

PADAWAN: a Proxy for All Devices Accessing the World And Neighbourhood

Tuyêt Trâm DANG NGOC (Laboratoire ETIS – Université de Cergy-Pontoise)

Nadjib ACHIR et Khaled BOUSSETTA (Laboratoire L2TI – Université de Paris 13)

Dans un monde informatique ubiquiste, des millions d'équipements sont reliés entre eux et répandus dans le monde entier. Nous pouvons considérer ces équipements comme les noeuds d'un immense graphe orienté, dynamique et non connecté :

- un **graphe**, car composé de noeuds (sources de données, terminaux clients) reliés par des arcs (liens filaire/ radio)
- **orienté** car les transmissions entre les noeuds peuvent être mono-directionnel ou bi-directionnel.
- **dynamique**, car des noeuds peuvent apparaître, disparaître et se déplacer dans le graphe au fur et à mesure que les équipements s'éteignent, sont raccordés ou que les équipements mobiles se déplacent.
- **non connectés**, comme conséquence du point précédent. À un instant donné, certains noeuds du graphe ou certains sous-graphes peuvent être inaccessibles.
- et enfin **immense**, car ce graphe inclut tout l'Internet et le monde environnant.

Dans un tel graphe, les noeuds peuvent être classés en trois catégories principales :

- les **sources de données** qui fournissent des données aux autres noeuds du graphe. Ce sont les SGBD, sites web, systèmes de fichiers, capteurs, etc.
- les **applications clientes** qui récupèrent des données depuis d'autres noeuds du graphe. Ce sont les diverses IHM, applications Web, terminaux, etc.
- certains noeuds du graphe sont à la fois clients et sources, et sont appelés **proxy**. Un proxy récupère des données d'un ou plusieurs noeuds, effectuent d'éventuelles opérations sur ces données et transmet les résultats aux autres noeuds du graphe. On trouve dans cette catégorie les *middleware* tel que les médiateurs.

Les liens du graphe forment l'infrastructure du graphe. On y distingue plusieurs caractéristiques :

- les réseaux permanents et les réseaux ad-hoc.
- les réseaux filaire et non-filaire
- les réseaux basés sur TCP/IP et ceux non-basés sur TCP/IP

Si dans notre architecture plusieurs types de réseaux sont considérés, nous nous repons sur le fait que les réseaux TCP/IP (filaire ou non) ont largement été étudiés et sont pleinement fonctionnels. Notre intérêt du point de vue recherche réseaux se portera spécifiquement sur les réseaux sans-fils de capteurs.

La problématique est d'intégrer cette vision de l'informatique ubiquiste de sorte à permettre à n'importe quel utilisateur où qu'il soit dans le monde d'interroger n'importe quoi se situant n'importe où dans le monde. Autrement dit, comme gérer le graphe de façon à ce qu'un utilisateur avec n'importe quel type de profil puisse se connecter sur un noeud du graphe et accéder aux données disséminées sur les noeuds du graphe.

Cet objectif conduit à considérer deux aspects : l'infrastructure du réseau et la gestion des données.

Infrastructure Réseau

D'un point de vue technique, les réseaux de capteurs soulèvent de nouveaux challenges réseaux tels que le routage, la gestion énergétique, l'auto-configuration, la dissémination et la collecte des données ou encore le déploiement, etc. Dans le cadre du projet PADAWAN, nous nous sommes focalisés plus particulièrement sur le déploiement. En effet, un mauvais déploiement peut induire à une très mauvaise exploitation du réseau de capteurs, tel qu'une consommation abusive de l'énergie ou encore à une mauvaise connectivité entre les capteurs.

Dans le projet PADAWAN, nous prenons en compte les deux caractéristiques relatives au modèle de sensibilité de détection des capteurs et à la sensibilité demandée par chaque point de la zone de surveillance pour proposer un Algorithme de Déploiement Différencié (ADD). Notre proposition s'inspire des méthodes de représentation géométrique des objets 3D et du traitement d'images, appelé *maillage*. Généralement, le maillage permet une représentation (discrète) d'une image/forme, avec pour objectif que cette représentation soit la plus fidèle possible à l'image/forme originale. Pour permettre cette représentation en mailles de la zone à surveiller, nous avons opté pour un découpage en mailles hiérarchiques régulières, avec l'hypothèse que chaque sommet de maille corresponde à la position d'un capteur. Ici, le

terme hiérarchique signifie que chaque maille peut être subdivisée en plusieurs petites mailles, et le terme régulier signifie que toutes les mailles ont la même forme (triangle, rectangle, etc...). De ce fait, notre proposition consiste, dans un premier temps, en un découpage initial de la zone en une (deux) grande(s) mailles, en fonction de la forme de la maille sélectionnée (triangle ou rectangle). Par la suite, chaque maille peut être subdivisée en sous mailles (ajout d'un capteur), si l'erreur quadratique obtenue entre les sensibilités demandées dans la zone et les sensibilités obtenues par cet ajout de capteur, décroît. Les résultats obtenus jusqu'à présent nous ont permis de montrer que notre proposition reflète un déploiement plus réaliste des réseaux de capteurs que ce qui a été déjà proposé préalablement.

Après cette première étude sur le déploiement, nous concentrerons nos efforts futurs sur la prise en compte lors du déploiement de nouveaux paramètres spécifiques aux réseaux de capteurs, notamment la contrainte énergétique et la connectivité. L'objectif est de fournir une méthode de déploiement de réseaux de capteurs permettant de prendre en compte les besoins des applications en terme de contraintes de détection et d'acheminement de données, tout en garantissant une durée de vie maximale pour le réseau.

Gestion et Intégration de données

L'intégration de données dans un contexte aussi ouvert que celui de PADAWAN, conduit à se poser les problèmes suivants :

- **Hétérogénéité** : comment gérer différents types de sources ayant des modèles de données différents et des types de requêtes différents. Afin de tenir compte de l'hétérogénéité des sources, nous utilisons le modèle XML comme modèle commun dans lequel tous les types de données peuvent être traduits. Nous utilisons également XQuery comme langage de requête. Xquery est un langage de requête standardisé permettant d'interroger des documents XML de manière très riche et complète, avec des possibilités d'interrogation couvrant les besoins du monde des bases de données et du monde documentaire.
- **Profil client** : comment adapter la requête cliente suivant les droits d'accès, les préférences utilisateurs, et les capacités fonctionnelles du terminal
- **Localisation et routage** : comment localiser les données répondant à la requête et donc comment décrire les sources et les données qu'elles contiennent. Enfin, comment conduire l'évaluation de la requête à travers le graphe.
- **Distribution** : comment intégrer les données provenant de différentes localisations pour répondre à une requête.

Pour répondre à ces problématiques, nous définissons et étendons un modèle nommé TGV, permettant de modéliser une requête XQuery sur des documents XML. Le TGV est une structure originale qui :

- est suffisamment souple et riche pour supporter les spécifications complètes de XQuery non-typées
- est manipulable aisément à l'aide de règles de transformations extensibles
- possède un support d'annotation générique permettant de conserver n'importe quelle information portant sur l'évaluation de la requête (modèle de coût, description des sources de données, résultats intermédiaires), le routage de la requête (localisation des sources de données).
- peut-être fusionnée de sorte à supporter les vues. Un profil client étant considéré comme une vue, le TGV permet ainsi de répondre à ce besoin.

La validation des cas d'utilisation du W3C par le modèle TGV et l'adaptation de ce modèle aux besoins que nous venons de lister est une première contribution que nous avons apporté et qui a été validés par plusieurs articles.

Nous proposons également de considérer le graphe PADAWAN comme une plateforme multi-agents sur lequel le TGV en cours d'évaluation est un agent mobile se déplaçant sur les noeuds du graphe. De la sorte, les noeuds, constitués d'agents autonomes gérant les traductions de sources de données, profils clients, routages, etc. sont fortement dynamiques, indépendants et reconfigurables. Nous travaillons activement la validation de cette plateforme.

Enfin, pour nos travaux futurs, nous travaillons sur le routage des agents et la description des sources afin que les agents mobiles puissent se mouvoir de façon optimale dans le graphe.

Scénario

Afin de valider nos travaux, nous nous basons sur le scénario de la coordination de déploiement d'équipes de secours après une catastrophe (incendie, séisme, etc.). Dans ce cadre, divers capteurs sont déployés et leurs informations doivent être intégrés avec d'autres sources d'information (SGBD, web, flux RSS, etc) afin de permettre à des utilisateurs avec différents profils (pompiers, presse, etc.) de s'informer.