

Approche basée sur les Réseaux de Neurons Profonds pour la Prédiction des Paramètres de QoS des Services IoT

Christson AWANYO*, Nawal Guermouche*

* LAAS-CNRS, Université de Toulouse, INSA, Toulouse, France
{kjbcawanyo, nguermou}@laas.fr

L'Internet des objets (IoT) a émergé ces dernières années et a connu une prolifération massive, bouleversant plusieurs secteurs de notre société, notamment celui des habitations, de l'industrie, du domaine médical, du transport, et de l'agriculture. En connectant différents objets physiques, l'IoT favorise l'émergence de nouveaux systèmes complexes et intelligents capables de collecter, traiter, et analyser des données en temps réel pour une prise de décision intelligente. Le Web des objets (WoT) a propulsé ces avancées en connectant les objets physiques au Web au travers de leur virtualisation, offrant ainsi la possibilité de les découvrir et de les exploiter pour fournir des services IoT à valeur ajoutée Khadir et al. (2022). Cela permet de répondre à des besoins applicatifs complexes qui peuvent être soumis à des contraintes de qualité de services (QoS). Ces besoins sont souvent spécifiés sous la forme de processus métiers abstraits.

Pour sélectionner l'ensemble approprié de services IoT qui répondent aux contraintes de QoS de chaque tâche, il est crucial d'obtenir pour chaque service IoT candidat ses valeurs QoS. Avec la prolifération des services IoT, il n'est pas possible de vérifier chaque service. Dans ce contexte, la prédiction des valeurs de QoS présente une alternative intéressante.

Le problème de prédiction des paramètres QoS a fait l'objet de plusieurs études. Nous pouvons distinguer deux catégories principales d'approches : 1- *Les approches basées sur le filtrage collaboratif* (White et al. (2018); Li et al. (2017); Zhang et al. (2020)) et 2- *Les approches basées sur les réseaux de Neurons profonds* (Tingting Liang et Ying (2022); Zhang et al. (2020)). La première catégorie d'approche repose sur la corrélation entre les différents services et les différentes tâches pour générer de nouvelles prédictions, mais elle souffre du problème de scalabilité. La seconde catégorie qui se base sur des modèles d'apprentissage profond considèrent des systèmes où le nombre de services est statique, ce qui limite l'applicabilité de ces approches dans les environnements IoT qui sont hautement dynamiques.

Pour pallier à ces limitations, nous proposons une nouvelle approche combinant les réseaux de neurones LSTM (Long Short-Term Memory) et ResNet (Residual Network) Awanyo et Guermouche (2023). Contrairement aux travaux de prédiction existants, notre approche permet de prédire les paramètres de QoS pour un système dynamique où les services ne sont pas statiques.

Comme le montre la Figure 1, l'approche proposée repose sur trois parties : 1- *Description de l'entrée* : regroupe la représentation de la tâche à accomplir et l'historique des valeurs de QoS d'un service ciblé (c'est-à-dire l'expérience du service). Une tâche est représentée par son identifiant unique et l'expérience du service par un dictionnaire formé de tuples $\{id_tache : qos\}$, indiquant les valeurs de QoS des exécutions passées pour des tâches réalisées.

. 2- *Bloc Latent* : ce composant se base sur le modèle de LSTM. Il génère la représentation vectorielle latente du service à partir de son expérience, ce qui permet de générer une représentation condensée de toutes les expériences. Quant à la tâche à accomplir, son identifiant est transformé en un vecteur au travers de l'utilisation d'un *Embedding Layer*. 3- *ResNet Block* : utilise le vecteur latent généré pour prédire la valeur du paramètres QoS du service donné pour la tâche donnée. Pour ce faire, le vecteur latent du service est concaténé avec la représentation de la tâche qui sont ensuite fournis au modèle ResNet qui prédit la valeur de QoS requise.

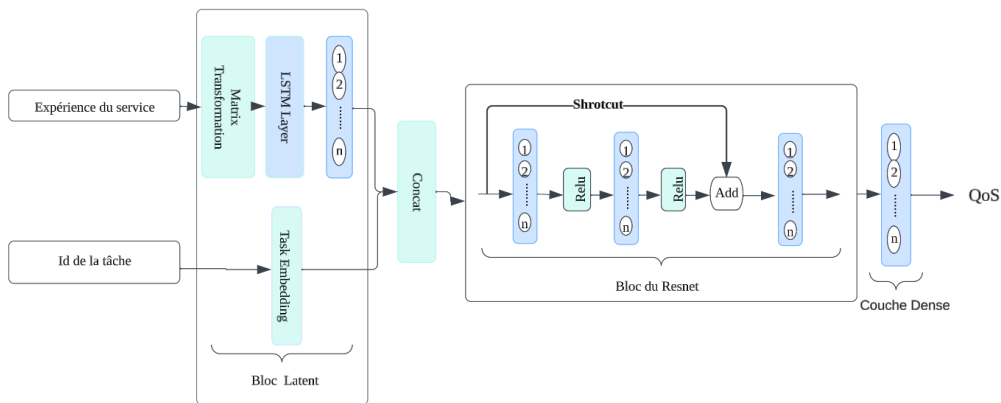


FIG. 1 – Architecture globale de l'approche de prédiction proposée

Ce travail a été implémenté et évalué. Les résultats démontrent l'applicabilité et l'efficacité de l'approche proposée.

Références

- Awanyo, C. et N. Guermouche (2023). Deep neural network-based approach for iot service qos prediction. In *24th International Conf. on Web Information Systems Engineering (WISE)*.
- Khadir, K., N. Guermouche, A. Guittoum, et T. Monteil (2022). A genetic algorithm-based approach for fluctuating qos aware selection of iot services. *IEEE Access*.
- Li, S., J. Wen, F. Luo, T. Cheng, et Q. Xiong (2017). A location and reputation aware matrix factorization approach for personalized quality of service prediction. In *IEEE International Conference on Web Services (ICWS)*.
- Tingting Liang, Manman Chen, Y. Y. L. Z. et H. Ying (2022). Recurrent neural network based collaborative filtering for qos prediction in iov. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2400–2410.
- White, G., A. Palade, C. Cabrera, et S. Clarke (2018). Iotpredict : Collaborative qos prediction in iot. In *2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom)*.
- Zhang, W., L. Xu, M. Yan, Z. Wang, et C. Fu (2020). A probability distribution and location-aware resnet approach for qos prediction. *CoRR*.