

ÉTUDE NUMÉRIQUE DE LA RÉOLUTION SPECTRO-TEMPORELLE DE CONTENTION DE BURST ET RÉALISATION D'UN NŒUD OBS.

Thomas Legrand¹, Hisao Nakajima¹, Paulette Gavignet¹, Benoit Charbonnier¹ et Bernard Cousin².

¹ France Telecom, Orange Labs, 2 avenue Pierre Marzin 22307 LANNION

² IRISA, Campus Universitaire de Beaulieu, 35042 RENNES

thomas2.legrand@orange-ftgroup.com

RESUME

L'objectif de cet article est de dégager à l'aide d'un simulateur les métriques et les comportements de la résolution spectro-temporelle de contention de bursts. Des résultats sur l'impact du nombre de longueurs d'onde et du nombre de lignes à retards optique sont présentés ainsi que sur l'influence des délais de ces lignes à retard. Nous y décrivons aussi l'architecture de nœud OBS que nous développons en laboratoire pour l'étude de ces mécanismes.

MOTS-CLEFS : *Optical Burst Switching ; Résolutions de contentions spectro-temporelles ; Banc d'essai.*

1. INTRODUCTION

L'accroissement du trafic IP et de la demande en débit entraîne l'évolution du réseau de télécommunication de la commutation de circuits vers la commutation paquets optiques (OPS). La commutation de bursts optiques (OBS : Optical Burst Switching) est une étape de cette évolution relâchant les contraintes technologiques de l'OPS [1].

En séparant les données utiles de celles liées au routage, l'OBS permet la transmission des données utiles (ou Burst) en optique tout en exploitant la flexibilité de traitement de l'électronique pour les données de routage (ou Label). Néanmoins, l'OBS repose sur une signalisation de réservation des ressources sans l'attente de la validation de leur disponibilité avant l'envoi du burst optique vers sa destination. Dès lors, des contentions de bursts apparaissent dans le réseau. Elles sont le principal facteur limitant les performances de l'OBS.

Dans cet article, nous nous proposons d'étudier les mécanismes spectro-temporels de résolutions de contentions à partir d'un simulateur puis d'introduire le banc d'essai d'un nœud de cœur de réseau en cours de développement au sein du laboratoire.

2. SIMULATION D'UN NŒUD OBS A LABEL ET RESULTATS

Le simulateur est réalisé à partir d'un simulateur d'événements basé sur le langage C++, OMNET++ [2]. Il permet de modéliser un réseau OBS ou un nœud unique. Nous modélisons, ici, un nœud OBS à label ayant trois ports d'entrée/sortie (E/S) dont l'architecture est fidèle à celle de notre banc d'essai présentée en Figure 3 et détaillée dans la partie suivante. L'objectif est d'identifier un ensemble de métriques influençant les performances du nœud. De ce fait, l'ensemble des fonctions optiques de notre architecture sont modélisées ainsi que les contraintes technologiques telles que le temps de traitements des labels ou le temps de commutations des lasers accordables. Enfin, l'algorithme d'ordonnancement est LAUC-VF (Latest Available Unscheduled Channel with Void Filling) [3]. Ce dernier sélectionne la première longueur d'onde disponible et utilise les vides laissés par de précédentes réservations en minimisant celui créé entre la fin de la réservation précédente et le début de la réservation en cours de traitement.

La Figure 1 représente la probabilité de pertes de bursts en fonction de la charge d'entrée du nœud. La charge est définie comme le rapport du nombre de longueurs d'onde utilisées sur le nombre de longueur d'onde totale. Trois paramètres sont étudiés : le nombre de longueurs d'onde

par port d'E/S (W), le nombre de lignes à retards optiques sélectionnables partagées à 4 délais (M) et les valeurs de ces derniers. De plus, la taille des bursts suit une distribution uniforme comprise entre 10^4 bits et 10^7 bits tandis que celle du label est fixée à 10^2 bits. Le débit de transmission pour les bursts est de 10Gb/s et de 155Mb/s pour les labels. Le tableau TAB. 1 regroupe les principaux paramètres de simulations.

TAB. 1 : Paramètres de simulations

Paramètres	Simu. 1	Simu. 2	Simu. 3	Simu. 4	Simu. 5
W	30	20	10	10	10
M	2	2	2	3	3
Délai 1	$2,5 \cdot 10^{-5}$ s	$2,5 \cdot 10^{-5}$ s	$2,5 \cdot 10^{-5}$ s	$2,5 \cdot 10^{-5}$ s	10^{-5} s
Délai 2	$5 \cdot 10^{-5}$ s	$5 \cdot 10^{-5}$ s	$5 \cdot 10^{-5}$ s	$5 \cdot 10^{-5}$ s	$5 \cdot 10^{-5}$ s
Délai 3	$5 \cdot 10^{-4}$ s	$5 \cdot 10^{-4}$ s	$5 \cdot 10^{-4}$ s	$5 \cdot 10^{-4}$ s	10^{-4} s
Délai 4	10^{-3} s	10^{-3} s	10^{-3} s	10^{-3} s	$5 \cdot 10^{-4}$ s

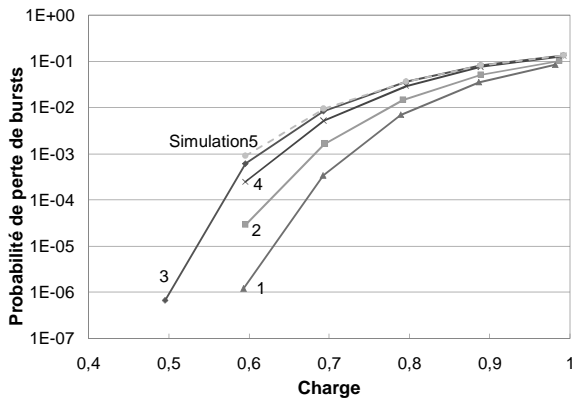


Figure 1 : Probabilité de perte de bursts en fonction de la charge.

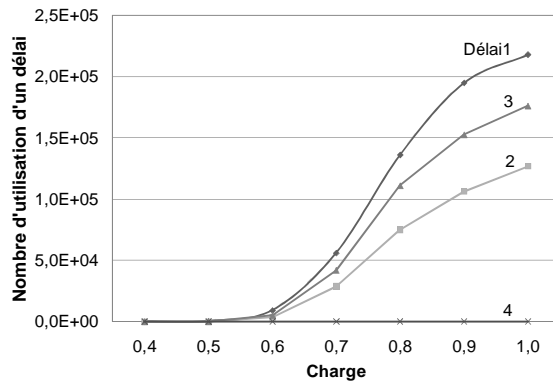


Figure 2 : Utilisation d'un délai optique en fonction de la charge (Simu. 4).

La Figure 1 montre que l'augmentation du nombre de longueur d'onde ou du nombre de lignes à retards entraîne une diminution de la probabilité de pertes de bursts (Simu. 1, 2, 3 et 4). Cela s'explique par le fait que l'augmentation de l'un ou de ces deux paramètres augmente le multiplexage statistique. De plus, il apparaît que les valeurs des délais influent sur les pertes de bursts (Simu. 4 et 5) entraînant, ici, la perte du bénéfice apporté par une ligne à retards supplémentaire (Simu. 3 et 5). Enfin, d'après la Figure 2, il apparaît que des délais inférieurs à la durée moyenne de bursts ($\sim 5 \cdot 10^{-4}$ s) sont les plus efficaces. En effet, le délai 10^{-3} secondes n'est quasiment pas utilisé (4 fois sur 520577 bursts retardés) et pourrait être enlevé ou remplacé.

3. BANC D'ESSAI DU NŒUD OBS

Afin d'étudier les mécanismes spectro-temporels de résolution de contentions et l'impact de l'ensemble des métriques étudiées dans la partie précédente, nous sommes en cours de développement un banc d'essai d'un nœud de cœur présentée à la Figure 3.

Dans ce banc d'essai, les fonctions de génération et de réception du trafic sont remplies par une valise Anritsu MT1810A. Cette valise nous permet de générer un trafic pseudo-aléatoire de bursts dont la taille (1-100 μ s) et le temps inter-burst (>200 ns) varient. Différentes sources d'émission de bursts sont alors créées artificiellement à l'aide d'un coupleur dont chacun des bras est associé à un délai. Les bursts traversent, ensuite, la fonction d'extraction de label (LExt). Elle est réalisée à l'aide d'un ampli optique à semi-conducteur (SOA) et utilise la différence de débit de transmission entre le label (155Mb/s) et le bursts (10Gb/s). En sortie du SOA de détection, les bursts subissent successivement un délai optique (FDL) temporisant le burst pendant le traitement de son label, une fonction de conversion en longueur d'onde accordable (TWC) et une fonction de

commutation spatiale réalisée à l'aide du couple coupleur/démultiplexeur (DEMUX). Lorsqu'une ligne à retards est requise, le burst est routé sur la longueur d'onde de sortie du démultiplexeur associée à cette ligne. Celle-ci est constituée d'une fonction TWC et de retards optiques sélectionnables (TDL) réalisés à partir d'un couple coupleur/combiner dont chacun des bras est associé à une porte On/Off à ampli optique à semi-conducteur (SOAG) suivie d'une longueur de fibre optique différente pour chaque bras. En ce qui concerne la fonction TWC, elle est réalisée par un modulateur LiNbO₃ Mach-Zehnder associé à un laser accordable Intune AltoNet 1200 dont le temps de commutation est de 200 ns.

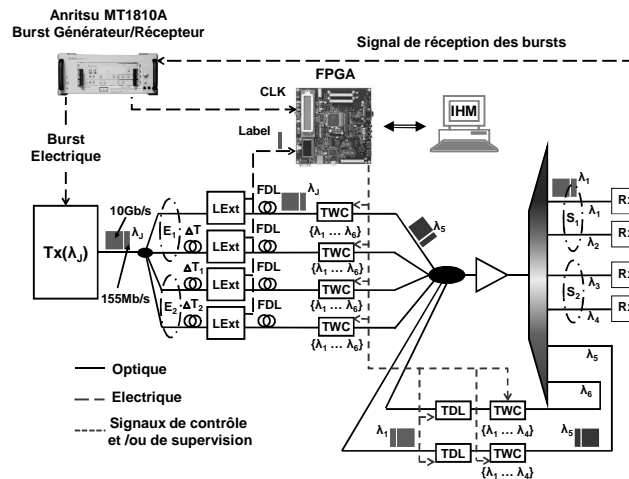


Figure 3 : Architecture du nœud de cœur OBS

Un FPGA Xilinx Virtex-4 LX-60 remplit le rôle d'unité de contrôle. Il traite le label et pilote les lasers accordables ainsi que les SOAG. L'algorithme d'ordonnancement implémenté dans le FPGA est celui décrit dans la section 2. Ce FPGA est programmé pour le traitement de huit entrée/sortie et de deux lignes à retards. Enfin, le FPGA comptabilise le nombre de bursts annulés, le nombre d'indisponibilité des lignes à retards et le nombre d'annulations de bursts dues à un manque de compteurs de réservations de la table d'ordonnancement implémentée dans le FPGA. Ces informations sont remontées sous la forme de compteurs interrogés par l'intermédiaire de l'interface homme/machine (IHM) ainsi que sous la forme de signaux LVTTLL. Nous pouvons, ainsi, identifier différentes causes d'annulations de bursts.

CONCLUSION

Nous avons montré numériquement que l'augmentation du nombre de longueurs d'onde ou du nombre de lignes à retards diminue la probabilité de pertes de bursts. De plus, les délais sont apparus comme des paramètres influençant l'efficacité de ces lignes et font actuellement l'objet de plus amples études. Nous avons aussi présenté notre architecture de nœud OBS dont l'ensemble des fonctions ont été testées séparément. A l'heure actuelle, l'assemblage du nœud est en cours de réalisation.

REMERCIEMENT

Ces travaux sont en partie réalisés dans le cadre du projet ECOFRAME.

REFERENCES

- [1] Yang Chen et al. "Optical Burst Switching : A New Aera in Optical Networking Research", IEEE Network, May-June 2004
- [2] <http://www.omnetpp.org/index.php>
- [3] Jinhui Xu et al. "Efficient Channel Scheduling Algorithms in Optical Burst Switched Networks", IEEE INFOCOM 2003.