

Sujet: Un environnement distribué pour les agents mobiles et les réseaux de capteurs

Nom du tuteur : Mohamed Mosbah, Akka Zemmari

mosbah@labri.fr

Nom et adresse du laboratoire d'accueil : LaBRI – 351 Cours de la Libération, 33405 Talence

Descriptif synthétique (maximum 10 lignes) :

L'objectif de cette thèse est de définir et d'étudier un modèle d'algorithmique distribuée, permettant la prise en compte de la mobilité. Nous nous intéressons particulièrement aux modèles à base d'agents mobiles et aux réseaux de capteurs. On considère un réseau de processeurs représenté par un graphe où les sommets modélisent les processeurs et les arêtes les liens de communication entre processeurs. On se donne également un ensemble d'agents mobiles qui se déplacent dans le réseau, d'un processeur à un autre selon un modèle fixé (agents avec ou sans mémoire, marche aléatoire,...), et qui seront positionnés au départ sur des sommets initiateurs. On suppose que chaque processeur peut (éventuellement) effectuer un calcul interne, mais ne peut pas effectuer une règle de calcul avec ses voisins. C'est seulement quand un agent arrive sur un processeur qu'une étape de calcul peut être effectuée. L'agent peut donc accéder à l'état d'un sommet et aux états de ses voisins, et exécuter une règle de calcul. Nous nous intéressons à la puissance de ces modèles et à la classification des problèmes et des solutions en tenant compte d'hypothèses sur le réseau et sur les agents.

Présentation scientifique du projet:

---

Le paysage informatique est entrain de muter vers le distribué. Désormais, il est difficile d'envisager le fonctionnement d'un ordinateur seul, sans qu'il interagisse ou coopère avec d'autres ordinateurs à travers un réseau et éventuellement avec une connexion temporaire, voire mobile. En raison de la complexité des environnements distribués, il est de plus en plus admis que les modèles formels jouent un rôle important dans la description, la compréhension l'analyse et la vérification des systèmes et des applications répartis de manière rigoureuse, notamment dans les phases de conception, de validation et de tests. Ceci continue de stimuler une intense activité de recherche autour des modèles formels pour les systèmes distribués, et en particulier autour de l'algorithmique distribuée qui constitue le fondement des applications et des systèmes distribués.

Cependant, ces systèmes doivent répondre de plus en plus à de nouvelles exigences de qualité de service et à l'émergence de nouvelles applications comme le calcul sur la grille ; ce qui généralement se traduit par des impératifs de dynamisme et de mobilité. Si des solutions satisfaisantes existent pour des environnements distribués statiques, elles sont inadaptées dans le cas où le système devient dynamique (mobilité, évolution, modification de composants). En effet, la conception d'algorithmes distribués est traditionnellement fondée sur l'hypothèse d'un réseau dont la topologie est statique. Or les avancées récentes dans le domaine matériel ont permis la miniaturisation de systèmes microélectroniques et le développement des transmissions sans infrastructure établie, donnant naissance aux réseaux de capteurs. Ces réseaux suscitent un intérêt grandissant en raison de la simplicité de leur déploiement et du fort potentiel applicatif, avec entre autres, des domaines phares tels que la surveillance de mouvement de population et de zones géographiques.

L'objectif de cette thèse est de définir et d'étudier un modèle à base d'agents mobiles pour l'exécution et l'implémentation d'algorithmes distribués codés par des calculs locaux. On considère un réseau de processeurs représenté par un graphe où les sommets modélisent les processeurs et les arêtes les liens de communication entre processeurs. On se donne également un ensemble d'agents mobiles qui se déplacent dans le réseau, d'un processeur à un autre selon un modèle fixé (agents avec ou sans mémoire, marche aléatoire,..), et qui seront positionnés au départ sur des sommets initiateurs. On suppose que chaque processeur peut (éventuellement) effectuer un calcul interne, mais ne peut pas effectuer une règle de calcul avec ses voisins. C'est seulement quand un agent arrive sur un processeur qu'une étape de calcul peut être effectuée. L'agent peut donc accéder à l'état d'un sommet et aux états de ses voisins, et exécuter une règle de calcul (il peut d'ailleurs porter les règles de calculs avec lui).

La première partie du travail consiste à faire un état de l'art des modèles d'agents (avec ou sans mémoire, aléatoires, ..) et de les adapter au contexte des calculs locaux à l'aide de quelques exemples (arbres recouvrants, élection, ...). Il s'agit ensuite de comparer leurs puissances entre eux mais aussi avec celle d'un modèle classique (sans agent), et déterminer les algorithmes qui seront adaptés à chaque modèle. Enfin, les agents semblent convenir à l'exécution d'algorithmes distribués dans un environnement dynamique ; c'est d'ailleurs l'une des motivations d'étudier ce modèle puisqu'un agent peut découvrir le contexte d'un sommet au moment où il le visite. L'algorithmique distribuée classique fait souvent l'hypothèse que le réseau sous-jacent est statique.

L'autre modèle auquel on s'intéresse concerne l'algorithmique distribuée pour les réseaux de capteurs. On considère un ensemble d'agents mobiles (appelés aussi capteurs, robots, ou en anglais : sensors) qui se déplacent sans graphe sous-jacent. Une étape de calcul se fait entre deux capteurs lorsqu'ils sont suffisamment proches. Dans ce cas, ce ne sont pas les composants du graphe (nœuds et sommets) qui propagent les calculs, mais les capteurs eux mêmes. Plusieurs groupes de recherche d'algorithmique distribuée (e.g. Lynch) sont actuellement très actifs pour mettre en place des modèles de calcul distribué pour les réseaux de capteurs. Nous pensons que nos travaux autour des calculs locaux peuvent être étendus aux réseaux de capteurs, et nous avons déjà commencé à avoir quelques résultats.

Ce travail comporte également une partie appliquée qui consiste à développer une plate-forme d'expérimentation et de tests d'algorithmes distribués exécutés par des agents mobiles en utilisant l'environnement logiciel de Visidia. Il s'agit de confronter ce modèle à une implantation concrète.

Résultats attendus : nous attendons des résultats dans le domaine de l'algorithmique distribuée à base d'agents mobiles, résultats pouvant montrer l'utilité ou non d'agents mobiles et aboutissant à une classification des solutions algorithmiques aux problèmes classiques (en tenant compte de la nature des graphes considérés : topologie, aspects dynamiques, etc) et à des études de complexité. Nous attendons également des résultats pour des problèmes spécifiques aux réseaux de capteurs, et l'étude de la puissance de ce modèle.