

Titre : Détection et résolution intelligente des conflits pour une gestion autonome et efficace des systèmes IoT

Laboratoire et équipe d'accueil : [LAAS-CNRS](#), Toulouse

Équipe : [SARA](#)

Encadrante : Nawal GUERMOUCHE. **Email :** nawal.guermouche@laas.fr

Date de début : à partir du 01/02/2024

Durée : 6 mois

Contexte :

L'avènement de l'Internet des Objets (Internet of Things IoT) a permis d'étendre le Web à des objets connectés intelligents offrant différentes capacités telles que la détection, le calcul, et la communication. Ceci a contribué à l'émergence de systèmes autonomes de nouvelles générations. Cependant, avec la prolifération des objets connectés, on a vu apparaître des problèmes liés notamment à la fragmentation verticale des systèmes IoT induits par l'hétérogénéité des objets. Par exemple, le choix des objets dépend fortement du fournisseur pour garantir l'interopérabilité entre les différents objets, ce qui présente un frein à la gestion et à l'évolution des systèmes IoT.

Le Web des objets (Web of Things WoT) étend l'IoT par l'abstraction des objets physiques par des entités virtuelles logicielles permettant d'interconnecter différents objets potentiellement hétérogènes. Ceci permet de développer et de gérer des systèmes IoT en se focalisant sur les services offerts par les objets IoT au travers de leurs abstractions virtuelles. Ainsi, les objets connectés peuvent être recherchés et utilisés comme n'importe quelle ressource accessible via le Web [8,9].



Figure 1. Virtualisation des objets physiques connectés

L'IoT est omniprésent dans différents domaines tels que les habitations, les établissements de santé, les usines, et au sens large dans les villes intelligentes. Ces systèmes font l'objet de plusieurs travaux de recherche et de développement afin de les rendre autonomes, adaptatifs et réactifs pour fournir différents services à différents utilisateurs.

Parallèlement à l'IoT, les avancées technologiques telles que le Cloud et le Fog computing ont contribué au développement et à la concrétisation du concept des systèmes de systèmes (SdS) dans l'IoT. Généralement, un SdS est constitué d'un ensemble de systèmes opérationnels potentiellement hétérogènes indépendants les uns des autres aussi bien dans leur fonctionnement que dans leur gestion et leur évolution [6], mais qui permettent de réaliser un objectif global [7]. Les systèmes IoT s'inscrivent pleinement dans le paradigme des SdS. A titre d'exemple, la ville intelligente constitue un système de plusieurs sous-systèmes pour la gestion du trafic, de l'énergie, des bâtiments, de l'industrie, et de la santé.

Ces sous-systèmes peuvent à leur tour être constitués de sous-systèmes. Par exemple, le système de gestion du trafic routier peut être composé de plusieurs sous-systèmes comme pour la prévention des accidents ou pour le platooning de poids lourds. Cela donne lieu au concept de *système de systèmes IoT (SdS IoT)*.

Avec la multiplication des objets et de leurs usages, des conflits peuvent survenir dans les SdS IoT impliquant différents systèmes, notamment dans des systèmes à large échelle reposant sur une multitude d'objets, de services et d'utilisateurs comme dans le cadre des villes intelligentes. Les mêmes objets IoT (exemple des actionneurs) peuvent être utilisés par différents systèmes pour répondre à différents besoins. Ces usages peuvent induire à des actions conflictuelles entre les différents systèmes qu'il faut savoir prévenir et gérer. Par exemple, une ambulance connectée peut actionner le feu vert alors que le système de prévention des accidents peut actionner le feu rouge en même temps. Ou encore, afin de fluidifier un axe, le système de gestion du trafic routier peut actionner le feu rouge d'une zone, ce qui pourrait rallonger le temps de transport d'un malade d'une ambulance. Il est donc

nécessaire, d'une part, de garantir pour chaque système son bon fonctionnement ainsi que le respect de ses propriétés non-fonctionnelles requises (e.g., les paramètres de qualité de service), et d'autre part, d'assurer une cohérence globale des SdS aussi bien fonctionnelle que non fonctionnelle.

Positionnement :

Les problèmes d'identification des conflits ainsi que leur résolution ont fait l'objet de plusieurs travaux de recherche [1,2,3,4]. Ces travaux supervisent la survenue des conflits induits principalement par des préférences d'usage conflictuelles. A titre d'exemple, dans une habitation intelligente, deux personnes qui cohabitent ensemble peuvent exiger des valeurs de températures conflictuelles. Une personne peut exiger une température supérieure à 25° et l'autre une température inférieure à 22°.

En outre, pour la résolution des conflits, ces travaux reposent principalement sur la notion de priorité, ce qui est très restrictif, notamment dans le contexte de la ville intelligente. Les règles de priorités imposent une gestion rigide et statique des conflits indépendamment du contexte et de l'environnement d'exécution qui sont de nature dynamique.

La notion de conflit dans les systèmes IoT ne se limite pas seulement aux conflits dans l'expression des préférences des utilisateurs. En effet, des conflits peuvent survenir dans un SdS IoT autonome où la gestion de chaque sous système peut conduire à des actions conflictuelles sur des services IoT ou dans les paramètres non-fonctionnelles (e.g., paramètres de QoS). La gestion de chaque sous-système IoT doit, d'une part garantir la satisfaction de ses propriétés fonctionnelles et non fonctionnelle ainsi que celles du système global, et d'autre part, prévenir la survenue de conflits entre les différents systèmes.

Objectif du stage :

Ce stage se focalise sur la gestion des conflits induits par les services IoT qui soit sensible au contexte de l'environnement d'exécution. En effet, définir une priorité absolue, par exemple à un certain groupe d'objets, est très restrictif. L'objectif est de proposer une approche dynamique de détection et de résolution des conflits flexible qui tienne compte de différents paramètres tel que l'environnement des objets et les caractéristiques des services clients. Nous nous intéressons particulièrement à l'exploitation des techniques d'apprentissage automatique dans la détection et la résolution des conflits. Les étapes du stage sont comme suit :

- Faire un état de l'art sur la détection et la résolution des conflits dans les systèmes IoT et des outils de simulation existants
- Exploration et application sur des scénarios des modèles d'apprentissage automatique et les mécanismes d'attention pour la détection des conflits des services IoT
- Implémentation d'un outil de simulation et de résolution de conflits IoT

Profil recherché et candidature :

Étudiant(e) en dernière année en école d'ingénieur ou Master 2 en Informatique. Pour candidater, merci d'envoyer un CV et vos relevés de notes à nguermou@laas.fr

Bibliographie :

- [1] D. Chaki, A. Bouguettaya, S. Mistry. A Conflict Detection Framework for IoT Services in Multi-resident Smart Homes. CoRR abs, 2020
- [2] D. Chaki, A. Bouguettaya. Fine-grained Conflict Detection of IoT Services. International Conference en Service Computing (SCC), 2020
- [3] M. Ma, S. Masud Preum, W. Tarneberg, M. Ahmed, M. Ruiters, J. Stankovic. Detection of Runtime Conflicts among Services in Smart Cities. IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP), 2016
- [4] E. Göynügür, S. Bernardini, G. de Mel, K. Talamadupula, M. Şensoy. Policy Conflict Resolution in IoT via Planning. Canadian Conference on Artificial Intelligence: Advances in Artificial Intelligence, 2017
- [5] M. Ma, S. M. Preum, J. A. Stankovic. CityGuard: A Watchdog for Safety-Aware Conflict Detection in Smart Cities. IEEE/ACM Second International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation (IoTDI), 2017

- [6] M. Maier. Architecting principles for systems-of-systems. Annual International Symposium of the International Council on Systems Engineering (INCOSE), 1996
- [7] J. Boardman and B. Sauser. System of systems—the meaning of “of.”. IEEE/SMC International Conference on System of Systems Engineering, 2006.
- [8] K. Khadir, N. Guermouche, T. Monteil. Autonomous Avatar-based Architecture for Value-added Services Provision. IEEE International Conference on Internet of Things: Systems, Management and Security (IoTSMS), 2019
- [9] K. Khadir, N. Guermouche, A. Guittoum, T. Monteil. A genetic algorithm-based approach for fluctuating QoS aware selection of IoT services. In IEEE Access journal, vol. 10, pp. 17946-17965, 2022
- [11] Christson Awanyo, Nawal Guermouche. Attention-driven Conflict Management in Smart IoT-based Systems. 22nd International Conference on Service-Oriented Computing, ICSOC 2024