disposer sur un nœud d'une solution économe en énergie qui permet de réveiller un



nœud radio que si ce dernier est le destinataire d'informations. Elle pourra offrir au mode d'accès asynchrone de la norme IEEE 802.15.4 les mêmes fonctionnalités que le mode synchronisé sans sa complexité ni sa consommation énergétique.

Le but de ce stage est de proposer une série de mécanismes qui optimisent les communications et la consommation énergétique au sein d'un nœud capteur multi-interfaces (IEEE 802.15.4 et LoRa) pourvu également d'un module de Wake-up radio.

Mots-clés : Wake-up radio, LoRa, IEEE 802.15.4, mobilité

Références :

[1] "LoRaWAN™, Specification v1.0 (2015)," *LoRa Alliance, Tech. Rep.*, 2015

[2] IEEE Standard for Local and metropolitan area networks—part 15.4: Low-rate wireless

[3] T. N. Le, M. Magno, A. Pegatoquet, O. Berder, O. Sentieys, and E. Popovici, "Ultra Low Power Asynchronous MAC Protocol Using Wake-up Radio for Energy Neutral WSN," in *Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Energy Neutral Sensing Systems (ENSSys)*, November 2013

[4] G. Papadopoulos, V. Kotsiou, A. Gallais, P. Chatzimisios, T. Noël. ME-ContikiMAC: An Energy Efficient Protocol for Bursty Traffic in Mobile WSNs, *Mobile Networks and Applications*, Springer Verlag, Vol. 20(5):649-660, October 2015

[5] R. Pozza, M. Nati, S. Georgoulas, K. Moessner, and A. Gluhak, Neighbor Discovery for Opportunistic Networking in Internet of Things Scenarios: A Survey, *IEEE Access*, vol. 3, pp. 1101–1131, 2015.

[6] C. Cobârzan, J. Montavont, T. Noël. Integrating mobility in RPL, dans 12th European Conference on Wireless Sensor Networks (EWSN'15), Porto, Portugal, February 2015

[7] R. Zhang, O. Berder, J. Gorce, O. Sentieys, Energy-Delay Trade-off in Wireless Multihop Networks with Unreliable Links, *Ad Hoc Networks*, 10(7), 2012, pp. 1306-1321.

[8] FA Aoudia, M Gautier, O Berder, OPWUM: Opportunistic MAC Protocol Leveraging Wake-Up Receivers in WSNs, *Journal of sensors*, 2016

[9] J. Montavont, D. Roth, T. Noël. Mobile IPv6 in Internet of Things: Analysis, Experimentations and Optimizations, *Ad Hoc Networks*, Elsevier, Vol. 14:15--25, January 2014.

[10] R. Kuntz, J. Montavont, T. Noël. Improving the Medium Access in Highly Mobile Wireless Sensor Networks, *Telecommunication Systems*, Vol. 52(4):2437--2458, April 2013