



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr : ZANNOU Abderrahim

Soutiendra : le 12/07/2021 à 10H

Lieu : centre de visioconférence

une thèse intitulée :

Intelligent mechanisms for node search and task offloading in the internet of things networks

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)

Spécialité : Informatique

	NOM ET PRENOM	GRADE	ETABLISSEMENT
Président	Pr SATORI Khalid	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
Directeur de thèse	Pr NFAOUI El habib	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
Co-directeur de thèse	Pr BOULAALAM Abdelhak	PH	ENSA - Fès
Rapporteurs	Pr SABOR Jalal	PES	Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers - Meknès
	Pr LAZAAR Mohamed	PH	ENSAIS - Rabat
	Pr EZOUHAIRI AbdelLaTIF	PH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées - Fès
Membres	Pr BOUMHIDI Jaouad	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
	Pr EN-NAHNAHI Nouredine	PH	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
	Pr EL ABDERRAHMANI Abdellatif	PH	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès

Résumé:

L'internet des objets (IoT) est un nouveau paradigme de réseau mondial d'objets. Cela rend quoi que ce soit de connecter et d'interagir de partout, en utilisant que ce soit de chemin et de réseaux. En effet, les nœuds IoT peuvent générer d'énormes volumes de données pour réaliser certaines analyses et la prise de décisions afin de mettre en place des services performants et intelligents. En outre, un nouveau mécanisme de communication entre les nœuds est adopté, appelé "Internet social des objets" (SIoT), dans lequel les objets peuvent se mettre en relation comme les êtres humains pour offrir ou consommer un service donné.

En revanche, la mise en place d'un mécanisme de recherche concernant de nombreux nœuds et services rend l'espace d'intérêt très étendu, alors que les solutions disponibles sont diversifiées, ce qui requiert plus de temps et moins de précision. De plus, les réseaux IoT se caractérisent par des nœuds contraints et l'hétérogénéité des ressources telles que la consommation d'énergie, la capacité de stockage, la capacité de traitement ; par conséquent, la recherche des nœuds IoT qui assurent des services répondant aux exigences de la demande sans tenir compte de ces contraintes peut mener à une réduction du cycle de vie du réseau IoT. Le problème de la recherche de nœuds dans les réseaux IoT est la découverte et la sélection de services en tenant compte des contraintes des nœuds et des réseaux IoT.

Dans cette thèse, nous avons proposé trois contributions. Premièrement, nous avons proposé une approche pour la découverte et la sélection de services dans l'IoT. La phase de découverte est mise en œuvre par un serveur périphérique à l'aide d'un réseau de neurones. La phase de sélection est mise en œuvre par les nœuds, afin de sélectionner le nœud adéquat dans un jeu de nœuds pertinents via l'optimisation par colonies de fourmis (ACO). Selon, les résultats expérimentaux, ceux-ci montrent des performances élevées en termes de précision (96,5 %) et une durée de vie plus longue du réseau pour les phases de découverte et de sélection, respectivement, et une courte durée de vie pour les deux phases. Deuxièmement, nous avons proposé une approche qui améliore la navigabilité du réseau, l'accélération du processus de recherche ainsi que la durée de vie du réseau. Cette approche vise à mettre en place dynamiquement des groupes à travers des nœuds où chaque groupe a un nœud principal, puis utiliser un algorithme de consensus entre les nœuds principaux pour se mettre en accord avec une capacité spécifique, et après adopter une méthode de sélection des liens d'amitié pour créer un réseau social. Les nœuds amis seront triés périodiquement en vue de créer un équilibre entre la consommation d'énergie et le processus de recherche rapide simultanément. Les résultats de la simulation sur le jeu de données du réseau social en ligne basé sur la localisation Brightkite démontrent que notre solution est plus efficace que les méthodes de base en termes de certains paramètres de navigabilité du réseau, de longueur du chemin qui mène aux fournisseurs et du cycle de vie du réseau. Troisièmement, nous avons proposé un nouveau mécanisme qui permet aux tâches d'être exécutées par les nœuds contraints les plus performants et d'être déchargées sur les serveurs périphériques efficaces. Au départ, chaque serveur périphérique regroupe les nœuds contraints de son sous-réseau en nœuds capables et incapables. Après, la méthode d'optimisation par colonies de fourmis est améliorée pour trouver les serveurs périphériques les plus efficaces qui seront inclus dans le chemin optimal en vue du déchargement d'une tâche dans le réseau. Ainsi, en temps réel, lorsqu'une tâche d'application est envoyée à un sous-réseau IoT, un serveur périphérique peut exécuter cette tâche dans son sous-réseau ou la décharger sur d'autres serveurs périphériques via le chemin optimisé. Les résultats de la simulation sur un échantillon réel de données de réseau démontrent que notre proposition se montre plus performante que les approches les plus récentes en termes de chemin optimal et de latence pour le déchargement des tâches, ainsi qu'en termes de durée de vie du réseau, de disponibilité des nœuds d'extrémité et de taux de succès des tâches.

Keywords: IoT, SIoT, Edge Computing, Service Discovery and Selection, Network Lifetime, Task Offloading, Cloud Computing, Neural Networks, Ant Colony Optimization.

Intelligent Mechanisms for Node Search and Task Offloading in the Internet of Things Networks

Abstract:

The Internet of Things (IoT) is an advanced paradigm of the Internet; it makes everything and everyone to be connected and interacted from anywhere, at any time, and using any path and network. This new paradigm is characterized by constraint objects and lossy networks, where the available resources are limited, and the network structure is unstable. It is overpopulated by a large number of networks, millions of objects, and a huge number of services and interactions. Furthermore, based on the IoT concept, a new mechanism of communication among objects is adopted, named Social Internet of Things (SIoT), where the objects can create relationships as human being do to provide or to consume a given service. In this thesis, we studied three research questions: first, search and select a service for the user in an IoT network. This problem concerns responding to the user requirements from a large set of provider objects with high accuracy, a short period of time, and low energy consumption. Second, search and select a service for the nodes in a SIoT network. This problem concerns the creation of a SIoT network and responding to the node requirements with a short period of time and low energy consumption. Third, executing and offloading a task for the user/object in collaborative edge computing in IoT. This problem concerns finding the most capable nodes and efficient edge servers to execute the task considering the execution time and the energy consumption.

In this context, we have proposed three contributions. In the first one, we proposed an approach for service discovery and selection in the IoT. The discovery phase is performed by an edge server using a neural network. The selection phase is performed by nodes to select the adequate node from the set of relevant nodes using Ant Colony Optimization (ACO). The simulation results show high performance in terms of accuracy (96.5%) and a longer network lifetime for the discovery and selection phases, respectively, as well as a short period of time for both phases. In the second one, we proposed an approach that improves the network navigability, speeds up the search process, and increases the network lifetime. This approach aims at creating groups dynamically by nodes where each group has a master node, second, using a consensus algorithm between master nodes to agree with a specific capability, finally adopting a friendship selection method to create a social network. Thus, the friends will be sorted periodically for creating a balance between the energy consumption and the rapid search process simultaneously. Simulation results on the Brightkite location-based online social network dataset demonstrate that our proposal outperforms baseline methods in terms of network navigability, path length to reach the providers, and network lifetime. In the third contribution, we proposed a new mechanism that allows tasks to be executed by the most capable constrained nodes and offloaded to the efficient edge servers. First, each edge server clusters the constrained nodes within its sub-network into capable and incapable nodes. Second, Ant Colony Optimization (ACO) is improved to find the efficient edge servers that will be included in the optimized path for a task offloading in the network. After that, during the real-time process, when an application task is sent to an IoT sub-network, an edge server can execute this task within its sub-network or offload it to other edge servers via the optimized path. Simulation results on a real network data set demonstrate that our proposal outperforms the state-of-the-art approaches in terms of both the optimal path and latency for task offloading, network lifetime, availability of end nodes, and task success rate.

Keywords: IoT, SIoT, Edge Computing, Service Discovery and Selection, Network Lifetime, Task Offloading, Cloud Computing, Neural Networks, Ant Colony Optimization.