

Adéquation entre mécanismes de routage et d'agrégation des données de l'IoT dans une architecture Edge computing basée sur le paradigme SDN

Encadrants : M Khaled Boussetta et Mme Gladys Diaz

Contexte scientifique et problématique

L'avènement de l'internet des objets (*IoT*) a favorisé le déploiement massif de multiples dispositifs de contrôle, comme les caméras de sécurité, les capteurs thermiques et de pollution ou encore les équipements de localisation. Ces dispositifs présentent différentes métriques et produisent des quantités massives de données. Les données produites peuvent être critiques, hétérogènes et présentent souvent différentes granularités. Il est important de bien analyser ces données afin de générer de nouvelles connaissances qui peuvent être exploitées ultérieurement. Par exemple, pour pouvoir étudier l'exposition des personnes à la pollution dans les environnements urbains, intérieurs et extérieurs.

L'analytique en bordure de réseau (*Edge Analytics, edge computing* [1]) est proposé pour solutionner la problématique d'objets produisant de grandes quantités de données dont le traitement est difficile, coûteux et critique. Le principe consiste à appliquer une première analyse des données sur un nœud de bordure de réseau, appelé *nœud edge*. En outre, l'analyse qui est effectuée au fur et à mesure de la réception des données permet de discriminer les données qui doivent être envoyées vers le cloud de celles qui doivent être traitées localement.

Challenges scientifiques du stage

L'architecture *edge computing* est distribuée en 3-tiers ; objets connectées, *edge* et *cloud*. Conformément à l'approche d'analytique en bordure de réseau, les données générés par les objets connectés sont traitées et analysées par les nœuds *edge*. Selon les besoins applicatifs et les contraintes (e.g. qualité, confidentialité) associées à certaines données seule une partie des données est envoyée vers le cloud. Les autres données sont traitées localement par les nœuds *edge*.

De la même façon, en utilisant des mécanismes d'agrégation [2], les capteurs n'ont pas besoin d'envoyer la totalité des données collectés au nœud *edge*. Ainsi, lorsqu'une donnée est mesurée par un capteur, celle-ci n'est pas transmise par le capteur si celui-ci estime que le modèle d'agrégation utilisé dans le nœud *edge* permet à ce dernier de prédire correctement (i.e. avec une erreur acceptable) la valeur de la donnée [3]. Plusieurs modèles d'agrégations ont été étudiés [2][3]. Certains modèles d'agrégation spatiale s'appuient sur le fait que la donnée d'un capteur peut être prédite/reconstituée grâce aux données collectées par les capteurs voisins. Dès lors, dans le cas d'une topologie de routage multi-saut, la construction de la route peut influencer les performances du mécanisme d'agrégation. La relation entre routage et l'agrégation temporelle et spatiale est donc forte. Cette relation doit être contrôlée de façon autonome et dynamique. Le paradigme SDN peut faciliter l'adaptation dynamique des routes dans le cadre de l'IoT [4] [5]. Toutefois, à notre connaissance, il n'existe pas encore d'études se focalisant sur le fait que les données de l'IoT transmises grâce à un contrôleur SDN sont dépendantes d'un mécanisme d'agrégation temporelle et spatiale.

Objectifs du stage

Ce stage a pour objectif d'étudier la relation entre les mécanismes de routage multi-sauts et les mécanismes d'agrégation des données de l'IoT. En outre, il s'agit d'analyser les performances de mécanismes d'agrégation associés à diverses stratégies et métriques de construction de routes (e.g. plus court chemin selon la métrique énergie résiduelle des capteurs). La finalité est de contribuer à déterminer les politiques de construction dynamiques des routes qui tiennent compte des mécanismes d'agrégation temporelle et spatiale utilisée dans les capteurs.

Approche méthodologique et premier plan de travail

- La première étape de ce travail de thèse est de faire l'état de l'art dans les domaines associés à cette étude : l'Internet des objets, le *edge computing*, les modèles d'agrégation des données, les technologies SDN.
- La seconde étape, consiste à mettre en place une plateforme d'*edge computing* pour l'IoT basée sur le paradigme SDN. Une partie de cette plateforme a été conçue dans nos récents travaux. La plateforme englobe à la fois des technologies radio à courte portée (802.15.4) et la technologie à longue portée LoRaWAN. La plateforme est composée de nœuds hétérogènes de type Raspberry et de motes Zolertia Z1. Il s'agit de la déployer et d'y intégrer les mécanismes de routage SDN grâce par exemple, à l'outil ONOS [6].
- A partir des données collectées, l'objectif de la troisième étape est de d'étudier la construction de routes par le contrôleur SDN. Cette construction doit être autonome et dynamique. Elle doit tenir compte du modèle d'agrégation temporelle et spatiale des données. Nous analyserons les performances des routes construites via diverses métriques et son adéquation avec une sélection de mécanismes d'agrégation temporelle et spatiale.

Références

- [1] J. Pan and J. McElhannon, *Future Edge Cloud and Edge Computing for Internet of Things Applications*, in IEEE Internet of Things Journal, vol. 5, no. 1, pp. 439-449, Feb. 2018, doi: 10.1109/JIOT.2017.2767608.
- [2] Randhawa, S., Jain, S. *Data Aggregation in Wireless Sensor Networks: Previous Research, Current Status and Future Directions*. Wireless Pers Commun 97, 3355–3425 (2017).
- [3] Jin Cui, Khaled Boussetta, Fabrice Valois: *Classification of data aggregation functions in wireless sensor networks*. Computer Networks 178: 107342 (2020)
- [4] guyen, T. V. Phan, B. T. Nguyen, C. So-In, Z. A. Baig and S. Sanguanpong, "SeArch: A Collaborative and Intelligent NIDS Architecture for SDN-Based Cloud IoT Networks," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 107678-107694, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2932438.
- [5] X. Li, D. Li, J. Wan, C. Liu and M. Imran, "Adaptive Transmission Optimization in SDN-Based Industrial Internet of Things With Edge Computing," in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5, no. 3, pp. 1351-1360, June 2018, doi: 10.1109/JIOT.2018.2797187.
- [6] <https://opennetworking.org/onos/>