
Réseaux et Performances

Fdida Serge

Anelli Pascal
Baynat Bruno
Dallery Yves
Dutheillet Claude
Horlait Eric
Roca Vincent
Soto Michel
Thai Kim Loan

Professeur, UPMC
Maître de Conférences, UPMC
Maître de Conférences, UPMC
Directeur de Recherche, CNRS
Maître de Conférences, UPMC
Professeur, UPMC
Maître de Conférences, UPMC
Maître de Conférences, Université Paris 5
Maître de Conférences, UPMC

ITA-IATOS

Picard Françoise
Saïd Clémentine

Ingénieur de recherche, CNRS
Secrétaire, UPMC

Personnel temporaire

Bourgin Pierre
Karaesmen Fikri
Moret Yan

Ingénieur, Alcatel
Post-doc, CEE
ATER, UPMC

Doctorants présents 80% du temps au LIP6

Allongue Sébastien (Soto/Horlait, 95)
Bouyer Manuel (Horlait, 96)
Deleuze Christophe (Fdida, 96)
Dracinski Anca (Fdida, 97)
Fourmaux Olivier (Fdida, 95)

Le Bihan Hervé (Dallery, 95)
Zouaoui Mohsen (Dutheillet/Haddad, 93)
Urvoy Guillaume (Dallery/Hébuterne, 96)
de Véricourt Francis (Dallery, 97)

Doctorants présents moins de 80% du temps au LIP6

Aidan Bruno (Horlait, 94)
Begdouri Ahlame (Horlait, 96)
Benabbou Faouzia (Horlait, 95)

Bouchaib Nassereddine (Horlait, 96)
Ssglauser Matthias (Bolot/Fdida, 94)
Hamchaoui Isabelle (Guillemin/Fdida, 95)

Associées au LIP6

Becker Monique
Atmaca Tulin
Gay Valérie
Logé Christophe
Kervella Brigitte

Professeur, INT
Maître de conférences, INT
Maître de conférences, Univ. d'Amiens
Maître de conférences, Univ. d'Amiens
Maître de conférences, Univ. d'Amiens

Le thème Réseaux et Performances s'intéresse depuis plusieurs années à la conception et l'analyse des réseaux de communication, ainsi qu'aux techniques de modélisation des systèmes informatiques et des systèmes de production. Les activités dans ce thème s'organisent autour de deux axes : Réseaux et Performances. Ces activités comprennent des études à caractère théorique et appliqué, permettant d'aborder des problèmes de différentes natures en associant les compétences et la sensibilité de chaque approche. L'interaction entre l'axe Réseaux et l'axe Performances est forte puisque plusieurs problématiques de recherche donnent lieu à des travaux complémentaires dans ces deux axes. Cette interaction est renforcée par le fait que plusieurs chercheurs du thème ont des activités dans ces deux axes.

Il est aujourd'hui largement reconnu que les réseaux de communication représentent une composante majeure de notre société qui va se renforcer et se diversifier à la fois, aussi bien dans le domaine des architectures de communication que dans celui des applications supportées. L'utilisation intensive du Web, l'explosion de l'Internet et des réseaux mobiles, l'apparition progressive de la vidéo, d'applications de travail coopératif et d'environnements de réalité virtuelle sont autant d'éléments qui nécessitent la construction de solutions pour permettre le bon fonctionnement du réseaux et des applications. Ce thème constitue un enjeu majeur pour les industriels et les utilisateurs.

Parmi ces problèmes, notre action à venir portera essentiellement sur deux axes. Le premier, initialisé depuis plusieurs années, vise à concevoir et expérimenter des protocoles et mécanismes de communications capables de garantir la qualité de service demandée par la variété des applications. Cette action, démarrée en 1992 dans le cadre du projet CESAME (CNET-CNRS) en collaboration avec des laboratoires publics et industriels, a permis d'amorcer des travaux sur la qualité de service, le contrôle des ressources du réseau et les communications multipoint. Elle s'est poursuivie ensuite dans le cadre du GDR-PRS et de projets d'expérimentation comme MIRIHADÉ (CNRS-INRIA) ou en association avec des partenaires industriels. En particulier, un support industriel lourd d'Alcatel et institutionnel du CNRS-NRC (Canada) se proposent d'étudier des aspects variés des architectures de communication adaptées au multimédia. Ce type d'activité se développera à l'avenir dans le but de concevoir et démontrer les solutions proposées sur une plate-forme nationale à haute vitesse. Nous avons joué un rôle moteur dans la mise en œuvre des différents projets nationaux sur les architectures de communication multi-média et les plates-formes d'expérimentation. Le deuxième axe concerne les environnements de réalité virtuelle. Ils sont amenés à jouer un rôle de plus en plus important dans notre société car leurs domaines d'application recouvrent la plupart des activités humaines. Les environnements de réalité virtuelle possèdent deux propriétés qui leur permettent d'occuper une place stratégique parmi les hautes technologies. La première est qu'ils constituent une interface de choix avec les utilisateurs pour leur faciliter l'accès à cette haute technologie. La seconde est qu'ils représentent un carrefour sans précédent pour de nombreux domaines de pointe tels que les réseaux de communication, le multi-média, l'image de synthèse, l'IAD, les systèmes répartis, sans parler des sciences humaines comme la psychologie, la sociologie, la philosophie pour lesquelles ils constituent de nouveaux terrains d'étude, d'expériences et de réflexion. Cette dernière propriété dote ces environnements d'une caractéristique intégratrice et fédératrice très intéressante. Notre action dans ce domaine a débuté en 1993 et s'est renforcée en 1994. Nous avons défini un cadre cohérent de concepts pour la conception et la réalisation des environnements de réalité virtuelle dotés de capacité d'interopérabilité. Ceci afin de permettre à des utilisateurs, travaillant sur des environnements différents, de coopérer ou

d'échanger des objets virtuels. Ces concepts sont en cours de validation par la réalisation du prototype NOVÆ (Networked Open VirtuAl Environments). Nous sommes également engagés dans un cadre industriel avec Alcatel Alsthom Recherche pour l'application de la réalité virtuelle à la visualisation et la gestion de systèmes complexes. Au plan international, l'axe réalité virtuelle participe à un projet franco-canadien commun au CNRS et au NRC (National Research Council) d'une durée de 3 ans. Ce projet est une investigation de la gestion d'agents mobiles pour les applications multimédia et réalité virtuelle en réseaux hétérogènes. Dans ce projet, l'axe réalité apporte son expérience en matière d'interopérabilité et participe à la réalisation d'un prototype.

Les projets en performances visent d'une part à développer des techniques pour l'analyse de systèmes à événements discrets (SED), et d'autre part à répondre à des problèmes d'évaluation de performances et d'optimisation pour des applications particulières, principalement les réseaux de communication et les systèmes de production. Ces études font appel aux outils complémentaires que sont, d'une part la simulation et d'autre part les méthodes analytiques. Les réseaux de communication comme les systèmes de production sont des systèmes à événements discrets complexes. Il est donc indispensable de disposer d'outils permettant d'analyser et d'optimiser le comportement de ces systèmes, que ce soit lors de leur conception ou lors de leur exploitation. Les études appliquées aux réseaux concernent les problèmes de contrôle de congestion et de modèles d'architecture. Celles appliquées aux systèmes de production portent sur le dimensionnement de lignes de production et de lignes d'assemblage, ainsi que sur l'optimisation de systèmes de gestion de type kanban. Ces études sont supportées par des projets concernant le développement de techniques d'analyse qualitative et quantitative de classes particulières de systèmes à événements discrets.

L'objectif pour les années à venir est de maintenir un axe de recherche important sur les travaux théoriques concernant l'analyse qualitative et quantitative des systèmes à événements discrets. Cependant nous souhaitons développer encore plus les études à caractère appliqué. Celles concernant les réseaux à haut débit pour lesquelles l'interaction avec les projets en réseaux de notre thème est bien sûr un atout essentiel, mais aussi celles portant sur les systèmes de production. Sur ce dernier thème, nous avons acquis une reconnaissance nationale et internationale à travers le développement de modèles mathématiques d'aide à la décision. Un effort particulier portera maintenant sur la valorisation de nos travaux auprès de partenaires industriels. Une première illustration de ces efforts se traduit déjà par notre participation à un projet européen BRITE-EURAM dans lequel plusieurs industriels sont impliqués.

Bilan synthétique des recherches

Recherche en Réseaux

Les projets en Réseaux développés dans notre thème traitent, d'une part, des techniques de communication haute vitesse et d'autre part, des applications multi-média et de réalité virtuelle qu'elles permettent d'envisager. L'évolution des services réseau liée aux capacités des nouvelles technologies crée un nouveau paradigme pour le support d'applications associant des trafics de nature différente, et de multiples interlocuteurs. Ainsi, une révision importante à la fois des mécanismes, services et protocoles de communication utilisés aujourd'hui s'avère nécessaire pour assurer le bon fonctionnement des infrastructures haute vitesse et le support de ces nouveaux applicatifs. Des techniques telles que l'ATM ou l'Internet large bande, apparaissent comme les solutions dominantes des prochaines années. Elles devront fournir un moyen de transfert unique pour des informations de types variés (données, images, voix, etc.), mais nécessitent une maîtrise importante des ressources mises

en œuvre afin d'assurer à la fois une utilisation efficace des moyens de communication (bande passante) et une garantie des services demandés par les utilisateurs (délais, gigue, débit, pertes, etc.).

Il convient alors de préparer ces architectures distribuées, associant réseaux, systèmes et applications, en développant des travaux de recherche fondamentaux et des expérimentations. Les premières études se sont efforcées d'imaginer comment amener les protocoles actuels à travailler à des vitesses compatibles avec celles réclamées par les applications, et aussi d'exploiter efficacement la bande passante maintenant accessible. Depuis, les réseaux à haut débit traduisent bien d'autres concepts et fonctionnalités indispensables pour le support des applications, et peu abordés jusqu'à récemment. Les applications constituent le moteur de la conception d'une architecture de réseau numérique à intégration de services. En conséquence, il faut que ce dernier soit doté, dès sa conception, des fonctions requises par les applications. Nous pouvons dès maintenant affirmer qu'une part importante d'entre elles seront coopératives et multi-média. L'objectif principal de nos travaux est d'explorer, concevoir et analyser les futures générations de protocoles qui permettront le support d'applications multi-média coopératives à qualité de service garantie.

Le caractère à la fois multidisciplinaire et hétérogène de la réalité virtuelle constitue un sérieux défi au regard du concept d'interopérabilité admis par tous mais rarement défini. Notre travail de recherche a été d'apporter de nouveaux paradigmes. Ces derniers se doivent d'être unificateurs au niveau de l'application mais aussi utilisables au niveau des ressources informatiques supportant l'application, en particulier la bande passante du réseau et la CPU. Notre démarche repose sur la sémantique des mondes virtuels et des objets qui les composent avec pour point de les actions des objets et les réactions du monde virtuel. Action et réaction sont décrites dans un formalisme unique qui nous permet de prévoir et de calculer le comportement des objets virtuels lorsqu'ils sont amenés à fonctionner hors de leur monde natif. L'interopérabilité est conçue comme un service dont la qualité est calculable de façon naturelle avec notre formalisme, et exprimée en taux de compatibilité sémantique entre mondes virtuels. Lorsque le taux de compatibilité sémantique est insuffisant des techniques d'apprentissage sont mises en œuvre pour élever ce taux. Par ailleurs, nous pouvons extraire automatiquement des critères sémantiques d'équilibrage de charge pour le placement des objets virtuels et pour l'optimisation de l'utilisation de la bande passante du réseau.

Recherche en Performances

Nous nous intéressons aux problèmes de modélisation, évaluation de performances, commande et optimisation de systèmes à événements discrets (SED). Notre activité comprend à la fois des études à caractère théorique sur les systèmes à événements discrets, et des études à caractère appliqué sur les systèmes de production et les réseaux de communication. Ces systèmes ont un comportement complexe qui entraîne un besoin croissant de méthodes d'analyse et d'optimisation, tant au niveau de la conception qu'au niveau de l'exploitation.

Nos travaux de recherche s'organisent autour de trois axes principaux :

- analyse qualitative et quantitative de systèmes à événements discrets ;
- modélisation, évaluation de performances, gestion et optimisation de systèmes de production ;
- modélisation, évaluation de performances et contrôle de réseaux de communication.

Les recherches sur l'analyse quantitative de systèmes à événements discrets portent principalement sur le développement de méthodes analytiques. Nous nous intéressons à des systèmes à événements complexes comportant des mécanismes tels que buffers à capacité finie, synchronisation, contrainte de population, etc. Pour de tels systèmes, il n'est en général pas possible d'obtenir une solution analytique exacte. La seule approche possible est alors de développer des méthodes approchées. Les travaux que nous menons concernent le développement d'une méthode générale d'approximation permettant d'analyser une large classe de systèmes à événements discrets. Notre approche repose sur l'utilisation d'une technique de solution à forme produit approchée. Pour ce qui est de l'analyse qualitative, nous nous intéressons d'une part à l'analyse de la vivacité dans les réseaux de Petri colorés et d'autre part nous travaillons sur la définition d'un langage permettant d'exprimer des propriétés de performances très générales sur un système, ainsi que sur les méthodes d'évaluation de ces propriétés.

Un axe de recherche important concerne le développement de méthodes analytiques d'évaluation de performances de systèmes de production dans lesquels les machines sont sujettes à des pannes et dont les buffers sont à capacité finie. Ces méthodes sont utiles dans des problèmes de dimensionnement de systèmes de production (lignes de production, lignes d'assemblage, etc.). Nous avons développé une méthode relativement simple et assez générale qui donne des résultats dont la précision est suffisante pour résoudre des problèmes de conception. Cette méthode repose sur la décomposition du système de production en un ensemble de sous-systèmes comportant deux machines séparées par un stock intermédiaire. Cette méthode a été testée sur de nombreux exemples et mise en œuvre dans le cas d'une application industrielle avec la société Péchiney. Les travaux récents ont porté sur l'extension de l'applicabilité de cette méthode afin de disposer d'une approche permettant de prendre en compte les principaux mécanismes rencontrés dans les systèmes de production industriels.

Dans une autre étude, nous nous intéressons à la méthode "Kanban" qui est une méthode relativement simple conceptuellement, mais néanmoins assez efficace, de gestion de systèmes de production à flux tiré. Dans le cas général, le système de production est décomposé en un ensemble de K mailles. A chaque maille est associé un nombre de kanbans fixé qui limite le nombre total de pièces en cours de production ou terminées dans la maille. L'un des objectifs de cette étude est de développer des méthodes analytiques permettant de mieux comprendre le fonctionnement de systèmes Kanban et d'en évaluer les performances. Nous avons développé une méthode approximative d'évaluation de performances de systèmes Kanban modélisés par un réseau de files d'attente. Les études sur les systèmes Kanban nous ont amenés à nous intéresser au problème de la définition et de l'étude de politiques de conduite de systèmes de production à flux tiré. Nos réflexions nous ont conduits à proposer une nouvelle méthode de gestion de systèmes de production à flux tiré que nous appelons "Kanban étendu". Cette méthode combine la méthode Kanban et la méthode "Base-Stock" proposée dans le contexte de gestion de stocks.

Dans le contexte de réseaux de communication, nous nous intéressons à développer des méthodes permettant d'évaluer les performances de réseaux à haut débit, en particulier les réseaux ATM. Dans ces réseaux, il faut assurer une qualité de service dont un des aspects est de garantir un taux de perte de cellules inférieur à une valeur donnée (par exemple 10^{-8}). Dans un réseau ATM, il n'y a pas de contrôle d'erreur entre les différents noeuds de commutation et donc des pertes de cellules peuvent se produire du fait de la capacité finie des buffers. Un paramètre de performance essentiel est donc le taux de perte de cellules de bout en bout. Le système est modélisé par un réseau de files d'attente en tandem avec files à capacité finie. Quand un client (une cellule) arrive à une file pleine, ce client est perdu. Nos travaux portent sur le développement de méthodes de bornes, c'est-à-dire des méthodes permettant de calculer des bornes inférieures et supérieures sur le taux de perte.

Une autre étude sur les réseaux de communication porte sur les procédures de contrôle de trafics VBR dans un réseau ATM. Nous nous sommes intéressés à la garantie de contraintes de services durs (taux de perte nul et délai maximum garanti pour toutes les cellules de la connexion). Les paramètres des contrats VBR n'étant pas renégociables, notre étude s'attache donc au problème de l'admission d'appel. Nous avons étudié, dans ce cadre déterministe, plusieurs disciplines de service : CS (Complete Sharing), CP (Complete Partitioning) et GPS (Generalized Processor Sharing). Nous avons obtenu des résultats en terme de borne sur les délais de bout en bout pour le cas de serveurs FIFO, ce qui nous a permis de déduire des bornes pour des serveurs implémentant GPS.

Bilan détaillé des recherches

Protocoles à qualité de service garantie pour réseaux IP/ATM

C. DELEUZE, S. FDIDA, O. FOURMAUX, J.-F. DE REZENDE, V. ROCA

Les premiers travaux sur ce thème, fédérés au sein du projet CESAME (CNET-CNRS) ont permis de mettre en évidence les faiblesses des modèles, services et protocoles actuels, de la définition de la qualité de service ainsi que de sa gestion, d'où la nécessité de proposer de nouveaux mécanismes nécessaires pour le support d'applications large bande. Nous allons poursuivre cette action fédératrice en associant des travaux de recherche fondamentaux et des expérimentations, aujourd'hui indispensables dans ce domaine. Ces contributions seront partiellement réalisées dans le cadre du projet DIS IP/ATM et s'appuient sur les infrastructures MIRIHAD (CNRS-INRIA) puis SAFIR (Renater).

D'un point de vue technologique, deux solutions émergent et seront amenées à coopérer à l'avenir, à savoir l'ATM et IP. L'association et l'interfonctionnement de ces deux environnements constitue un problème industriel majeur largement discuté aujourd'hui. Plusieurs solutions sont explorées pour apporter une réponse efficace à la fois en terme de débit écoulé, de support du multipoint et de la qualité de service. Dans ce contexte, nous étudions une solution exploitant les possibilités de commutation et de routage à la fois. Nous évaluons les différentes approches possibles pour organiser des flots IP soit en les commutant, soit en les routant. Les critères de décision sont basés sur des considérations de vitesse et de qualité de service. Par ailleurs, le support du mode multicast d'IP et la possibilité de gérer des modèles de qualité de service fort variés posent des problèmes à la signalisation mise en œuvre par l'ATM. Nous avons proposé une solution qui exploite un codage hiérarchique pour la transmission de flux vidéo organisés en groupes multicast ATM (Fourmaux et al. 1997). Une telle solution n'est réaliste que dans un contexte où les différents éléments nécessaires à son évaluation sont disponibles. Ainsi, ces travaux sont menés dans le cadre du projet DIS sur réseau IP/ATM (DRET/MENESR). L'application d'expérimentation est constituée d'une application de DIS (Simulation Distribuée Interactive) développée par Dassault électronique. Elle présente de nombreuses fonctionnalités impossibles à traiter sur un réseau réel aujourd'hui (vision 2D/3D, temps réel, multipoint, nombre important d'objets simulés et de participants, etc.). Sa mise en œuvre sur une plate-forme IP/ATM est menée en collaboration avec l'INRIA Sophia-Antipolis et le LAAS, chacun apportant une partie des solutions nécessaires à l'exécution de l'application. Ces travaux sont également suivis par des partenaires industriels (EDF-DER, CEGEDEL, PHILIPS Communications d'Entreprise).

Un second projet, EDISON, est développé dans le cadre des programmes ESPRIT HPCN. Le cœur du projet est la conception d'une architecture générique et intégrée pour la distribution d'applications de simulation interactive. Les domaines d'application sont le

spatial et l'automobile. Notre rôle consiste à proposer et développer des solutions (protocoles et services de communication) aptes à supporter les contraintes très fortes des applications de contrôle-commandes qui seront expérimentées sur une plate-forme européenne. L'environnement réseau est de type IP et ATM.

Ces deux projets, DIS/ATM et EDISON doivent permettre d'une part de finaliser une expérience accumulée sur le sujet de la qualité de service et du multicast et d'autre part, de valoriser ces travaux par un transfert de technologies.

Le contrôle de la qualité de service (QoS).

P. ANELLI, M. BOUYER, A. FLADENMULLER, E. HORLAIT

Un aspect essentiel des réseaux haute vitesse est de pouvoir garantir des niveaux de QoS en fonction des besoins des utilisateurs. Il est donc nécessaire de contrôler et de pouvoir renégocier la QoS, de définir les moyens de coopération entre l'application et le réseau, et de proposer des algorithmes de gestion des ressources aussi bien au niveau du réseau que du système. En effet, les applications à venir feront appel à des services réseau permettant la garantie d'un niveau de QoS exprimé en termes de taux de perte, délai, débit, etc. Plusieurs approches complémentaires sont explorées. D'une part, il s'agit de l'adaptation de l'application aux variations de QoS réseau. Cette première solution, très utilisée dans le monde Internet, a été expérimentée dans le cadre de la maîtrise des ressources système (CPU), afin d'ordonnancer l'exécution des applications en fonction de la disponibilité des ressources mesurée sur le système (thèse de A. Fladenmuller). Une seconde approche consiste à développer une interface de transport permettant la renégociation dynamique de la QoS en fonction des évolutions de service constatées sur le réseau. Une dernière possibilité consiste en la mise en place de mécanismes de réservation de ressources dans les éléments actifs du réseau (routeurs par exemple). La première approche a donné naissance à la spécification et l'expérimentation de techniques de développement d'applications adaptatives au réseau et au système, en utilisant un contrôle d'admission de processus dans le système d'exploitation et une modification des comportements applicatifs pour répondre aux modifications du réseau. La seconde approche s'appuie principalement sur la connaissance a priori de besoins applicatifs qui doivent être traduits en paramètres de qualité de service. Après avoir envisagé des outils de négociation au niveau transport, nous nous intéressons à la transposition de ces paramètres en éléments de réservation de ressources dans les nœuds du réseau. En particulier, nous avons développé une technique originale de contrôle du débit dans les réseaux à partage de ressource. Cette technique fait l'objet d'un dépôt de brevet. Pour expérimenter ces différents aspects, nous avons développé une souche IPv6 qui permet d'expérimenter la cohabitation de protocoles de signalisation (type RSVP) dans le monde Internet avec des réseaux à garantie de service (réseau ATM dans notre cas). Nous disposerons ainsi d'une plate-forme complète d'expérimentation pour des applications multi-média dans un environnement de réseaux hétérogènes. Ces travaux sont menés en Collaboration avec l'University of Technology, Sydney (A. Seneviratne), et l'INRIA Sophia-Antipolis (C. Diot). Ils sont menés de manière complémentaire à l'action précédente (Protocoles à qualité de service garantie pour réseaux IP/ATM) et seront globalement intégrés sur la plate-forme.

La communication de groupe (multicast).

E. ANIQUE, A. DRACINSHI, S. FDIDA, J. REZENDE, K. THAL

La communication de groupe est aujourd'hui essentielle car elle permettra de rendre le service nécessaire aux applications coopératives (vidéoconférence, DIS, jeux répartis, télé-enseignement, etc.). Peu étudié jusqu'à récemment, les protocoles point-à-multipoint ou multipoint-à-multipoint posent de nombreux problèmes en particulier en raison de la

dimension du nombre d'utilisateurs impliqués et de la charge imposée sur le réseau. Il s'agit de fournir différents modèles de coopération de groupe, relayés par des services et protocoles adaptés à leurs besoins. En particulier, la capacité à supporter de grands groupes dynamiques, du filtrage de qualité de service et différents niveaux de fiabilité sont abordés. Nous avons développé des protocoles à fiabilité totale (de Rezende et al. 1996, a), fiabilité intégrée (Anique et al. 1996) et fiabilité statistique (Rezende et al. 1996, b). Le premier garantit la correction de toute erreur, le second favorise le partitionnement en groupes de contraintes d'intégrité différentes. Enfin, le dernier permet de traiter des groupes dynamiques de grande dimension tout en évitant un effondrement des performances. Ces algorithmes ont fait l'objet d'études analytiques et de simulation réalisées en coopération avec A. Brandwajn de l'Université de Californie à Santa Cruz (Brandwajn et al. 1996), pour en vérifier le comportement et pour en optimiser le fonctionnement. Ils sont implémentés dans le cadre de notre plate-forme sur une base UDP/IP multicast d'une part et une base ATM d'autre part, sous Solaris, NetBSD et Linux. Ils serviront de support à la communication de groupe dans l'architecture protocolaire que nous développons. Ces travaux sont aujourd'hui complétés par la volonté de faire coopérer les réseaux Internet et ATM. RSVP, protocole de signalisation développé pour l'Internet, fournit le support à la réservation de ressources. Associé aux nouvelles classes de service IP, il permettra la garantie de qualité de service sur des Internet privés (Intra ou extra-net). En ce qui concerne le multicast, l'approche choisie est fort différente de celle suivie par l'ATM. Notre objectif est de concevoir la signalisation et les mécanismes qui permettront de supporter des communications de groupes dynamiques à qualité de service variable dans des réseaux associant ATM et IP (Fourmaux et al. 1997). Nos derniers travaux se tournent vers les problèmes de contrôle de flux et de congestion dans les environnements mixtes unicast et multicast. Une partie des contributions sur le multicast ont alimenté le projet européen COST237 (Multimedia Transport and Teleservices) et ont fait l'objet d'échanges de chercheurs avec l'université de Lancaster (UK).

Le développement d'applications multimédia

B. AIDAN, E. HORLAIT

L'expérience acquise par le groupe dans le domaine de la définition d'objets multi-média à travers la normalisation MHEG, a permis la mise en place d'une coopération active avec un centre de recherche industriel. L'objet est le développement d'applications utilisant, dans un environnement de type Internet, des communications à qualité de service prédictible pour transférer des informations multi-média. La maquette actuellement développée et opérationnelle permet de visualiser des objets MHEG (objets multi-média distribués) à travers un outil d'accès à l'information de type Netscape. La contribution technique est ici la définition d'une interface applicative dans le langage JAVA (définition d'une classe de communication) offrant un accès à la signalisation RSVP sur IPv6 et donc aux outils de garantie de service évoqués dans le point précédent. Ce travail se poursuit maintenant par l'exploration de techniques de contrôle de délai d'acheminement afin de permettre de garantir une synchronisation des échanges applicatifs entre canaux multi-média. Ce travail est développé en étroite collaboration avec Alcatel Alsthom Recherche (P. Richard).

Interopérabilité des environnements de réalité virtuelle

S. ALLONGUE, M. SOTO

Nous nous intéressons à des modèles formels permettant de décrire les contraintes des environnements de réalité virtuelle, en particulier pour en assurer l'interopérabilité. L'importance de l'interopérabilité pour l'avenir des environnements de réalité virtuelle est du même ordre que ce que fut l'interconnexion pour l'avenir des réseaux de

communication il y a quelques années. Les techniques de la réalité virtuelle sont aujourd'hui utilisées dans de nombreux domaines pour reconstituer un environnement réaliste ou inexistant à partir de la perception qu'en ont les utilisateurs. Ces moyens impliquent l'utilisation de matériels spécifiques et de puissance de calcul importante. Dans un environnement distribué, des applications utilisant ce type d'interfaces doivent utiliser des réseaux de communication dont les propriétés sont garanties en termes de débits bien sûr, mais également vis à vis des délais d'acheminement. Nous travaillons à une définition d'un modèle générique de telles applications pour mettre en lumière les outils de communications spécifiques ainsi que le contrôle de leur gestion. Ces modèles reposent sur une approche sémantique des mondes virtuels. Le formalisme que nous utilisons possède la propriété intéressante de pouvoir être utilisé à la fois au niveau application et au niveau de la gestion des ressources que sont le processeur et le réseau. Ce formalisme possède néanmoins une limite due à l'hypothèse d'équivalence symbolique entre les mondes virtuels. Cette limitation est inacceptable au regard de l'interopérabilité. Afin de relâcher cette hypothèse nous complétons notre approche sémantique avec des techniques d'apprentissage dans le cadre de l'action "Réalité Virtuelle et Apprentissage" menée au LIP6.

Plates-formes réparties multi-média à objets.

V. GAY, B. KERVELLA, C. LOGE.

Notre objectif est de définir des services en adoptant une approche par objet ce qui permet, en particulier, de faire abstraction des détails de la répartition. Ces services sont ensuite mis en œuvre sur des plates-formes réparties elles-mêmes à objets qui supportent les aspects répartis. Dans ce contexte, nous nous intéressons à la spécification de services multi-média ayant de fortes contraintes temporelles. Nous proposons ensuite des solutions pour leur support sur des plates-formes réparties multi-média.

Les axes de recherche sont les suivants :

- Modélisation par objet de services multi-média - Ex : services coopératifs (conférences réparties, télé-enseignement, télé-médecine).
- Modélisation par objet de l'information multi-média - Ex : MHEG, OpenDoc.
- Support des services et des informations multi-média par des plates-formes réparties à objet multi-média) - Type CORBA, DCOM, et sur le Web.
- Spécification et support des échanges d'informations avec contraintes temporelles.
- Aspects systèmes et réseaux (ex : QoS) des plates-formes réparties multi-média à objets.

Ce travail s'effectue en coopération avec KPN Research, Pays-Bas (Dr Ir P. Leydekkers), l'ENST-Paris (Dr Elie Najm), le CRC for Distributed Technology, Sydney, Australie (P.Ray, Dr M. Fry). Ces collaborations ont donné lieu à l'écriture d'articles dans des revues, des conférences et des workshops internationaux.

Nous contribuons aussi activement à la standardisation du traitement ouvert réparti ODP (Open Distributed Processing) dans le cadre d'une réflexion internationale menée par l'ISO et l'ITU. Notre apport principal ici est au niveau d'une expertise multi-média lors de l'élaboration des standards.

Contrôle des ressources et de la bande passante

P. ANELLI, S. FDIDA, Y. MORET

L'apparition de réseaux haut débit et de nouvelles applications provoque une modification sensible des flux d'informations véhiculées. En effet, l'augmentation de la capacité de

transmission d'un réseau entraîne un accroissement de la dynamique des flux (rafales) et de la capacité mémoire du réseau (appelé produit débit.délai). Ce phénomène va s'amplifier avec l'apparition d'infrastructures opérant à plusieurs Gbits/s. La forte variabilité de ces flux rend délicat un contrôle dynamique de la bande passante afin de satisfaire les contraintes de service des applicatifs tout en exploitant correctement les ressources du réseau. L'intégration des services signifie que l'on va manipuler des sources de natures différentes, telles que des fichiers de données, de la voix, des écrans numérisés ou de l'image. Le transport de ces informations possède des contraintes de qualité de service différentes suivant le type de source manipulé: certaines sources demandent un taux d'erreur faible (données, vidéo comprimée), d'autres peuvent supporter un taux d'erreur plus conséquent (voix numérique) mais nécessitent le respect très strict de contraintes temporelles fortes (voix, images). On voit bien la difficulté de l'intégration des services qui doit assurer des contraintes de natures différentes en fonction des sources et du service demandé. Cet aspect doit être pris en compte aussi bien au niveau de l'architecture de commutation (d'où le choix de l'ATM), qu'au niveau du transport et des applications.

De nombreux développements sont encore à faire dans ce domaine, en particulier en relâchant des hypothèses de comportement fortes et en développant des techniques de contrôle efficaces. Différents contrôles peuvent être envisagés : préventif, proactif, réactif. La difficulté est de faire face aux rafales de trafic qui peuvent entraîner des congestions brutales du réseau, avec un délai de réaction raisonnable et en manipulant des informations d'états retardées (en raison du temps de propagation non négligeable par rapport au temps de transmission).

Nous développons des techniques et des outils pour l'analyse des réseaux haute vitesse. En particulier, nous travaillons depuis plusieurs années sur l'utilisation de techniques réactives pour le contrôle de flux et de congestion. Cela nous a conduits à développer un algorithme très performant (Fdida et al. 1995) pour le support du service ABR (Available Bit Rate) défini par l'ATM Forum comme la solution pour une meilleure maîtrise de la bande passante pour les services élastiques. Cet algorithme, développé en coopération avec IBM (R. Onvural / IBM RTP USA, C. Galand et A. Fichou / IBM La Gaude), fait l'objet d'un brevet. Il a été validé par des analyses mathématiques démontrant des propriétés indispensables de convergence et d'équité. Il a aussi été analysé par un dimensionnement fin, basé sur une simulation détaillée de son fonctionnement. L'algorithme repose sur l'exploitation de techniques d'évaluation de la bande passante résiduelle laissée libre par les trafics CBR et VBR. Il permet ainsi le calcul d'une bande passante explicite (ER) et son partage dynamique entre l'ensemble des utilisateurs. Par ailleurs, il sait récupérer effectivement la bande passante non consommée par les flux VBR. Les capacités de l'algorithme à transporter du trafic TCP ont été évaluées et comparées à une autre approche de type UBR-EPD (Early Packet Discard).

Les résultats de ces travaux sont utilisés et adaptés au cas du service différencié de l'IETF. Ce service constitue une première solution, plus simple, qui permet de développer un service (Assuré) meilleur que le service «Best Effort» traditionnel. Notre approche repose sur un contrôle de la longueur moyenne des files d'attente des deux services (Best Effort et Assuré).

Méthodes d'approximations à forme-produit pour l'analyse de réseaux de files d'attente généraux

B. BAYNAT, Y. DALLERY, C. DUTHEILLET

L'objectif de cette étude est de développer des méthodes approximatives d'analyse de réseaux de files d'attente généraux, fondées sur l'utilisation de solutions à forme produit. Cette étude concerne principalement les réseaux fermés. Cependant, elle s'applique aussi à

certaines classes de réseaux ouverts comportant des contraintes de population. De tels réseaux peuvent en effet être vus de façon équivalente comme des réseaux fermés.

Nous avons tout d'abord considéré des réseaux comportant une seule classe de clients. Nous avons proposé une méthode générale d'analyse de réseaux fermés comportant des mécanismes divers tels que : temps de service généraux, blocages, contrainte de population, fork/join, routage dépendant de l'état, etc. Cette méthode fournit une vision unifiée de deux techniques très utilisées pour obtenir des solutions approximatives : la technique d'agrégation et la méthode de Marie. Le principe de cette méthode est de partitionner le réseau en un ensemble de sous-réseaux. Cette partition doit satisfaire un certain nombre de règles. On associe ensuite à cette partition un réseau à forme produit dont chaque station correspond à un sous-réseau du réseau initial. Chaque station a un taux de service dépendant de l'état. La technique d'agrégation et la méthode de Marie apparaissent alors comme deux façons d'estimer ces paramètres. Une application de ces méthodes au cas de réseaux fermés avec sous-réseaux ayant des contraintes de capacité a été effectuée.

Nous avons ensuite proposé une méthode d'étude de réseaux multiclassés généraux (Baynat et al. 1996). Cette méthode est une généralisation de la méthode de Marie. L'idée est de représenter de façon approximative le comportement du réseau multiclassé par le comportement d'un ensemble de réseaux monoclasses, chaque réseau monoclasse étant associé à une classe de clients du réseau multiclassé. Le principe de cette méthode est, comme dans le cas de réseaux monoclasses, de partitionner le réseau en un ensemble de sous-réseaux. Cette partition doit satisfaire un certain nombre de règles. On associe ensuite à cette partition, et pour chaque classe de clients, un réseau à forme produit dont chaque station correspond à un sous-réseau du réseau initial. Une procédure itérative est utilisée afin de déterminer les paramètres inconnus.

Cette méthode a déjà été appliquée à différentes classes de modèles : réseaux de files d'attente multiclassées avec disciplines FIFO ou priorités ; réseaux de files d'attente comportant des mécanismes de type fork/join ; réseaux de files d'attente avec mécanismes de synchronisations. Dans le cas particulier de réseaux à forme produit, cette méthode permet d'obtenir des résultats approximatifs pour des réseaux de grande dimension pour lesquels les algorithmes exacts ne peuvent être appliqués. Dans le cas où le réseau comporte un nombre important de classes de clients, la complexité de l'analyse des sous-systèmes en isolation peut être grande. Pour éviter ce problème, nous avons proposé une technique d'agrégation qui permet de réduire de manière très importante cette complexité. L'idée de cette technique est très générale puisqu'elle consiste, pour calculer les paramètres associés à une classe donnée, à représenter le comportement des autres classes au moyen d'une classe agrégée. Cette idée a déjà été appliquée avec succès dans le cas de stations multiclassées à discipline de service FIFO (Baynat et al. 1996) et dans le cas de stations de synchronisation (Baynat et al. 1995).

Le travail porte actuellement sur l'obtention de règles et de méthodes de partitionnement automatique pour la méthode de décomposition multiclassée afin de proposer une méthode générale et une approche systématique d'analyse de réseaux de files d'attente multiclassée quelconques. Ces règles sont liées aux propriétés qualitatives du modèle considéré, et en particulier aux invariants structurels. Cette partie de l'étude fait donc fortement appel aux résultats d'analyse qualitative, en particulier ceux issus de la théorie des réseaux de Petri.

Analyse qualitative

C. DUTHEILLET, M. ZOUAOUI

Ce travail se divise en deux axes bien différents. Nous nous intéressons d'une part à l'analyse de la vivacité dans les réseaux de Petri colorés. D'autre part nous travaillons sur la

définition d'un langage permettant d'exprimer des propriétés de performances très générales sur un système, ainsi que sur les méthodes d'évaluation de ces propriétés.

Il existe, pour certaines classes de réseaux de Petri telles que les graphes d'événements ou les réseaux à choix libre, des algorithmes de graphe permettant de prouver (ou d'invalider) la vivacité du réseau en temps polynomial. Nous nous intéressons dans cette étude à l'extension de ces techniques aux réseaux de Petri colorés. Cette extension pose deux problèmes majeurs. Dans un premier temps, nous devons être capables de caractériser de manière efficace les réseaux colorés dont la structure est, par exemple, celle d'un graphe d'événements. En effet, contrairement à un réseau de Petri ordinaire dont la classe peut être déterminée directement au vu de la structure de son graphe, une partie de l'information sur la structure d'un réseau coloré est incluse dans la définition des fonctions de couleurs qui étiquettent les arcs. Il faut donc déterminer les conditions que doivent vérifier à la fois la structure du modèle et les fonctions de couleur pour qu'un réseau appartienne à une classe donnée. Cette partie de l'étude a été réalisée.

La deuxième partie de l'étude consiste à étendre les algorithmes de graphe au modèle coloré. La difficulté est ici de pouvoir travailler directement au niveau du graphe du réseau de Petri coloré, sans avoir recours à un dépliage, ce qui implique de connaître l'information structurelle contenue dans les fonctions de couleurs. Cette partie ne peut être réalisée de manière efficace que si les fonctions sont elles-mêmes bien structurées. Nous nous appuyons donc dans un premier temps sur le modèle des réseaux de Petri réguliers où toutes les fonctions de couleurs sont construites à partir de deux fonctions de base, l'identité et la diffusion. Cette classe de réseaux colorés a cependant un pouvoir d'expression limité. Nous visons donc ensuite à étendre les résultats aux réseaux bien formés dont le pouvoir d'expression est celui des réseaux colorés généraux. Ce travail est réalisé en coopération avec K. Barkaoui (CNAM) et J.-M. Couvreur (LaBRI).

Notre deuxième axe de recherche concerne la définition et l'évaluation de propriétés de performances. En analyse qualitative, la logique temporelle permet de formaliser un grand nombre de propriétés sur l'évolution d'un système. De plus, des algorithmes efficaces existent pour vérifier ces propriétés sur le graphe d'états. Cependant, une formule énoncée en logique temporelle ne peut être que vraie ou fausse. Si elle est vraie, elle correspond à une propriété qui est vérifiée pour toute exécution du système, ou pour une exécution au moins (suivant les quantificateurs qui apparaissent dans la formule). Dans ce deuxième cas, il est souvent intéressant de calculer le pourcentage des exécutions pour lesquelles elle est vérifiée. De même, si elle est fausse, on peut souhaiter calculer son taux d'erreur pour savoir s'il est acceptable. Nous avons donc défini un langage de type logique temporelle, dans lequel nous avons introduit des opérateurs de probabilité pour pouvoir exprimer ce type de propriétés. Ce langage est dérivé de la logique temporelle TCTL, qui inclut aussi des opérateurs de temps, et permet donc d'exprimer des propriétés très générales. Nous avons aussi proposé, pour les propriétés probabilisées, des méthodes permettant d'optimiser la construction du graphe d'états utilisé pour la vérification. Il s'agit en fait d'éviter autant que possible de construire des parties inutiles du graphe en guidant la construction vers les états ou les séquences susceptibles de vérifier la propriété.

Modélisation et évaluation de performances de systèmes de production avec pannes et blocage

Y. DALLERY, H. LE BIHAN

L'objectif de ce travail est de développer des méthodes analytiques d'évaluation de performances de systèmes de production dans lesquels les machines sont sujettes à des pannes et dont les buffers sont à capacité finie. Les hypothèses de travail sont les suivantes : les temps de service sont déterministes, les temps de bon fonctionnement et les temps de

réparation sont distribués exponentiellement. Nous nous sommes intéressés à une modélisation de ce type de systèmes de production au moyen d'un modèle continu (encore appelé modèle fluide). Dans ce modèle, le flot discret de pièces est approximé par un flot continu. Ce modèle se justifie par le fait qu'en général les temps entre pannes sont grands devant les temps de service.

Une méthode de décomposition a été développée afin d'obtenir une solution approximative du modèle continu d'une ligne de production homogène (toutes les machines ont le même temps de service) composée d'un nombre quelconque de machines. Le principe général est de décomposer l'étude d'une ligne de K machines en $K-1$ études de sous-lignes composées de deux machines et d'un stock intermédiaire pour lesquelles une solution exacte peut être obtenue. Les paramètres de performances sont alors obtenus au moyen d'un algorithme itératif. Cette méthode a été étendue au cas de lignes d'assemblage. Nous nous sommes aussi intéressés au cas de lignes de production bouclées, i.e., des lignes dans lesquelles circulent un nombre constant de palettes. Pour ces modèles, nous avons proposé une extension des méthodes de décomposition de lignes ouvertes en utilisant l'idée de la contrainte de population moyenne déjà utilisée dans le contexte des réseaux de files d'attente avec blocage (Frein et al. 1996). Nous avons proposé une amélioration de la méthode de décomposition qui tienne compte des deux ou trois premiers moments des distributions de temps de réparations des machines "équivalentes", au lieu de seulement la moyenne dans la méthode originale (Le Bihan et al. 1997). Nous avons aussi étudié le cas de lignes non-homogènes, c'est-à-dire où les machines peuvent avoir des temps de service différents. L'approche retenue consiste à d'abord transformer la ligne non-homogène en une ligne homogène "équivalente" qui peut ensuite être analysée par la méthode de décomposition de lignes homogènes. Nous avons proposé et comparé plusieurs techniques d'homogénéisation (Dallery et al. 1997).

Certains problèmes particulièrement importants en termes d'applications n'ont pas encore reçu de réponses satisfaisantes quant aux méthodes analytiques utilisables. Citons par exemple le cas de machines en parallèle, la prise en compte de problèmes de qualité sur les pièces produites, ou bien encore les systèmes de production à topologie générale comportant des phénomènes d'assemblage et de contraintes de population "de type palettes". Le travail actuel porte sur l'adaptation de la méthode de décomposition à ces différentes situations. Ceci devrait conduire à une méthode de décomposition applicable à une large classe de lignes de production avec pannes et blocages.

Un autre objectif sera la valorisation de ce travail par le développement d'un logiciel. Ce projet de logiciel est mené conjointement avec le Laboratoire d'Automatique de Grenoble. Le premier prototype est développé en C++ sous Windows 95 pour PC. Il intégrera les différentes méthodes dont nous disposons actuellement ainsi que celles à venir, et possèdera une interface graphique conviviale. Nous avons déjà mené quelques études industrielles avec succès mais les utilisateurs potentiels de nos techniques sont bien plus nombreux. Le support d'un logiciel portable sera d'un apport important pour démontrer aux industriels l'intérêt de ces méthodes.

Modélisation, évaluation de performances et gestion de systèmes de production à flux tirés

B. BAYNAT, Y. DALLERY, F. KARAESMEN, F. DE VÉRICOURT

Nous nous intéressons à la méthode "Kanban" qui est une méthode, relativement simple conceptuellement mais néanmoins assez efficace, de gestion de systèmes de production à flux tiré. Dans le cas général, le système de production est décomposé en un ensemble de K mailles. A chaque maille est associé un nombre de kanbans fixé qui limite le nombre total de pièces en cours de production ou terminées dans la maille. L'objectif de cette étude est

de développer des méthodes analytiques permettant de mieux comprendre le fonctionnement de systèmes Kanbans et d'en évaluer les performances.

Nous avons développé une méthode approximative d'évaluation de performances de systèmes Kanbans modélisés par un réseau de files d'attente (Di Mascolo et al. 1996). Le principe général est de décomposer le système en un ensemble de sous-systèmes, chaque sous-système correspondant à une maille du système initial. On se ramène alors à l'étude de K réseaux de files d'attente fermés dont les paramètres inconnus sont calculés à l'aide d'un algorithme itératif. Une version de cette méthode, équivalente en termes d'équations mais plus rapide, a été développée en s'appuyant sur la méthode multiclasse d'approximation à forme produit citée plus haut. Une extension de ce travail a porté sur l'étude de systèmes d'assemblage pilotés avec la méthode Kanban. Nous avons dans ce cas défini deux mécanismes de transfert des pièces dans la maille d'assemblage (transfert simultané et transfert indépendant). Nous avons étendu la méthode analytique décrite ci-dessus pour pouvoir l'appliquer à chacune de ces situations (Di Mascolo et al. 1996). Une méthode plus générale que la méthode Kanban, le Kanban généralisé, permet d'introduire des degrés de libertés supplémentaires dans la conduite d'un système de production à flux tiré. Nous nous sommes donc intéressés au Kanban généralisé et avons étendu notre méthode à ce type de systèmes. Le principe général de décomposition en K sous-systèmes reste valable. La différence se situe au niveau de la caractérisation et de l'analyse de chacun des sous-systèmes.

Les études sur les systèmes de conduite de "type Kanban" nous ont amenés à nous intéresser au problème de la définition et l'étude de politiques de conduite de systèmes de production à flux tiré. La méthode Kanban est une méthode simple puisqu'elle ne dépend que d'un paramètre par maille, le nombre de Kanbans. Cependant, elle n'offre pas assez de souplesse et ne permet donc pas toujours de bien optimiser la performance du système, c'est-à-dire réaliser le meilleur compromis entre coûts de stockage et qualité de service vis-à-vis des clients. L'idée est alors de définir des politiques de conduite plus souples tout en restant relativement simples. C'est l'objectif qui a conduit à la proposition de la politique "Kanban généralisé" qui dépend de deux paramètres par maille. Cette politique remplit en partie l'objectif puisqu'elle permet effectivement de mieux optimiser le système. Cependant, elle est assez complexe à comprendre et de plus nous avons montré qu'elle présentait aussi certains inconvénients importants. Cette conclusion nous a conduits à proposer une nouvelle méthode de gestion de systèmes de production à flux tiré que nous appelons "Kanban étendu". Cette méthode combine la méthode Kanban et la méthode "Base-Stock" proposée dans le contexte de gestion de stocks. Comme le Kanban généralisé, notre méthode dépend aussi de deux paramètres par maille. Cependant, elle est beaucoup plus simple à comprendre et n'a pas les inconvénients de la méthode "Kanban généralisé". Des premiers résultats portant sur l'établissement de propriétés de la méthode "Kanban étendu" ont été obtenus. Nous avons aussi généralisé cette méthode au cas de systèmes d'assemblage. Les études actuelles portent sur la mise en évidence quantitative de la supériorité de la méthode "kanban étendu".

Nous avons commencé à nous intéresser au cas de systèmes de production multiproduits à flux tirés. Le problème additionnel qui se pose dans ce contexte, outre le problème de coordination déjà rencontré dans le cas de systèmes monoproduits, concerne le partage de capacité entre les différents produits. Cette étude fait l'objet d'une action du LIP6 intitulée : Gestion de systèmes de production multi-produits à flux tirés.

Aide à la conception de systèmes flexibles de production

B. BAYNAT, Y. DALLERY, F. KARAESMEN

Ces travaux concernent les problèmes d'aide à la conception de systèmes flexibles de production, encore appelés ateliers flexibles. Ces systèmes reposent sur l'utilisation de machines à commande numérique qui peuvent produire plusieurs types de pièces avec des temps de reconfiguration nuls ou très faibles pour passer d'un type de pièces à un autre. L'investissement financier en technologie flexible étant très important, il est indispensable de dimensionner au mieux ces systèmes lors de leur conception. Nous nous sommes intéressés à la problématique de dimensionnement d'un atelier flexible fabriquant plusieurs types de produits dans des ratios de production (volume relatif de production de chaque type de produits) donnés. Nous avons proposé un algorithme permettant de déterminer la capacité de production (taux de production maximal) d'un tel système (Buitenhek et al. 1998). Cet algorithme peut utiliser soit la simulation soit des techniques analytiques comme outil d'évaluation de performances.

Une autre étude se situe dans le cadre du projet européen MOD-FLEX-PRO (Brite-Euram). Ce projet a pour objectif de développer une nouvelle architecture de systèmes flexible de production réalisant un meilleur compromis entre productivité et flexibilité. En effet, les ateliers flexibles existants sont souvent très flexibles mais assez peu productifs. Ce projet, dont le coordinateur est un fabricant de machines-outils à commande numérique et de systèmes flexibles de production, fait appel à des compétences très variées (mécanique, informatique, électronique, gestion de production). Notre rôle, outre notre participation à la définition de la nouvelle architecture, est de développer des outils d'évaluation de performances de celle-ci et de proposer des méthodes de gestion de la production permettant d'optimiser ces performances, c'est à dire atteindre le meilleur compromis entre productivité et flexibilité.

Etude du taux de perte de cellules dans un réseau à haut débit

Y. DALLERY

Nous nous intéressons à développer des méthodes permettant d'évaluer les performances de réseaux à haut débit, en particulier les réseaux ATM. Dans ces réseaux, il faut assurer une qualité de service dont un des aspects est de garantir un taux de perte de cellules inférieur à une valeur donnée (par exemple 10^{-8}). Dans un réseau ATM, il n'y a pas de contrôle d'erreur entre les différents noeuds de commutation et donc des pertes de cellules peuvent se produire du fait de la capacité finie des buffers. Un paramètre de performance essentiel est donc le taux de perte de cellules de bout en bout. Le système est modélisé par un réseau de files d'attente en tandem avec files à capacité finie. Quand un client (une cellule) arrive à une file pleine, ce client est perdu. Nous avons d'abord considéré des hypothèses markoviennes simples : arrivées suivant un processus de Poisson et temps de service exponentiels. Sous ces hypothèses, nous avons pu obtenir des bornes facilement calculables sur le taux de perte de bout en bout. La démonstration de ces résultats a été effectuée au moyen d'une approche de type trajectorielle (sample-path). La borne supérieure, qui est la plus intéressante dans un objectif de dimensionnement, est très proche de la valeur exacte .

Nous nous sommes ensuite intéressés au cas plus général d'un réseau de Jackson avec capacités finies et phénomènes de perte. Nous avons étendu les résultats précédents (bornes supérieures et inférieures) en utilisant une technique de comparaison stochastique. Nous comparons le comportement stochastique du réseau avec celui d'un réseau à capacité finie mais où les clients qui trouvent une file pleine "sautent" la station et poursuivent leur cheminement dans le réseau. L'intérêt d'une telle comparaison est que ce dernier type de

réseau a une forme produit et donc que l'on peut facilement calculer ses paramètres de performances. Des tests sur la qualité de ces bornes sont en cours. Ces travaux sont réalisés en collaboration avec D. Towsley (University of Massachusetts at Amherst).

Etude et comparaisons de procédures d'admission d'appel pour des sources VBR en ATM.

Y. DALLERY, G. URVOY

Si des réseaux ATM sont aujourd'hui opérationnels, seuls des contrats de trafic simples (CBR et UBR, correspondants à l'émulation de circuit et au service best-effort) sont disponibles. L'étape suivante et indispensable sera l'introduction d'une réelle pluralité en terme de qualité de service et notamment l'introduction du contrat VBR temps réel sur lequel porte nos travaux. Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à la garantie de contraintes de services durs (taux de perte nul et délai maximum garanti pour toutes les cellules de la connexion). Cette approche est sous-tendue par les résultats puissants du Network Calculus (introduit par R.L. Cruz en 1991) qui fournissent les outils pour une étude tant au niveau d'un élément simple que d'un réseau de serveurs. Cette théorie implique de garantir des taux de perte nuls mais présente l'avantage de modéliser les sources ATM directement à partir des contraintes du contrat de trafic qu'elles passent avec le réseau (contrairement aux modélisations stochastiques des sources VBR, notamment en vidéo, qui, jusqu'à présent, se sont montrées soit trop simplistes, soit trop complexes pour permettre des analyses de bout en bout). Les paramètres des contrats VBR n'étant pas renégociables, notre étude s'attache donc au problème de l'admission d'appel. Nous avons étudié, dans ce cadre déterministe, plusieurs disciplines de service : CS (Complete Sharing), CP (Complete Partitioning) et GPS (Generalized Processor Sharing). Nous avons obtenu des résultats en terme de borne sur les délais de bout en bout pour le cas de serveurs FIFO, ce qui nous a permis de déduire des bornes pour des serveurs implémentant GPS. Dans le cas d'un serveur simple, ces résultats ont mis en évidence les relations qu'entretiennent ces différentes disciplines et les conséquences au niveau de l'admission d'appel (Urvoy et al., 1998).

Notre axe de recherche principal est désormais la détermination des worst-cases au niveau réseau (qui ne peuvent se déduire immédiatement du cas serveur simple). Notre objectif est de démontrer qu'il est possible de proposer des mécanismes simples (ayant pour base la discipline FIFO) qui permettent une introduction de qualité de service simple en terme d'admission d'appel et efficace au niveau utilisation du réseau.

Simulation parallèle de réseaux ATM de grande dimension

S. FDIDA, C.D. PHAM

Les réseaux de communication sont des systèmes complexes de grande dimension qui posent un grand nombre de problèmes. Pour l'analyse de performances de ces systèmes, les outils théoriques à notre disposition aujourd'hui montrent leurs limites. La simulation nous semble plus appropriée, et plus particulièrement les techniques de simulation parallèle qui pourraient s'avérer efficaces si on les applique aux réseaux. Simuler en parallèle soulève des problèmes de synchronisation et de respect des contraintes de causalité qui rendent cette tâche ardue.

Les algorithmes de simulation parallèle et répartie peuvent être classés en deux catégories, conservatrice et optimiste. L'approche conservatrice n'autorise l'exécution d'un événement que lorsque la certitude qu'il ne produira pas de fautes temporelles sera acquise. Pour éviter les situations d'inter-blocage, des null-messages qui se basent sur la notion de prédiction sont utilisés pour faire avancer artificiellement le temps de simulation. D'un autre côté, les

approches optimistes ne font aucune tentative pour éviter les fautes temporelles mais instaurent un mécanisme de retour-arrière pour corriger la trajectoire de la simulation lorsqu'une telle faute survient. La sauvegarde périodique des états et des anti-messages pour corriger la propagation des erreurs est alors la contrepartie d'une plus grande liberté.

Nous nous intéressons plus spécifiquement aux modèles de réseaux ATM et nous étudions les propriétés de ces modèles du point de vue de la simulation distribuée. Nous montrons qu'il est possible d'obtenir des gains significatifs en utilisant une méthode conservatrice lorsque les modèles de réseaux sont simples (topologie maillée, routage aléatoire uniforme). Pour des réseaux plus complexes (topologie quelconque, algorithme de routage) les gains restent non négligeables et permettent ainsi l'étude de systèmes de grande dimension en des temps raisonnables. Ce travail s'inscrit en partie dans le cadre d'un contrat passé avec la DRET et se prolonge avec le développement d'un simulateur distribué plus spécifique aux réseaux ATM.

Nous étudions également l'utilisation de méthodes relâchant certaines contraintes de synchronisation dans les approches optimistes. En particulier, nous proposons l'approche statistiquement correcte qui utilise des estimations locales pour corriger la trajectoire de la simulation lorsqu'on s'intéresse à des valeurs moyennes pour les critères de performances. Un algorithme de blocage basé sur la longueur de la file des événements est également proposé pour réduire le nombre de fautes temporelles et augmenter ainsi la précision des résultats (Pham et al. 1996). L'utilisation conjointe de ces deux approches est prometteuse puisque les mesures de gains montrent qu'il est possible d'aller plus vite qu'une méthode conservatrice tout en préservant une grande précision.

La simulation parallèle a par ailleurs été utilisée pour démontrer son utilisation et quantifier le gain en performance obtenu par rapport à une approche séquentielle. Des fonctions particulières telle que le routage dans les réseaux ATM ont été développées et analysées (Pham et al. 1997). Les expérimentations se font sous réseaux de stations de travail, CM5 (CNC PST) et Cray T3E (IDRIS) sous PVM.

Publications

Livres (2)

Fdida S., *Des Autoroutes de l'Information au Cyberespace*, Flammarion, Collection Dominos, 1997.

Cizault G. (**Anelli P.** et al.). *IPv6: Théorie et Pratique*, Editions O'Reilly, 1998.

Publications parues dans des revues, notoriété importante (11)

Baynat B., Dallery Y., A product-form approximation method for general closed queueing networks with several classes of customers, *Performance Evaluation*, vol. 24 (1996), pp. 165-188.

Bouhchouch A., Frein Y., **Dallery Y.**, Performance evaluation of closed tandem queueing networks with finite buffers, *Performance Evaluation*, vol. 26 (1996), pp. 115-132.

Dallery Y., Le Bihan H., Homogeneization techniques for the analysis of production lines with unreliable machines and finite buffers, *European Journal of Control*, vol. 3 (1997), pp. 200-215.

Dallery Y., Le Bihan H., An improved decomposition method for the analysis of production lines with unreliable machines and finite buffers, *International Journal of Production Research (accepté)* (1998)

- Dallery Y.**, Liu Z., Towsley D., Properties of fork/join queueing networks with blocking under various operating mechanisms, *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, Vol. 13, No. 4 (1997), pp. 503-518.
- Di Mascolo M., Frein Y., **Dallery Y.**, An analytical method for performance evaluation of kanban controlled production systems, *Operations Research, Special Issue on New Directions in Operations Management*, vol. 44, n° 1 (1996).
- Frein Y., Commault C., **Dallery Y.**, Modeling and analysis of closed-loop production lines with unreliable machines and finite buffers, *IIE Transactions*, vol. 28 (1996), pp. 545-554.
- Fourmaux O.**, **Fdida S.**, Multicast for RSVP Switching, *Telecommunications Systems Journal*, to appear (1998).
- Lee H. S., Bouhchouch A., **Dallery Y.**, Frein Y., Performance evaluation of open queueing networks with arbitrary configuration and finite buffers, *Annals of Operations Research, special issue on queueing networks with blocking (à paraître)* (1997).
- Logé C.** and Najm E., A Computational Analysis of a Cooperative Binding Object, *Distributed System Engineering Journal*, (accepté) (1997).
- Srivatsan N., **Dallery Y.**, Partial characterization of optimal hedging point policies in unreliable two-part-type manufacturing systems, *Operations Research*, vol. 46 (1998), pp. 36-45.

Publications parues dans des revues, notoriété courante (5)

- Lee H.S., Bouhchouch A., **Dallery Y.**, Frein Y., Performance evaluation of open queueing networks with arbitrary configuration and finite buffers, *Annals of Operations Research, Special Issue on Queueing Networks with Blocking* (accepté) (1998)
- Haddad S., Ilié J.M., Taghelit M., **Dutheillet C.**, Moreaux P., Contribution des réseaux de Petri de haut niveau pour l'étude des protocoles, *RAIRO Technique et Science Informatiques*, vol. 16, n° 6 (1997), pp. 701-723.
- Fdida S.**, **Fourmaux O.**, Onvural R.O., Enabling multimedia networks , *RERIR Revue électronique sur les réseaux et l'informatique répartie*, Vol.5, (1997), pp.28-32.
- Logé C. and Gay V.**, Systèmes coopératifs multi-media basés objet fondés sur RM-ODP, , *RERIR Revue électronique sur les réseaux et l'informatique répartie*, Vol.4, (1996), pp.21-48.
- Pham C. D.**, Simulations distribuées de réseaux ATM, *Calculateurs parallèles*, vol. 8, numéro 2, pp. 229-243 (1996).

Publications dans des actes de congrès ou des ouvrages de synthèse, notoriété importante (20)

- Chaouiya C., Liberopoulos G., **Dallery Y.**, Extended kanban control systems for assembly manufacturing systems, *International Conference on Industrial Engineering and Production Management*, Lyon, France (1997).
- Dallery Y.**, **Le Bihan H.**, Homogeneization techniques for the analysis of production lines with unreliable machines and finite buffers, *5th International Conference on Computer Integrated Manufacturing and Automated Technology*, Grenoble, France (1996).
- de Rezende J.**, Mauthe A., **Fdida S.**, Hutchison, D., Fully Reliable Multicast in Heterogeneous Environments, *IFIP/IEEE Protocols for High-Speed Networks, PfHSN'96*, Sophia Antipolis, France (1996).
- Fdida S.**, "Multimedia transport protocol and multicast communication", in: *High-Speed Networking for Multimedia Applications*, W. Effelsberg, O. Spaniol, A. Danthine, D. Ferrari (eds.), Kluwer Academic Publishers (1996).

- Karmouch A., **Horlait E.**, Agent-based Multimedia Communications on Internet, *IEEE CCECE'98*, Waterloo, Ontario, Canada, (1998).
- Leydekkers P., **Gay V.**, ODP view on Quality of Service for Open Distributed Multimedia Environments, Quality of Service - Description, Modelling and Management, Andreas Vogel and Jan de Meer editors. *4th International IFIP Workshop on QoS*, Paris, France, (1996).
- Moret Y. and Fdida S.**, ERAQLES an Efficient Explicit Rate Algorithm for ABR, *IEEE GLOBECOM'97*, Phoenix, USA, Vol. 2, (1997) pp. 801-805.
- Moret Y., Fdida S.**, Galand C. and Fichou A., Evaluation of the ER Algorithm ERAQLES in Different ABR Environments, *5th IFIP Workshop on Performance Modelling and Evaluation of ATM Networks*, Ilkley, Grande Bretagne, (1997) pp. 48/1-48/13 également dans *ATM Networks: Performance Modelling and Analysis*, Kouvatsos D. (Eds.), Chapman and Hall, vol.4, (à paraître) (1998)
- Pham C. D., Essmeyer J., Fdida S.**, Simulation of a routing algorithm using distributed simulation system, *Euro-Par'97 Conference*, Passau, Germany (1997).
- Pham C. D., Fdida S.**, Length-Based Blocking and Local Estimations in Distributed Simulation : A Case Study, *Proceedings of the 29th Annual Simulation Symposium*, New Orleans, USA (1996).
- Pham C. D., Brunst H., Fdida S.**, How Can We Study Large and Complex Systems, *Proceedings of the 31th Annual Simulation Symposium*, Boston, USA, pp126-134, (1998).
- Pham C. D., Brunst H., Fdida S.**, Simulation of Load-Balanced Routing in a Large ATM Network Model, *Proceedings of the 12th Parallel and Distributed Simulation workshop (PADS'98)*, Banff, Canada. (1998).
- Pham C. D., Fdida S.**, Perspective in performance evaluation of large ATM networks, *5th IFIP Workshop on Performance Modelling and Evaluation of ATM Networks*, Ilkley, West Yorkshire, U.K. (1997).
- Ray P., **Logé C.**, Fry M., Middleware for Heterogenous Multimedia Services, *Proceedings of the European Conference on Networks and Optical Communications (NOC'96)*, Heidelberg, Allemagne, (1996).
- Romano S.P., **Deleuze C., Rezende J.F. and Fdida S.** "Integrated QoS Architecture for IP Switching", *Proceedings of the 3rd European Conference on Multimedia Applications, Services and Techniques (ECMAST'98)*, Berlin, Germany, (1998).
- Soto M., Allongue S.**, Inter-Collaborative Virtual Environments. *Collaborative Virtual Environments 1998 (CVE'98)*, 17th-19th June 1998, Manchester University, Manchester, UK.
- Soto M., Allongue S.**, Interoperable Networked Virtual Environments. *IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems 1998 (ICMCS'98)*, June 28-July 1, 1998, Austin, Texas, USA.
- Soto M., Allongue S.**, A semantic Approach of Virtual Worlds Interoperability, *IEEE Sixth Workshops on Enabling Technologies : Infrastructure for Collaborative Enterprises, WET ICE'97*, Cambridge, Massachusetts, USA, (1997).
- Soto M., Le Van Gong H.**, Achieving Networked Virtual Environments Interoperability, *IEEE-ACM Fourth International Workshop on Interactive Distributed Multimedia Systems and Telecommunication Services, IDMS'97*, Darmstadt, Germany, (1997).
- Soto M., Le Van Gong H.**, The Distributed Concepts in NOVÆ, *IEEE Sixth Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises , WET ICE'97*, Cambridge, Massachusetts, USA, (1997).

Publications dans des actes de congrès ou des ouvrages de synthèse, notoriété courante (19)

- Allongue S., Soto M.,** Paradigmes sur les comportements dans le cadre de l'Interopérabilité en Réalité Virtuelle, *Première Conférence Francophone de Modelisation et Simulation, MOSIM'97*, Rouen, France (1997).
- Anique E., Thai K.L.,** Un service de transport flexible pour les communications de groupe, *Actes du Congrès Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles, CFIP'96*, Rabat, Maroc (1996).
- Anique E., Thai K.L.,** A Flexible Transport Service for Group Communication, *Proceedings of the EUNICE summer school on telecommunications services, EUNICE'96*, Lausanne, Switzerland (1996).
- Atmaca T., Borcoci E., Munteanu N.,** Multiservices with delay guarantees in ATM networks, *International Conference on Telecommunications*, Istanbul, Turkey (1996).
- de Rezende J.F., Fdida S.,** La communication de groupe de bout-en-bout, *Conférence Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles, CFIP'96*, Rabat, Maroc (1996).
- Di Mascolo M., Dallery Y.,** Performance evaluation of kanban controlled assembly systems, *Symposium on Discrete Events and Manufacturing Systems of the Multiconference IMACS-IEEE/SMC CESA'96*, Lille, France (1996).
- Fourmaux O., Deleuze C.,** Qualité de service hétérogène et dynamique pour liaisons ATM point-à-multipoint", *Actes du Congrès Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles, CFIP'97*, Liège, Belgique (1997).
- Fourmaux O.,** Gestion des flots de données multicast, dynamiques et hétérogènes avec RSVP sur les réseaux ATM, *Actes des Journées doctorales informatique et réseaux, JDIR'96*, Paris, France (1996).
- Hamma S., Atmaca T.,** Traffic and congestion control mechanisms on the LAN-FR interconnection, *International Conference on Telecommunications*, Istanbul, Turkey (1996).
- Horlait E., Bouyer M.,** Bandwidth Management and reservation over shared media, *SFBISID'97*, Fortaleza, Brésil (1997).
- Jouaber B., Atmaca T.,** On policing for high-speed networks, *International Conference on Telecommunications*, Istanbul, Turkey (1996).
- Karaesmen K., Dallery Y.,** A performance comparison of pull type control mechanisms for multi-stage manufacturing systems, *10th International Working Seminar on Production Economics*, Innsbruck, (1998).
- Le Bihan H., Dallery Y.,** New extensions of a decomposition method for the performance evaluation of manufacturing flow systems, *International Workshop on Performance Evaluation and Optimization of Production Lines*, Samos, (1997)
- Logé C. and Gay V.,** Distributed Cooperative Multimedia Services based on RM-ODP, *EUNICE'96*, Lausanne, Suisse, (1996).
- Logé C.,** Etude et Conception de systèmes coopératifs fondées sur le modèle de référence ODP, *Journées Doctorales Informatique et Réseaux*, ENST Paris, France, (1996).
- Picard F., Rezende J., Anelli P., Bouyer M., Fdida S., Gautier J.-P.,** Experimentations IP et ATM dans le projet MIRIHADÉ, 2iemes journées reseaux JRES'97, La Rochelle, France (1997).
- Pham C.D., Fdida S.,** Evaluation de Performance des Réseaux ATM: Etude et Perspectives en Utilisant la Simulation Distribuée, *Actes du Congrès Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles, CFIP'96*, Rabat, Maroc (1996).
- Ray P., Logé C., Gay V., Fry M.,** Cooperative Network Management from ODP viewpoints, *IFIP TC6, first electronic publication on Upper Layer Protocol Architecture and Applications (ULPAA)*, (1996).

Urvoy G., Dallery Y., CAC Procedures For Delay-constrained VBR sources, *IFIP ATM'98*, Bradford, UK (1998).

Brevets (2)

Procédé de gestion de bandes allouées dans les réseaux locaux à accès partagés, protocole et filtre de mise en œuvre (Bouyer M., Horlait E., brevet déposé pour la France le 19/6/97 n° 9707667).

ATM Network Congestion Control System Using Explicit Rate Cell Marking (Fichou A., Fdida S., Galand C., Marin G.A., Onvural R.O., VU K., brevet déposé pour les USA le 3/1/97, n° RA996070 et Taiwan).

Logiciel (1)

Anelli P., Brodard B., Diot C., **Horlait E.**, Souche IPv6 pour Linux, <http://www-rp.lip6.fr/IPv6/> (1996-1997)

Divers et rapports de recherche (2)

Brandwajn A., **Fdida S.**, *Modelling and analysis of a transport multicast protocol*, Rapport de recherche, UC Santa Cruz, Santa Cruz, USA (1996).

Fourmaux O., *Adaptation du protocole RSVP sur les réseaux ATM*, Laboratoire MASI, Rapport 96/24, Paris (1996).

Animation de la recherche

Activités éditoriales

Rédacteur de revues et membres de comités de lecture

Dallery Y.,

– IIE Transactions on Design and Manufacturing (comité de rédaction)

Fdida S.,

- Computer Communications Journal (comité de rédaction)

- Réseaux et Informatique Répartie (comité de rédaction)

- RESIM : Réseaux Et Systèmes d'Information Multimédia (comité de rédaction)

Gay V.,

- Réseaux et Informatique Répartie (comité de rédaction)

Horlait E.,

- Réseaux et Informatique Répartie (comité de rédaction)

Éditeur d'actes de congrès ou d'ouvrages collectifs

Fdida S.,

– Proceedings of European Conference on Multimedia Applications, Services and Techniques (ECMAST'97), Milano, 1997 (co-éditeur avec M. Morganti)

Rédacteur associé d'une revue

Dallery Y.,

- Special Issue on Queueing Networks with Finite Capacity, *Annals of Operations Research* (co-éditeur avec D. Kouvatsos), 1997.
- numéro spécial sur l'évaluation de performances, *RAIRO Recherche Opérationnelle*, (co-éditeur avec J.M. Fourneau, B. Lemaire et R. Marie), 1998

Organisation scientifique de congrès et colloques

Président de conférence

Fdida S.,

- European Conference on Multimedia Applications, Services and Techniques (ECMAST'97), Milano, 1997. (co-chairman avec M. Morganti).
- PROMS-MmNET, Protocol for multimedia networks, IEEE-IFIP, Paris, 1998. (chairman).

Membre de comité de programme ou de comité scientifique d'un congrès

Dallery Y.,

- International Conference on Computer Integrated Manufacturing and Automation Technology (CIMAT'96), Grenoble, 1996.
- International Workshop on Petri Nets and Performance Models (PNPM97), Saint-Malo, France, 1997.
- International Conference on Operations and Quantitative Management (ICOQM), Jaipur, Inde, 1997.
- International Workshop on Performance Evaluation and Optimization of Production Lines, Karlovassi, Grèce, 1997.

Dutheillet C.,

- International Workshop on Petri Nets and Performance Models (PNPM97), Saint-Malo, France, 1997.

Fdida S.,

- De Nouvelles Architectures pour les Communications (DNAC'96), Paris, 1996.
- De Nouvelles Architectures pour les Communications (DNAC'97), Paris, 1997.
- Conference Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles, CFIP, Rabat, 1996.
- Conference Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles, CFIP, Liège, 1997.
- ITC Specialist Seminars, Control in Communications, Lund, Suède, 1996.
- Multimedia Modelling MMM'96, Toulouse, 1996.
- High Performance Networking VII (HPN'97), New York, 1997.
- IEEE Multimedia Systems 97 (MMS'97), Ottawa, juin 1997.
- IFIP International Conference on Computer Communications (ICCC'97), Cannes, 1997.
- IEEE Globecom'96 Workshop on High Speed Transport Protocols, London, 1996.
- IFIP/IEEE Protocol for High-Speed Networks Workshop (PfHSN'96), Sophia-Antipolis, 1996.
- ECMAST'97, Milan, 1997.
- IEEE ATM Workshop'97, Lisbonne, 1997.
- Sixth IFIP ATM-98 Workshop, Ilkley, 1998.

- ECMAST'98, Berlin, 1998.
- High Performance Networking VIII (HPN'98), Vienna, 1998.
- AFRICOM-CCDC'98, Tunis, 1998.
- IEEE ATM Workshop'98, Fairfax, 1998.
- Protocols for Long-Delay Broadband Networks (in IEEE Globecom'99), Sydney, 1998.
- IEEE ATM '99 Workshop, Kouchi, Japan, 1999.
- IEEE Infocom'99, New-York, 1999.
- Conférence Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles, CFIP, Nancy, 1999.

Gay V.,

- 1st international workshop on New Technology for Distributed Processing , (NOTERE'97), Pau, France, 1997
- 2nd French workshop on Network and Service Management, (GRES'97), Saint Malo, France, 1997.

Horlait E.,

- De Nouvelles Architectures pour les Communications (DNAC'96), Paris, 1996.
- De Nouvelles Architectures pour les Communications (DNAC'97), Paris, 1997.
- Conférence Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles, CFIP, Rabat, 1996.
- Conférence Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles, CFIP, Liège, 1997.
- Conférence IEEE PROMS/MmNet'97, Santiago, Chili, 1997.
- Conférence Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles, CFIP, Nancy, 1999.

Soto M.,

- Conférence IEEE PROMS/MmNet'98, Paris, France, 1998
- IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems, Florence, Italie, 1999

Organisation de séminaires

Anelli P.,

- Premier atelier du G6: "Mécanismes support de la QoS", co-responsable avec L. Toutain (ENST-Br), 1998.

Fdida S.,

- Ecole d'été GDR-PRS (RHDM'96), co-responsable avec M. Diaz (LAAS) et C. Diot (Inria Sophia)
- Ecole d'été GDR-ARS (RHDM'98), co-responsable avec M. Diaz (LAAS) et C. Diot (Inria Sophia)

Administration de la recherche

Anelli P.,

- Membre du G6 (Depuis 1996)

Dallery Y.,

- Directeur-adjoint du laboratoire MASI (Janvier 1994 - Décembre 1996)
- Membre du Comité de Direction du PRC-GDR Automatique (Depuis Janvier 1996)
- Responsable-adjoint du PRC-GDR Automatique (Depuis Janvier 1998)

- Membre du Comité Scientifique du Secteur Ingénierie de la Conception et de la Production du MENESR (Depuis Janvier 1993)

Fdida S.,

- Expert pour la DSPT4 - MST - MENESR (1996-1998)
- Membre du Comité de Direction du GDR-PRS (1994-1997), puis ARS (depuis 1998)
- Membre du comité de Pilotage du programme Télécom du CNRS
- Expert de la commission 3 du RNRT
- Président de la commission de spécialiste, 27^{ème} section, Université Paris 6
- Membre du comité de pilotage du laboratoire "Trafic Lab" d'Ericsson à Budapest (depuis 1996)
- Membre du groupe de travail IFIP WG6.3 "Performance Evaluation of Computer Networks"
- Membre du groupe de travail IFIP WG6.4 "Multimedia Networks"
- Représentant français du projet COST237- Multimedia Transport and Teleservices
- Responsable du Thème " Réseaux hauts débits et multi-media" du GDR PRS (Pôle Réseaux et Systèmes) puis ARS (Architecture, Réseaux et Systèmes)
- Responsable du Thème " Réseaux et Performance " du laboratoire MASI puis LIP6 (Depuis 1994)
- Responsable d'un projet CAPES-COFECUB Franco-Brésilien sur les réseaux multi-media coopératifs (1994-1998).

Horlait E.,

- Expert auprès de l'Australian research Council (depuis 1995)
- Responsable de l'action intégrée " Applications multi-media réparties " France-Maroc (Université Pierre et Marie Curie, Paris, LAAS, Toulouse, École Mohammadia d'Ingénieurs de Rabat, Université Mohamed V, Rabat)
- Adjoint au directeur du LIP6 (depuis 1/1/97)
- Expert auprès de l'ANVAR (1997)
- Responsable de la coopération stratégique ALCATEL-LIP6 (depuis 3/97)
- Responsable de la coopération CNRS (France) - NRC (Canada) (depuis 1/3/98)

Soto M.,

- Représentant français de la revue VR PRESENCE.

Gay V.,

- Membre depuis 1988 du groupe AFNOR sur la normalisation du traitement ouvert réparti (Open Distributed Processing).
- Déléguée depuis 1991 aux réunions internationales AFNOR ISO/IEC JTC1/SC21/WG7 (Open Distributed Processing). Défense de contributions françaises au niveau international et contributions sur les différents documents.
- Membre du groupe AFNOR sur la messagerie X.400.
- Contribution à l'élaboration de standards ODP : *Basic Reference Model of Open Distributed Processing*., *ODP interface references and Binding (DIS)*, *Quality of Service and ODP (NWI)*, Draft editeur du document " Quality of Service and ODP ".

Logé C.,

- Membre depuis 1988 du groupe AFNOR sur la normalisation du traitement ouvert réparti (Open Distributed Processing).
- Membre du PRC GT SCOOP.

Habilitations et thèses (11)

- Anique E.**, *Communication de groupe: service et protocole de transport à fiabilité intègre*, Doctorat d'Université, UPMC, 5/12/97, encadré par Thai K./Fdida S.
- Brou C.**, *Routage de niveau applicatif pour les service multi-media*, Thèse d'université, UPMC, 5/12/96, encadré par Rolin P./Fdida S.
- de Rezende J.**, *La Communication de Groupe pour les Applications Multi-media Distribuées*, Thèse d'université, UPMC, 15/1/97, encadré par Fdida S.
- Fladenmuller A.**, *Gestion des ressources et applications adaptatives*, Thèse d'Université, UPMC, 4/11/96, encadrée par Horlait E.
- Gay V.**, *Conception d'Applications Multi-media dans des Environnements Répartis Ouverts*, Habilitation à diriger des Recherches, UPMC, 5/6/97, encadrée par Horlait E.
- Le Van Gong H.**, *Modélisation des systèmes de réalité virtuelle: outils d'interopérabilité*, Thèse d'Université, UPMC, 13/12/96, encadré par Soto M./Horlait E.
- Logé C.**, *Architecture Fonctionnelle pour Systèmes Cooperatifs Répartis Ouverts Fondée sur les Standards ODP et CORBA*, Doctorat d'Université, UPMC, 8/11/96, encadré par Gay V./Horlait E.
- Moret Y.**, *Conception et évaluation d'un algorithme ABR dans les réseaux ATM: ERAQLES*, Doctorat d'Université, UPMC, 12/12/97, encadré par Fdida S.
- Pham C.D.**, *Techniques de simulation pour des systèmes de grande dimension*, Thèse d'université, UPMC, 4/7/97, encadré par Fdida S.
- Stheto M.**, *Modélisation objet des éléments de trafic d'un réseau téléphonique*, Thèse d'Université, UPMC, 7/3/97, encadrée par Horlait E.
- Zouaoui M.**, *Définition d'un langage de type logique temporelle pour la spécification et l'évaluation de performances*, Thèse d'université, UPMC, 20/03/98, co-encadré par Dutheillet C.

Projets et contrats

Participation aux grands programmes de recherche nationaux

PRC-GDR Pôle Réseaux et Systèmes

– Réseaux haut débit et multi-media

Responsable scientifique : S. Fdida, durée : 1994/1996, financement : 92 KF,
Partenaires : ENST, ENST-Br, EURECOM, INRIA Sophia-Antipolis, IRISA, LAAS, LSIIT, PRISM.

PRC-ARS Pôle Réseaux et Systèmes

– Réseaux haut débit et multi-media

Responsable scientifique : S. Fdida, durée : 1998/2000, financement : - KF,
Partenaires : ENST, ENST-Br, EURECOM, INRIA Sophia-Antipolis, IRISA, LAAS, LSIIT, PRISM., ENSICA, Université Nancy, Villetaneuse, Grenoble, Lyon1, Toulouse.

SAFIR (ex MIRIHADÉ)

- Responsable scientifique : S. Fdida, contact : V. Roca, durée : 1997-1998, financement : 150 KF

Expérimentations de protocoles pour applications multi-media coopératives.

Ce projet, financé par le CNRS et l'INRIA constitue la première infrastructure de réseau haute vitesse mise à la disposition d'expérimentations pour la recherche et les centres de calcul.

Partenaires : INRIA Sophia-Antipolis, LAAS

EDISON

- Responsable scientifique : V. Roca, durée : 1998-2000, financement : 1,7 MF (263 KECU)

Conception d'une architecture générique et intégrée pour la distribution d'applications de simulation interactive.

Partenaires : Aérospatiale (FR), Alenia Aerospazio (IT), D3 (D), RUS (D), Fokker Space (NL), Silicon Worlds (FR), et DLR (D)

Contrats avec les établissements publics

DIS/ATM

Responsable scientifique : S. Fdida, durée : 1997-1998, financement : 350 KF (DRET/MENESR),

Etude et évaluation des mécanismes de contrôle des ressources en réseau hétérogène avec application au DIS.

L'objectif de ce projet est de proposer une solution pour le support d'une application de type DIS (Distributed Interactive Simulation) fournie par Dassault, sur un réseau IP/ATM en garantissant ses contraintes de qualité de service.

Partenaires: CEGETEL, Dassault Electronique, EDF-DER, INRIA Sophia-Antipolis, LAAS, PHILIPS Communications d'Entreprise.

Développement d'une souche de protocoles IP version 6

Responsable scientifique : E. Horlait, durée : 1996, financement : 150KF (INRIA et DGA)

Le but de ce contrat est la mise à disposition du monde de la recherche d'une souche de protocoles IP version 6 sur laquelle puissent être menées des expérimentations d'applications multi-media sur réseaux à haut débit.

Contrats industriels

ALCATEL

Responsable scientifique : E. Horlait, durée 10/94 - 10/97, financement : 90 KF
Suivi technique du développement d'applications multi-media utilisant la structure MHEG.

ALCATEL

Responsable scientifique : E. Horlait, durée 10/95 - 12/96, financement : 90 KF
Développement d'un support applicatif pour applications multi-media avec garantie de service.

DRET

Responsable scientifique : S. Fdida, durée : 12/95 - 4/97, financement : 205 KF

Simulation parallèle du routage dans un réseau ATM

Nous explorons les gains en performance que peuvent apporter des solutions de simulation parallèle pour analyser des réseaux ATM de grande dimension (plusieurs centaines de commutateurs).

PHILIPS

Responsable scientifique : Y. Dallery, durée : 10/96 - 09/99, financement : 150 KF

L'étude porte sur la modélisation et l'évaluation de performances d'algorithmes d'admission d'appels et de routage dans des réseaux ATM à qualités de services multiples

DCN (Direction des Constructions Navales)

Responsable scientifique : K. Thai, durée : 11/96 - 12/97, financement : 188 KF

Suivi des travaux de l'ATM Forum

Il s'agit d'assurer un suivi technique des différentes évolutions des normes édictées par l'ATM Forum.

ALCATEL

Responsable scientifique : E. Horlait, durée : 3/97 - 3/00, financement : 9 200 KF

Action de coopération stratégique sur la gestion d'environnements multi-media pour réseaux à hauts débits. Axes principaux : garantie de service sur réseaux IP, applications et gestion de groupes, réalité virtuelle.

Contrats internationaux

MOD-FLEX-PRO (BRITE-EURAM)

Responsable scientifique : Y. Dallery, durée : 1997-2000, financement : 1 500 KF

L'objectif du projet est le développement et la validation d'une nouvelle architecture de systèmes de production alliant productivité et flexibilité.

Partenaires : Machining Centres Manufacturing (MCM), Lajous Industries, Politecnico di Torino, MAPAL.

MATCH (Human Capital and Mobility)

(Commun avec le thème Systèmes Répartis et Coopératifs)

Responsable scientifique : Y. Dallery, durée : 1994-1998, financement : 420 KF

L'objectif du projet est le développement de méthodes de vérification et d'évaluation pour des systèmes complexes intégrant des paramètres de temps. Notre contribution porte essentiellement sur les techniques d'évaluation de performances, en particulier les méthodes exactes exploitant les symétries du système et les méthodes approximatives utilisant la décomposition du modèle.

Partenaires : Universités d'Eindhoven, Hambourg, Turin, Vienne, Saragosse. Coopération à l'intérieur du LIP6 avec le thème Systèmes Coopératifs.

CNRS-NRC : Managing Mobile Multimedia Agents

Responsable scientifique : E. Horlait, durée : 1998-2001, financement : 1 500 KF

Ce projet se propose de joindre les efforts des équipes du LIP6 et de l'Université d'Ottawa pour développer un modèle d'agents mobiles permettant de structurer des applications multimédia à qualité de service prédictible et garantie.

Visiteur étranger

– Karmouch Ahmed, Université d'Ottawa, (juin 97)