

Activités de recherche

Allocation des ressources dans les systèmes distribués

L'allocation distribuée des ressources est l'un des paradigmes des problèmes de contrôle rencontrés dans les systèmes distribués. Ce travail traite des algorithmes distribués d'allocation de l'accès exclusif aux ressources critiques du système distribué.

Le premier travail de recherche était d'étudier les divers algorithmes distribués d'exclusion mutuelle dans un contexte réparti.

Nous savons qu'il existe deux classes d'algorithmes d'exclusion mutuelle : une classe d'algorithmes à consensus, et une deuxième classe d'algorithmes à jeton.

Les algorithmes à consensus sont présentés par :

- Lamport en 1978, et qui nécessite $3(n-1)$ messages où n est le nombre de processus du système distribué.
- Ricart et Agrawala en 1981 et qui nécessite $2(n-1)$ messages
- Carvalho et Roucairol en 1983 avec n messages.
- Maekawa en 1985 avec un nombre de messages compris entre $3\sqrt{n}$ et $5\sqrt{n}$.

Les algorithmes à jeton sont présentés par :

- LeLann en 1977, un algorithme utilisant un jeton circulant sur un anneau virtuel.
- Suzuki et Kasami en 1983 avec un nombre de messages $O(n)$ ou n .

Nous avons présenté, en 1987, un algorithme distribué d'exclusion mutuelle à jeton et basé sur une structure arborescente avec compression des chemins. Cet algorithme nécessite un nombre moyen de messages de l'ordre de $O(\log(n))$.

Cet algorithme a été étudié par plusieurs équipes de recherche pour démontrer sa complexité, ses propriétés du bon fonctionnement, l'implémentation des systèmes à objets distribués comme CORBA, et il est, actuellement, très utilisé dans les grilles de calcul.

Ensuite nous avons étendu l'étude de l'allocation de ressources à :

- Allocation de k ressources dans les systèmes distribués.

Nous avons développé trois nouveaux algorithmes distribués à k ressources.

Le premier algorithme dit circulaire est une généralisation à k ressources de l'algorithme de l'algorithme de LeLann. Cet algorithme fonctionne sur une structure logique statique de k anneaux et se base sur une stratégie de libération simultanée.

Le deuxième algorithme dit hiérarchique est une généralisation à k ressources de l'algorithme basée sur la structure arborescente. Cet algorithme fonctionne sur une structure logique dynamique de k arborescences et se base sur une stratégie d'allocation incrémentale.

Enfin, un algorithme à demande globale qui est une généralisation à k ressources de l'algorithme de Suzuki et Kasami. Cet algorithme est indépendant de toute structure logique et se base sur une stratégie d'allocation simultanée.

- L'exclusion mutuelle de groupes est une généralisation intéressante du problème de l'exclusion mutuelle. Ce problème a été présenté par Jung, et quelques algorithmes pour le problème ont été proposés en incorporant des algorithmes d'exclusion mutuelle. L'exclusion mutuelle de groupe se produit naturellement dans une situation où une ressource peut être partagée par des processus du même groupe, mais par des processus de différents groupes. Il est aussi appelé problème des philosophes parlant d'une même voix.

Un exemple d'applications intéressant est un serveur d'informations (films, documentations, etc...) sur un réseau plusieurs utilisateurs désirant accéder aux mêmes informations pourront le faire simultanément au lieu de le faire de manière séquentielle.

Des solutions efficaces, proposées dans le modèle à passage de messages et basées sur les quorums d'une part et sur la circulation de jeton d'autre part sont présentées dans ce travail.

Nous avons abordé aussi le problème de l'exclusion mutuelle de groupes sur les réseaux mobiles ad hoc et nous avons proposé un algorithme distribué tolérant aux fautes.

La dernière contribution dans ce domaine, concerne l'algorithme de Maekawa. Cet algorithme est basé sur le principe de quorum, et permet de résoudre le problème de la gestion des ressources dans un système distribué.

L'algorithme de Maekawa nécessite un nombre de messages compris entre $3\sqrt{n}$ et $5\sqrt{n}$, où n est le nombre de processus dans un réseau. Cet algorithme est caractérisé par la situation de l'interblocage qu'il atteint parfois.

Nous avons présenté une solution sans interblocage avec un nombre de message compris entre $2\sqrt{n}$ et $2\sqrt{n} + 1$. Cette solution n'utilise pas d'estampilles. Ce travail est en cours de soumission.

- Ordonnement des messages dans les systèmes distribués.

L'ordonnement des événements joue un rôle très important dans les systèmes distribués. Construction des points de reprise pour la tolérance aux fautes et la cohérence de données etc...

Nous avons abordé l'étude de la délivrance causale de messages dans les systèmes distribués à travers l'analyse de trois modes de communication: point à point, diffusion global (broadcast) et diffusion restreinte (multicast).

Nous avons défini le concept de phases causales, qui permet de réduire les temps de latence induits par les synchronisations globales ou locales. Les phases causales engendrent des découpages consistants des exécutions réparties, tout en ordonnant causalement des messages de phases différentes. Ce principe est également bien adapté à la mise à jour de données réparties par diffusions, en respectant leur consistance. Nous avons développé deux algorithmes d'ordonnement de messages par phases causales, l'un étant centralisé et l'autre permettant d'effectuer des changements de phases depuis un processus quelconque.

Ensuite, nous avons proposé dans la troisième partie deux algorithmes de délivrance causale et totale dans des groupes de processus mobiles pouvant se recouvrir. Le premier gère les diffusions restreintes dans des groupes ouverts en les créant virtuellement dès qu'un processus souhaite envoyer un message vers certains destinataires. Le second permet de réduire le nombre de communication en travaillant sur des groupes clos et dynamique.

Qualité de service et routage dans les réseaux

- Qualité de service dans les réseaux.

A cause du mode de communication asynchrone utilisé par les réseaux à haut débit tel que ATM, cette relation temporelle risque d'être rompue, ce qui entraîne un déséquencement de messages pendant la phase de livraison. En effet, l'acheminement des messages de communication entre les processus doit souvent respecter une relation d'ordre particulière. Parmi ces ordonnancements, nous en distinguons trois principaux: fifo, causal et total. Ces types d'ordonnement garantissent une contrainte naturelle qui est la relation de cause à effets, cependant ils ne supportent pas de contrainte temporelle imposée par les messages multimédias, d'où l'intérêt d'utiliser un autre concept de causalité appelé Δ -Causalité.

Nous nous sommes intéressés à la synchronisation multimédia dans un système de communication de groupes, où les membres peuvent simultanément restituer le même message temps réel, tout en respectant l'ordre causal de systèmes de communication. Nous avons présenté une étude de complexité des messages, de même nous avons étudié les propriétés de vivacité et de sûreté afin d'assurer une bonne qualité de service de l'application multimédia.

Ensuite, nous avons proposé un protocole de groupement dynamique, qui permet de résoudre le problème de la surcharge des processus durant la communication. Cela permet de réduire sensiblement le nombre de communications pour une diffusion restreinte donnée: seuls les membres du groupe construits de manière dynamique et virtuellement sont concernés. L'architecture hiérarchique en k -groupes permet d'une part de calculer la taille des buffers pour résoudre le problème de la gigue, et pour mieux contrôler la synchronisation des horloges locales et d'autre part,

de présenter un protocole de livraison causal en temps réel, où les membres de groupes peuvent simultanément restituer le même message.

Dans ce travail, nous avons, aussi, présenté un protocole de synchronisation virtuelle de groupes basé sur l'ordre causal en phase, pour gérer l'aspect dynamique de groupes. Cet ordonnancement causal par phase est utile pour tout programme nécessitant une synchronisation globale, dans le but est de garantir la livraison causale des messages en temps réel.

- **Qualité de Service dans les réseaux locaux sans fil basés sur le technologie IEEE 802.11.**

Les prochaines générations de réseaux locaux sans fil ou Wireless Local Area Network (WLAN) sont amenées à supporter différents types de services et trafics. Parmi ces services, les applications multimédias qui contrairement aux applications Web et de données, requièrent des garanties stricts des paramètres de Qualité de Service ou Quality of Service (QoS). Pour exemples: des délais de transfert dans les réseaux très minimes, une garantie de bande passante et un faible taux de perte de paquets.

Ce pendant, garantir ces contraintes dans un réseau WLAN n'est pas une tâche facile étant donné que le standard IEEE 802.11 ne fait aucune différenciation entre les flux. En effet, les couches MAC et physiques concernées par les spécifications IEEE 802.11 assurent seulement un transfert de données selon la stratégie best-effort.

Le standard IEEE 802.11 en effet, couvre les deux couches basses du modèle OSI (MAC et physique). La couche MAC propose deux mécanismes d'accès au Médium complètement différents: (1) un mécanisme distribué d'accès au canal ou Distributed Coordination Function (DCF), qui est exécuté indépendamment au niveau de chaque station sans fil; (2) un mécanisme basé sur un serveur central responsable de gérer l'accès au canal (Point Coordination Function PCF).

L'accès de base qui a fait la popularité des réseaux IEEE 802.11 est sans aucun doute DCF. Outre sa conception très simple, DCF permet de déployer un réseau sans fil en évitant tout besoin d'infrastructure et en ne nécessitant aucune gestion après le déploiement.

En considérant que la clé de garantie de QoS dans les réseaux IEEE 802.11 se situe au niveau des mécanismes d'accès au canal, notre travail par le biais de ce travail est de s'intéresser aux moyens d'améliorer la couche MAC 802.11 et particulièrement le mécanisme d'accès DCF, afin de supporter les trafics avec de fortes contraintes de QoS.

Plus concrètement, nos contributions sont organisées autour de deux axes:

- (1) l'optimisation des performances de l'algorithme Backoff Exponential Binary (utilisé par DCF) dans des environnements hostiles: un taux élevé de collision dû au grand nombre de stations dans les réseaux et un taux élevé de pertes de paquets dû aux interférences.
- (2) L'étude des concepts de QoS dans la couche MAC 802.11 par le biais de l'introduction: d'un nouveau protocole MAC 802.11 capable de gérer la QoS; une architecture inter couches au Cross Layer pour un paquet robuste et fiable des flux vidéos H.264 sur les réseaux IEEE 802.11.

- **Routage et hiérarchique dans les réseaux mobiles**

Les travaux de recherche, présentés ici, portent sur le routage hiérarchique basé sur le clustering ainsi que sur son application dans différents environnements pour offrir de meilleurs QoS aux applications multimédia et aux applications des RCSF. Plus concrètement, les contributions de ce travail sont comme suit:

- (1) Garantie de la QoS pour les applications multimédias sur Internet: cette contribution propose une architecture hiérarchique basée sur le clustering pour un routage multicast fiable et robuste des flux multimédia dans Internet, dénotée AHM. L'architecture AHM s'appuie sur la technique du: clustering pour résoudre le problème du passage à l'échelle, multicast pour optimiser le taux d'occupation de la bande passante.
- (2) Optimisation de la communication d'énergie dans les RCSF: cette contribution propose un protocole de routage hiérarchique basé sur le clustering, optimisation la consommation d'énergie

dans les RCSF, dénoté DECHP. Le protocole DECHP comprend deux phases : la phase de clustering, et la phase de formation de chemins de routage entre les CHs (CH-en-CH). Ce protocole permet d'optimiser la consommation d'énergie des capteurs en équilibrant la taille des clusters.

Ces divers travaux de recherche ont donné lieu à la soutenance de plusieurs Thèses de Doctorat, et plusieurs publications dans des revues et des conférences internationales.