



Sujet de stage : Représentation des objets physiques couplés sur une structure d'arbre projetée une mémoire physique discontinue et de taille limitée.

Equipe Projet INRIA : ACES (INRIA Rennes Bretagne Atlantique)

Encadrants : Michel Banâtre et Fabien Allard

Contact : banatre@irisa.fr

Durée : 3 mois. (à partir du 01/06/2010)

Contexte

La plupart des travaux de l'EPI ACES dans le domaine de l'informatique ambiante repose sur la manipulation et l'interaction directe d'objets physiques entre eux. Avec les systèmes d'informations spatiaux nous avons proposé tout un environnement pour gérer ces interactions [1]. Cependant les seuls objets physiques considérés sont des objets élémentaires, alors qu'il existe des situations pour lesquelles un traitement ne peut se déclencher que sur la présence d'un objet physique complexe, i.e. composé de plusieurs objets physiques élémentaires. Pour bien comprendre le problème, prenons un exemple simple de la vie courante, celui d'un garage sécurisé pour vélos personnels dans lequel tout un chacun peut déposer ou reprendre son vélo. La solution que nous proposons à ce problème est de disposer à l'entrée du garage d'une porte dont la « clé » est physiquement constituée par le vélo et son propriétaire. Dans ce cas, (i), le propriétaire ne peut entrer dans le garage que s'il est avec son vélo, ou bien si son vélo est déjà à l'intérieur ; (ii) de même, le propriétaire ne peut quitter le garage que s'il a laissé son vélo à l'intérieur, ou s'il le quitte avec son vélo. Le vélo et son propriétaire constituent alors un objet physique couplé dont l'existence/intégrité est nécessaire pour l'ouverture de la porte. De façon générale vérifier l'existence d'objets physiques couplés en des points de contrôle identifiés peut engendrer des traitements qui concernent la vérification de propriétés de sûreté/sécurité ou d'intégrité [2].

Intuitivement, dans l'exemple précédent, la mise en œuvre du couplage repose sur l'instrumentation du vélo et de son propriétaire à l'aide de mémoires Radio-Fréquence (ou mémoires RF). Le couplage est réalisé via le calcul d'une signature rangée de manière répartie sur tout ou partie des mémoires RF attachées au vélo et/ou à son propriétaire. Ainsi, les informations de sécurité portées par le vélo et son propriétaire sont autosuffisantes (il n'y a pas de base de donnée, ni de système d'information).

Ce principe est aussi bien connu dans les réseaux de transmission de données "à paquets" dans lesquels on découpe l'information en paquets transmis indépendamment les uns des autres. Le récepteur les réassemble à l'arrivée tout en vérifiant l'intégrité. Les technologies issues de l'informatique diffuse permettent d'appliquer des principes similaires sur des objets de la vie courante, en s'appuyant sur les technologies de Ra-

dio Fréquence (RF), pour coupler entre eux les objets et vérifier, le moment venu, leur intégrité. Nous en décrivons brièvement le principe.

L'opération première est celle qui consiste à coupler des objets/fragments physiques entre eux pour former un seul objet physique couplé. Pour réussir cet « assemblage », il faut instrumenter les objets/fragments. Pour ce faire, une mémoire RF est associée à chaque objet/fragment de l'ensemble. Une fois cette instrumentation réalisée, il reste maintenant à les assembler, c'est à dire de créer des liens entre chacun de ces objets. Cette opération s'effectue automatiquement lors du passage dans une zone physique prédéterminée, dans laquelle les mémoires RF peuvent être lues et/ou écrites comme par exemple au passage d'un portique [3]. Elle consiste à calculer une signature numérique à partir des informations contenues dans chacune des mémoires RF présentes dans la zone, puis de recopier cette signature de façon distribuée dans tout ou partie de ces mémoires. Une fois qu'ils ont quitté cette zone, les objets sont totalement indépendants, mais, si l'un des objets se trouve dans une zone physique de contrôle, le système vérifie immédiatement si les autres objets « associés » sont aussi présents. Si tel est le cas, l'intégrité est vérifiée, s'il manque un seul ou plusieurs objets, le système signale l'exception « objet non intègre » dont le traitement dépend de l'application considérée.

L'étude des objets physiques couplés soulève bon nombre de problèmes de recherche tout à fait nouveaux sur lesquels nous travaillons aujourd'hui. Ils concernent en particulier, la représentation des arbres d'objets couplés sur des mémoires physiques discontinues et de taille limitée, la notion d'espace d'adressage physique dynamique, la protection et les relations avec les mécanismes de sécurité/sureté actuels, les architectures matérielles, les plates-formes d'expérimentation. A ceci, il y a les domaines d'application sur lesquels nous avons déjà beaucoup investi.

Sujet du stage

Les objets couplés sont modélisés par des graphes orientés représentés sous forme d'arbres : les nœuds représentent l'objet couplé lui-même et les feuilles les objets physiques le composant. Vérifier l'intégrité d'un objet couplé revient à parcourir l'arbre dont la racine est le nœud représentant l'objet couplé considéré. De plus il est possible de créer des objets couplés composés à la fois d'objets physiques et d'objets couplés. Cela se traduit par des arbres de hauteur supérieure à 2.

Nous nous sommes posés le problème de parcourir de tels arbres uniquement à partir des données contenues dans les mémoires de taille limitée des objets physiques, c'est-à-dire les feuilles de l'arbre. Un prototype pour des arbres simples (degré des sommets limité à 2) a été réalisé. Nous souhaitons généraliser notre prototype à tous les types d'arbres.

L'objectif de ce stage est d'étudier des arbres d'objets couplés ayant les contraintes suivantes :

- Seules les feuilles de l'arbre disposent de mémoire qui est de taille limitée. Pour le stage on fixera cette limite à 512 bits (taille des étiquettes RF les plus utilisés)
- Chaque feuille/étiquette possède un identifiant unique non modifiable.



- Un arbre incomplet ne peut être complété sans que cela ne soit détecté lors du parcours, (éviter les malveillances). Il est important de remarquer qu'il est possible de rendre la mémoire des étiquettes non réinscriptibles.
- Pour tout sous-arbre il doit être possible d'effectuer le parcours uniquement à partir des données des feuilles de ce sous-arbre.

Il sera demandé au stagiaire en premier une étude théorique avec rédaction d'un document décrivant le modèle proposé. , L'objectif final étant d'intégrer son travail au sein du prototype existant, le stagiaire aura à sa disposition tout le matériel nécessaire à la mise en œuvre et l'évaluation de ses propositions

Bibliographie :

[1] Michel Banâtre Ciaran Bryce, Paul Couderc, Frédéric Weis
Informatique Diffuse: des concepts à la réalité,
Hermes Publishing, 2007.

[2] Michel Banâtre, Fabien Allard et Paul Couderc
Ubi-Check: a pervasive integrity checking system
in proc of 2nd int conf. on smart space and community- RuSmart'09, LNCS, Sept 2009.

[3] Alberto Rosi, Marco Mamei and Franco Zambonelli
Browsing the World with RFID Tags : Design and Implementation of an RFID-Based Distributed Environmental Memory
In RFID Handbook, Applications, Technology, Security and Privacy (S. Ahson, M. Ilyas, Eds), CRC Press 2008