



EUROPEAN PROJECT ID : 687607

Date Courante :

Type of action : Research & Innovation Actions (RIA)

Topic : ICT-39-2015

Call identifiant : H2020-ICT-2015

Jeudi 25 février 2016

Acronym : WAZIUP

Proposal Title : Open Innovation Platform for IoT-Big Data in Sub-Sahara Africa



PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE

Titre : L'Internet des Objets (IdO) au service du Sénégal

Contexte scientifique

De nombreuses recherches actuellement menées sur la thématique des réseaux de capteurs intelligents (sans fil) prévoient que ces réseaux seront la technologie émergente de la prochaine décennie. D'ailleurs, le terme IoT (Internet des Objets) est de plus en plus présent puisque ces objets deviendront connectés et intelligents. En effet, depuis quelques années, les objets connectés deviennent incontournables dans la vie de tous les jours et montrent une croissance exponentielle. L'évolution conjointe et continue du domaine de recherche sur les réseaux de capteurs et leur technologie rend possible l'optimisation de l'utilisation de ces réseaux dans un nombre croissant de contextes. Le problème général peut être décrit comme suit : un grand nombre de capteurs autonomes est disséminé dans une zone à surveiller, chaque capteur dispose d'une batterie qui le rend autonome et lui permet de signaler si une cible (que l'on cherche à surveiller) est dans son champ d'action (ou est active ou en défaillance suivant les domaines d'applications). Il existe une littérature très abondante sur ce problème allant des spécificités techniques des capteurs et leur manière de communiquer à l'organisation du réseau proprement dite.

Les réseaux de capteurs sans fil (RCSF) ou « Wireless Sensor Network » (WSN) voient leur diffusion s'accroître de plus en plus rapidement pour un nombre croissant d'applications, bâtiments et villes intelligents, surveillance environnementale, industrie, agriculture, qualité de l'air etc.

Les RCSF sont constitués de nœuds élémentaires, capteurs sans fil, capables de faire de l'acquisition de données, du traitement et de communiquer avec leurs pairs. Les principales problématiques liées aux RCSF proviennent des ressources limitées (énergie, mémoire et puissance de calcul) des nœuds qui les constituent. De nombreux travaux de recherche prennent ainsi en compte ces limitations dans le fonctionnement des RCSF : faible capacité mémoire, ressources énergétiques limitées, capacités de calcul restreintes. D'autres travaux de recherche également nombreux sont menés sur la mise au point

de plateformes matérielles et sur le développement des différentes briques logicielles nécessaires au bon fonctionnement de ce type de réseau : système d'exploitation, protocole de routage, gestion de la qualité de service. La manipulation, l'intégration et la surveillance des données circulant sur ce type de



EUROPEAN PROJECT ID : 687607

Date Courante :

Type of action : Research & Innovation Actions (RIA)

Topic : ICT-39-2015

Call identifiant : H2020-ICT-2015

Jeudi 25 février 2016

Acronym : WAZIUP

Proposal Title : Open Innovation Platform for IoT-Big Data in Sub-Sahara Africa

réseaux nécessitent également des méthodes adaptées permettant de ménager le réseau et de ne pas épuiser les nœuds en leur demandant trop de travail de calcul ou de communication.

La plupart des RCSF actuellement déployés sont organisés de manière à transmettre une partie ou l'ensemble des données collectées à une station centrale de collecte (« Sink node »). Cette station centrale peut prendre différentes formes : un capteur sans fil évolué avec des ressources (énergie et mémoire) plus importantes, un micro-ordinateur ou un serveur. Cette station centrale permet de stocker ou d'archiver des données collectées par les capteurs sans fil. Ce mode de fonctionnement permet de rendre certaines données accessibles à l'utilisateur final même en cas de problème au niveau du RCSF le rendant partiellement voire totalement indisponible. Cependant, ce fonctionnement centralisé pose différents problèmes dont le principal est les différences de consommation d'énergie pouvant être observées au niveau des nœuds du simple fait de leur positionnement par rapport à la station de collecte. Dans un RCSF où chaque nœud communique directement avec la station de collecte, les nœuds les plus éloignés sont ceux qui consomment le plus d'énergie. Dans un RCSF où les communications de certains nœuds doivent être relayées par d'autres pour atteindre la station de collecte, les nœuds les plus proches de celle-ci, qui retransmettent le plus de données non collectés par leurs soins, s'épuisent plus rapidement. Ensuite, pour rendre les données d'un RCSF disponibles sur Internet, la solution la plus répandue actuellement consiste à utiliser une passerelle de communication. Dans la plupart des cas, cette dernière et la station centrale de collecte de données forment une seule et même entité.

D'autres modes de diffusion des données sont en train d'émerger, résultats de l'intégration des RCSF dans ce qu'on appelle l'Internet des Objets (IdO) (Internet of Things – IoT) et des évolutions technologiques récentes. L'IdO est né de la convergence de plusieurs visions de l'informatique : la vision orientée « Objet » et celle orientée « Internet » avec ses déclinaisons Web Sémantique et Web de Données.

Le contexte de cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet de recherche européen WAZIUP dont les objectifs sont :

- Développer de nouvelles solutions technologiques pour booster l'économie rurale africaine actuellement menacée par la forte urbanisation et les changements climatiques ;
- Permettre, via les technologies proposées sur la plateforme "WAZIUP", d'amener le secteur agricole et l'élevage à un niveau de développement supérieur ;
- Permettre la création de richesses pour les communautés rurales ;
- Développer des process innovants pour l'agro-industrie ;
- Améliorer les conditions de travail des populations cibles en proposant des solutions pertinentes à des coûts accessibles ;
- Proposer des technologies sur-mesure répondant aux besoins des utilisateurs finaux ;



EUROPEAN PROJECT ID : 687607

Date Courante :

Type of action : Research & Innovation Actions (RIA)

Topic : ICT-39-2015

Call identifiant : H2020-ICT-2015

Jeudi 25 février 2016

Acronym : WAZIUP

Proposal Title : Open Innovation Platform for IoT-Big Data in Sub-Sahara Africa

- Mettre à la disposition des développeurs une plateforme finale prenant en compte leurs observations ainsi que des outils peu coûteux, faciles d'utilisation et utiles.

Sujet de thèse

Cette thèse d'une durée de 03 ans s'inscrit dans le cadre du projet de recherche européen « WAZIUP-Open IoT-Big Data Innovation in Africa ». Il sera mis en place à l'Université Gaston Berger de Saint-Louis, grâce à la technologie LoRa, une plateforme basée sur l'Internet des Objets. Cette plateforme sera mise en contribution dans le cadre des applications ci-dessous :

- 1. Vol de bétail :** le vol de bétail est un problème majeur dans le secteur agricole au Sénégal et menace à la fois le secteur commercial et les secteurs émergents de l'agriculture dans la plupart des pays. Bien qu'il y ait plusieurs techniques pour identifier les bêtes et de lutter contre le vol de bétail, le fléau n'a pas été éradiqué dans le secteur de l'agriculture. Dans ce travail, nous voulons examiner comment nous pouvons modéliser le comportement des bêtes à l'aide des nœuds sans fil, afin de déterminer des anomalies de comportement pouvant indiquer la présence de voleurs. Un capteur sans fil sera conçu pour détecter la position et la vitesse d'une bête. La position et la vitesse de la vache seront prélevés pour analyse. Les nœuds sans fil seront utilisés pour optimiser l'utilisation des pâturages, surveiller les changements de température dans l'emplacement des bêtes. L'utilisation de capteurs sans fil mobiles permet la collecte de données pour les études sur le comportement des animaux et peut aider à prévenir le vol de bétail, ainsi que des pertes inutiles en raison de contraintes environnementales. Les données recueillies à partir de ces nœuds de capteurs sans fil doivent être correctement analysées et interprétées afin d'en extraire des informations utiles de l'ensemble de données. Cette information nous permet d'obtenir un modèle statistique significative qui pourrait alerter le fermier quand un animal est volé ou laissé en rade. Dans ce projet, nous prévoyons de construire un système avec les capteurs sans fil qui nous permet de recueillir la position des bêtes à des intervalles de temps réguliers et d'analyser le chemin des bêtes.
- 2. Qualité de l'air :** Le but de la surveillance de la qualité de l'air est non seulement de recueillir des données, mais de fournir les informations requises par les scientifiques, les décideurs et les planificateurs pour leur permettre de prendre des décisions éclairées sur la gestion et l'amélioration de l'environnement, en plus de présenter des informations utiles pour aux utilisateurs. La surveillance joue un rôle central dans ce processus, en fournissant la base scientifique solide nécessaire à l'élaboration de politiques et de stratégies, l'établissement d'objectifs, l'évaluation de la conformité. En fait, l'effet de la pollution atmosphérique sur la santé humaine est considéré comme un problème majeur et sérieux à l'échelle mondiale, surtout dans les pays en voie de développement comme le Sénégal. D'énormes recherches devront être faites en pour améliorer la qualité de l'air dans les environnements intérieurs et extérieurs. Il s'agira de mettre en place un système de surveillance de la qualité de l'air à temps réel. Le système va se composer de plusieurs stations de surveillance réparties qui communiquent sans fil avec un serveur principal en utilisant la communication M2M. Chaque station sera équipée de capteurs de gaz et météorologiques, ainsi que l'enregistrement des données et des capacités de communication sans fil. Le serveur principal va recueillir des données en temps réel à partir des stations et les convertit en informations délivrées aux



EUROPEAN PROJECT ID : 687607

Date Courante :

Type of action : Research & Innovation Actions (RIA)

Topic : ICT-39-2015

Call identifier : H2020-ICT-2015

Jeudi 25 février 2016

Acronym : WAZIUP

Proposal Title : Open Innovation Platform for IoT-Big Data in Sub-Sahara Africa

utilisateurs via des portails web et des applications mobiles.

- 3. Agriculture de précision :** l'agriculture de précision peut être définie comme la science de l'utilisation de la technologie de pointe pour améliorer la production des cultures. Les technologies capteurs sans fil sont le principal moteur du développement de l'agriculture de précision. Le déploiement de capteurs sans fil dans l'agriculture de précision se réfère effectivement au déploiement de nœuds capteurs dans un petit jardin par exemples et l'idée est de fournir des informations sur les paramètres environnementaux qui influencent le développement des cultures. Les données obtenues à partir des capteurs sont transmis sans fil à une station de base centrale pour la collecte des données. La station de base prend une décision en fonction des tâches appropriées effectuées par les capteurs. Les utilisateurs peuvent vérifier les informations sur la croissance des cultures à travers les capteurs, de prendre des mesures de gestion appropriées telles que le contrôle à distance pour l'irrigation goutte à goutte et de ventilation des installations avec l'utilisation d'un système expert pour améliorer le micro-environnement.
- 4. Surveillance de la qualité de l'eau :** plus d'un milliard de personnes manquent d'eau potable dans le monde. Fournir un moyen de mesurer automatiquement la qualité de l'eau aidera à résoudre ce problème. L'importance de maintenir une bonne qualité de l'eau met en évidence le besoin croissant de technologies de pointe (capteurs sans fil) pour aider à la surveillance de l'eau et à la gestion de sa qualité. Il faudra concevoir un système de mesure de la qualité de l'eau et implémenter un prototype de gestion de la qualité de l'eau avec la technologie des réseaux de capteurs sans fil. Lorsqu'il est appliqué aux pays en développement (Sénégal en particulier), la conception et la mise en œuvre d'un tel système doit tenir compte de l'environnement difficile dans lequel elle fonctionne. Ce travail de recherche devra proposer un réseau de capteurs sans fil intégré pour la surveillance de la qualité de l'eau. Dans système avec les capteurs sans fil, les capteurs seront intégrés dans un deviennent un environnement aqueux à travers la collecte de données.

Collaboration autour de la thèse

Cette thèse sera encadrée par les Professeurs Ousmane THIARE de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis et Congduc PHAM de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour en France. Le doctorant aura certainement à faire des voyages sur Pau mais sera basé à Saint-Louis.

Profil

De formation supérieure en informatique (M2R) ou élève, vous souhaitez vous orienter vers la recherche qui puisse être un tremplin vers la vie active. Vous montrez également de l'intérêt dans le domaine de l'Internet des Objets. Des compétences en programmation sont requises.

Les candidats intéressés doivent envoyer leur CV, une lettre de motivation et leurs bulletins de notes.

- **Localisation du poste** Université Gaston Berger de Saint-Louis du Sénégal
- **Niveau d'études** Bac+5



EUROPEAN PROJECT ID : 687607

Date Courante :

Type of action : Research & Innovation Actions (RIA)

Topic : ICT-39-2015

Call identifier : H2020-ICT-2015

Jeudi 25 février 2016

Acronym : WAZIUP

Proposal Title : Open Innovation Platform for IoT-Big Data in Sub-Sahara Africa

- **Niveau d'expérience min. requis** jeune diplômé
- **Allocation mensuelle** 500 000 FCFA net (762€)

Bibliographie

1. K. Ramya, K. Praveen Kumar and V. Srinivas Rao, A survey on target tracking techniques in wireless sensor networks, International Journal of Computer Science & Engineering Survey, 2012, 3(4), pp. 93-108.
2. R.R. Brooks, P. Ramanathan and A.M. Sayeed, Distributed Target Classification and Tracking in Sensor Networks, 2003, Proceedings of the IEEE, Volume : 91, Issue : 8, Pages : 1163-1171.
3. Akyildiz, I. F., W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci. 2002. "Wireless sensor networks : a survey". Computer Networks, vol. 38 no. 4, pp. 393-422, March 15, 2002.
4. Al-Karaki, J. N., and A. E. Kamal. 2004. "Routing Techniques in Wireless Sensor Networks : A Survey." IEEE Wireless Communications 11 (6) : 6-27.
5. Atzori, L., A. Iera, and G. Morabito. 2010. "The Internet of Things : A Survey." Computer Networks 54 (15) : 2787-2805.
6. Broering, A., T. Foerster, S. Jirka, and C. Priess. 2010. "Sensor Bus : An Intermediary Layer for Linking Geosensors and the Sensor Web". 1st International Conference and Exhibition on Computing for Geospatial Research and Application, COM.Geo 2010, Washington, DC, USA, June 21-23, 2010.
7. Broering, A., J. Echterhoff, S. Jirka, I. Simonis, T. Everding, C. Stasch, S. Liang, and R. Lemmens. 2011. "New Generation Sensor Web Enablement". Sensors 11 (3) : 2652-2699.
8. Chen, D., and P.K. Varshney. 2004. "QoS Support in Wireless Sensor Networks : A Survey." In International Conference on Wireless Networks, 1 : 227-233. Las Vegas, USA.
9. Chen, Y., Chanut, J.P., Hou, K.M., 2012. Protocole de routage RPL, un cas d'application : l'agriculture de précision, in : First China-France Workshop on Future Computing Technology (CF- WoFUCT 2012), 16/02/2012-17/02/2012, Harbin, CHN. p. 6.
10. Chong, S.K., M.M. Gaber, S. Krishnaswamy, and S.W. Loke. 2011. Energy-aware Data Processing Techniques for Wireless Sensor Networks : A Review. Vol. 6790. Lncs.
11. Farooq, M.O., and T. Kunz. 2011. "Operating Systems for Wireless Sensor Networks : A Survey." Sensors 11 (6) : 5900-5930.
12. Gershenfeld, N, R Krikorian, and D Cohen. 2004. "The Internet of Things". Scientific American, vol. 291, no. 4, pp. 76-81, October 2004.
13. Hui, J, and D Culler. 2008, "Extending IP to Low-Power, Wireless Personal Area Networks". IEEE Internet Computing, vol. 12, no. 4, pp. 37-45, July 2008.
14. Hui, J, D Culler, and S Chakrabarti. 2009. 6LoWPAN : Incorporating IEEE 802.15.4 Into the IP Architecture – Internet Protocol for Smart Objects (IPSO) Alliance. White Paper #3.
15. Kuorilehto, Mauri, Marko Hannikainen, and Timo D. Hamalainen. 2005. "A Survey of Application Distribution in Wireless Sensor Networks." EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking 2005 (5) : 859712.
16. Kushalnagar, N, G Montenegro, and C. Schumacher. 2007. "IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs) : Overview, Assumptions, Problem statement, and Goals". IETF RFC 4919, August 2007.



EUROPEAN PROJECT ID : 687607

Date Courante :

Type of action : Research & Innovation Actions (RIA)

Topic : ICT-39-2015

Call identifier : H2020-ICT-2015

Jeudi 25 février 2016

Acronym : WAZIUP

Proposal Title : Open Innovation Platform for IoT-Big Data in Sub-Sahara Africa

17. Shen, Xingfa, Zhi Wang, and Youxian Sun. 2004. "Wireless Sensor Networks for Industrial Applications." In Fifth World Congress on Intelligent Control and Automation, 4 :3636–3640. Hangzhou, China.
18. Wang, F., and J. Liu. 2011. "Networked Wireless Sensor Data Collection : Issues, Challenges, and Approaches." IEEE Communications Surveys and Tutorials 13 (4) : 673-687.
19. Wang, Ning, Naiqian Zhang, and Maohua Wang. 2006. "Wireless Sensors in Agriculture and Food industry-Recent Development and Future Perspective." Computers and Electronics in Agriculture 50 (1) (January) : 1-14.
20. Yick, J., B. Mukherjee, and D. Ghosal. 2008. "Wireless Sensor Network Survey." Computer Networks 52 (12) : 2292–2330.
21. Wireless sensor networks in precision agriculture [Report] Baggio, A., 2005. Stockholm : ACM Workshop on Real World Wireless Sensor Networks (REALWSN).
22. Blackmore, S., 1994b. Precision farming : an introduction. Outlook Agric. J. 23,
23. Zhen Fang et al, "Ultra-Low Power WSN Node with Integrated THP Sensor", 1st IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems Pages 813 - 816, January 2006.
24. J. Goldman et al, "Distributed Sensing Systems for Water Quality Assessment and Management", Center for Embedded Network Sensing Papers, Paper 107. <http://repositories.cdlib.org/cens/wps/107>, February 1, 2007

Contacts Directeurs de thèse :

Ousmane THIARE
Professeur
Département Informatique
UFR SAT
Université Gaston Berger
BP 234 Saint-Louis
SENEGAL
Email : othiare@ugb.edu.sn
URL : www.ousmanethiare.com

Congduc PHAM
Professeur
Equipe T2I
UPPA, LIUPPA laboratory, UFR Sciences et
Techniques
Avenue de l'Université BP1155
64013 PAU CEDEX, FRANCE
Email : Congduc.Pham@univ-pau.fr
URL : <http://www.univ-pau.fr/~cpham>