



université PARIS-SACLAY

SYSTÈME DE GESTION DE FLUX POUR L'INTERNET DES OBJETS INTELLIGENTS PAR BENJAMIN BILLET

Présentée par : Benjamin Billet Discipline : informatique Laboratoire : INRIA

Résumé :

L'Internet des objets (ou IdO) se traduit à l'heure actuelle par l'accroissement du nombre d'objets connectés, c'est-à-dire d'appareils possédant une identité propre et des capacités de calcul et de communication de plus en plus sophistiquées : téléphones, montres, appareils ménagers, etc. Ces objets embarquent un nombre grandissant de capteurs et d'actionneurs leur permettant de mesurer l'environnement et d'agir sur celui-ci, faisant ainsi le lien entre le monde physique et le monde virtuel.

Spécifiquement, l'Internet des objets pose plusieurs problèmes, notamment du fait de sa très grande échelle, de sa nature dynamique et de l'hétérogénéité des données et des systèmes qui le composent (appareils puissants/peu puissants, fixes/mobiles, batteries/alimentations continues, etc.). Ces caractéristiques nécessitent des outils et des méthodes idoines pour la réalisation d'applications capables (i) d'extraire des informations utiles depuis les nombreuses sources de données disponibles et (ii) d'interagir aussi bien avec l'environnement, au moyen des actionneurs, qu'avec les utilisateurs, au moyen d'interfaces dédiées.

Dans cette optique, nous défendons la thèse suivante : en raison de la nature continue

des données (mesures physiques, évènements, etc.) et leur volume, il est important de considérer (i) les flux comme modèle de données de référence de l'Internet des objets et (ii) le traitement continu comme modèle de calcul privilégié pour transformer ces flux. En outre, étant donné les préoccupations croissantes relatives à la consommation énergétique et au respect de la vie privée, il est préférable de laisser les objets agir au plus près des utilisateurs, si possible de manière autonome, au lieu de déléguer systématiquement l'ensemble des tâches à de grandes entités extérieures telles que le cloud.

À cette fin, notre principale contribution porte sur la réalisation d'un système distribué de gestion de flux de données pour l'Internet des objets. Nous réexaminons notamment deux aspects clés du génie logiciel et des systèmes distribués : les architectures de services et le déploiement. Ainsi, nous apportons des solutions (i) pour l'accès aux flux de données sous la forme de services et (ii) pour le déploiement automatique des traitements continus en fonction des caractéristiques des appareils. Ces travaux sont concrétisés sous la forme d'un intergiciel, Dioptase, spécifiquement conçu pour être exécuté directement sur les objets et les transformer en fournisseurs génériques de services de calcul et de stockage.

Pour valider nos travaux et montrer la faisabilité de notre approche, nous introduisons un prototype de Dioptase dont nous évaluons les performances en pratique. De plus, nous montrons que Dioptase est une solution viable, capable de s'interfacer avec les systèmes antérieurs de capteurs et d'actionneurs déjà déployés dans l'environnement.

Abstract :

Nowadays, the Internet of Things (IoT) is characterized by a massive increase of networked Things, i.e., devices provided with their own identity and advanced computation and networking capabilities: smartphones, smart watches, smart home appliances, etc. These Things embed more and more sensors and actuators that enable them to sense and affect their environment, enabling the physical world to be linked with the virtual world. Specifically, the IoT raises many challenges such as a very large scale, a highly dynamic environment and a strong heterogeneity (e.g., powerful versus resource-constrained devices, mobile versus fixed devices, continuously-powered versus battery-powered devices, etc.). These challenges require new systems and techniques for developing applications that are able to (i) collect data from the numerous data sources of the IoT and (ii) interact both with the environment through actuators and with the users through dedicated GUIs.

To this end, we are defending the following thesis: given the continuous nature and the huge volume of data produced by sensors (measurements and events), we must consider (i) data streams as the reference data model for the IoT and (ii) continuous

processing as the reference computation model for processing these data streams. In addition, knowing that privacy preservation and energy consumption are increasingly critical concerns, we claim that all the Things should be autonomous and work together in restricted area, instead of shifting systematically the computation logic into powerful servers or into the cloud.

For this purpose, our main contribution can be summarized as designing and developing a distributed data stream management system for the IoT. In this context, we revisit two fundamentals aspects of software engineering and distributed systems: service-oriented architecture and task deployment. Regarding this two aspects, we address the problems of (i) accessing the data streams through services and (ii) deploying continuous processing tasks automatically, given the characteristics of both tasks and devices. This research contributions go along with a middleware layer called Dioptase, designed to run on the Things and abstract them as generic devices that can be dynamically assigned communication, storage and computation tasks according to their available resources. In order to validate the feasibility and the relevance of our work, we implemented a prototype of Dioptase and evaluated its actual performance. In addition, we show that Dioptase is a realistic solution which can work in cooperation with legacy sensors and actuators networks that are already deployed in the environment.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Julien BOURGEOIS, Professeur des Universités, à l'Université de Franche-Comté/Institut Femto-ST - UMR CNRS 6174 - Montbéliard - Rapporteur

Nathalie MITTON, Chargée de Recherche, à l'INRIA Lille Nord-Europe/Equipe Self-Organizing Future Ubiquitous Networks (FUN) - Villeneuve-d'Ascq - Rapporteur

Valérie ISSARNY, Directeur de Recherche, à l'INRIA/Equipe Middleware on the Move (MiMove) - Le Chesnay -Directeur de thèse

Silvia GIORDANO, Professeur des Universités, à l'Université des Sciences Appliquées - Manno (Suisse) - Examineur

Philippe PUCHERAL, Professeur des Universités, à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire Parallélisme, Réseaux, Système, Modélisation (PRISM) - Versailles - Examineur

Françoise SAILHAN, Maître de Conférences, au CNAM/Laboratoire Centre d'Etude et De Recherche en Informatique et Communications - EA 4629 - Paris - Examineur

Contact : dredval service FED : theses@uvsq.fr