

ED STIC - Proposition de Sujets de Thèse pour la campagne d'Allocation de thèses 2015

Axe Sophi@Stic :

Titre du sujet :

Mention de thèse :

HDR Directeur de thèse inscrit à l'ED STIC :

Co-encadrant de thèse éventuel :

Nom :

Prénom :

Email :

Téléphone :

Email de contact pour ce sujet :

Laboratoire d'accueil :

Description du sujet :

Les objets connectés ou susceptibles d'être connectés pour s'intégrer dans toutes sortes de réseaux sont et seront de plus en plus nombreux. Les perspectives annoncées sous le terme Internet des Objets (IoT) annoncent plus de 80x10⁹ objets connectés à l'échelle de 2020. Ces objets peuvent être simples (e.g. un capteur de température, une commande d'éclairage) ou complexes (e.g. un smartphone, une tablette). Certains sont fixes, d'autres sont mobiles. Tous ont en commun de nécessiter une certaine quantité d'énergie pour pouvoir fonctionner et communiquer.

Sur les 80x10⁹ objets annoncés, un très grand nombre concernera des systèmes mobiles ou positionnés à des endroits éloignés d'un réseau d'alimentation électrique. Pour ces objets, un rechargement de batterie ou un changement de pile sera en pratique difficile ou impossible à

réaliser pour des raisons de coûts par exemple (réseau de capteurs pour la mesure et l'alerte de pollution de l'air en particules fines, réseau de détection et d'alerte temps réel d'ondes à hautes fréquences dans le sol proche de failles,...). Ainsi le déploiement de tels réseaux sera rendu possible si chaque objet connecté dans le réseau dispose d'un système de récupération d'énergie et est capable de fonctionner en mode « energy-neutral » : l'objet ne consomme pas plus d'énergie qu'il en récupère sur une période de temps donnée. L'implication est que l'objet doit prendre des décisions locales pour adapter continuellement sa consommation d'énergie à partir de mesures et d'estimations du niveau d'énergie récupérée. Une adaptation de la consommation d'énergie se traduit par un niveau de performance modifié dans l'objet et donc une modification de la qualité de services (QoS) fournie. De nombreux travaux ont abordé le problème de la gestion de puissance en relation avec une QoS dans des systèmes de type infrastructure (e.g. [1]) mais ce type de travaux ne se placent pas dans un objectif « energy-neutral ». Concernant les réseaux sans fils, des travaux (e.g. [2]) étudient la réduction d'énergie sous contrainte de garantie de QoS exprimée par exemple sous forme d'une bande passante ou d'une latence de connexion. Le caractère « energy-neutral » introduit dans [3] a été ensuite considéré par exemple dans [4] ou [5] où l'objectif est d'adapter la période de réveil/transmission de l'objet en fonction du débit souhaité ou de l'énergie disponible sur une période de temps donnée (e.g. 24h).

Contrairement aux études précédentes qui considèrent une fonction figée s'exécutant périodiquement, la notion d'objet communiquant devrait évoluer en particulier pour des raisons de coût vers la notion de plateforme capable d'exécuter une classe d'application. Ainsi la fonctionnalité de l'objet n'est plus figée a priori ce qui implique que la gestion de puissance intégrée dans l'objet doit avoir un caractère plus générique que celui considéré classiquement [4],[5]. Ainsi, le sujet de thèse proposé consiste à étudier une approche de gestion de puissance de type « energy-neutral » intégrée dans l'objet communiquant, capable d'ajuster dynamiquement la QoS offerte et en interaction avec l'application distribuée sur le réseau. Cette QoS qui au niveau applicatif peut être par exemple une précision de calcul ou de résultat, une période d'exécution, une probabilité de dépassement d'échéance de fin de traitement [6], un débit minimum, peut finalement se ramener à une quantité d'énergie consommée par la fonctionnalité pour atteindre cette qualité. Ainsi une approche d'optimisation pour un système « energy-neutral » peut vraisemblablement être abordée en ne considérant que des paramètres de type quantité d'énergie. Néanmoins, ceci suppose dans un premier temps de définir une approche d'estimation de la consommation d'énergie liée à l'exécution d'une fonctionnalité par l'objet. Cette gestion de puissance/énergie doit être elle-même peu gourmande en énergie, et donc à complexité contrainte, pour éviter de rendre le système totalement inefficace. De plus, la QoS applicative fournie par l'objet pouvant évoluer en fonction de l'énergie récupérée, une partie de contrôle déportée au niveau du réseau doit être considérée pour permettre de mettre en place une stratégie d'optimisation distribuée permettant de converger vers le point de fonctionnement qui optimise la QoS offerte suivant le critère souhaité tout en restant dans l'état « energy-neutral ». Une validation de l'approche étudiée s'effectuera par simulation et dans la mesure du possible par implémentation sur une plateforme réelle, par exemple sur une application de vidéo monitoring.

[1] M. Marzolla, R. Mirandola, Dynamic power management for QoS-aware applications, Journal

on Sustainable Computing: Informatics and Systems, Elsevier, Volume 3, Issue 4, December 2013, Pages 231-248, 2013.

[2] A.H. Salem, A. Kumar, A.S. Elmaghraby, "An Adaptive Quality of Service Based Power Management Algorithm in Wireless Transmission." I. J. Comput. Appl. 16, No. 3 (2009): 122-135.

[3] A. Kansal, J. Hsu, S. Zahedi, M. B. Srivastava, Power Management in Energy Harvesting Sensor Networks, ACM Transactions in Embedded Computing Systems (TECS), vol. 6, no. 4, 2007.

[4] G. Anastasi, M. Conti, and M. Di Francesco, "Extending the lifetime of wireless sensor networks through adaptive sleep", IEEE Transactions on Industrial Informatics, pp. 351-365, 2009

[5] A. Castagnetti, A. Pegatoquet, M. Auguin, A Joint Duty-Cycle and Transmission Power Management for Energy Harvesting WSN, IEEE Transactions on Industrial Informatics Journal, Special section on "Industrial Wireless Sensor Networks", N° 99, Feb. 2014

[6] R.I. Davis, A. Burns, Mixed criticality systems - a review, 2013, <http://www-users.cs.york.ac.uk/~burns/review.pdf>

English version: