

Juillet/Août 2005

Mise en place d'un mécanisme de
fiabilité différenciée par extension du
mécanisme de répétition sélective
dans le framework ETP

VAN WAMBEKE NICOLAS
LAAS-CNRS
Groupe OLC

SOMMAIRE

INTRODUCTION	2
I. EXTENSION DU “SELECTIVE REPEAT”	3
A. MOTIVATIONS	3
B. MISE EN ŒUVRE	3
1. CONTROLE PAR LE RECEPTEUR	4
a) Flux a séquence fixe	4
b) Flux à séquence variable ou sans séquence	5
2. CONTROLE PAR L’EMETTEUR	5
BIBLIOGRAPHIE	8

Introduction

Tous les environnements réseaux à commutation de paquets existants de nos jours ne mettent pas en œuvre de mécanismes permettant de garantir la disponibilité de ressources nécessaires à une communication afin que celle-ci puisse se dérouler sans encombre. Les environnements nouveaux tels les réseaux ad-hoc ou les environnements sans fils plus généralement sont des exemples typiques de ce genre d'architectures.

Face aux difficultés que présentent ces nouveaux environnements dans lesquels aucune solution de réservation ne peut être envisagée de façon théorique tout en garantissant une tolérance à la mise à l'échelle, de nouvelles approches à la notion de qualité de service sont apparues ([EXP03] et [ARM05]). Ces approches visent à adresser le problème non plus au niveau du réseau mais à en faire une responsabilité du protocole implémenté au niveau transport du modèle OSI. Dans cette optique, le protocole qui aura à priori connaissance des flux applicatifs qu'il véhicule et de la criticité des différents éléments qui les composent, pourra alors effectuer des choix quand à l'acheminement des données optimal dans le cas où les ressources offertes par le réseau viennent à devenir insuffisantes.

Ce document propose et illustre une méthode qui, dans le cadre de travail défini dans [EXP03], permet de mettre en place une entité de décision permettant d'ajouter au mécanisme du « selective repeat » décrit et spécifié dans [VAN05] une fonctionnalité modulaire permettant la mise en œuvre d'un traitement sélectif différencié dans le cadre de flux applicatifs spécifiques identifiables en sous flux. Cette méthode ayant pour vocation d'être ensuite adaptable à d'autres mécanismes propres au framework ETP.

I. Extension du “selective repeat”

Le mécanisme du « selective repeat » permet une optimisation de l'utilisation des ressources réseau de par l'utilisation de vecteurs d'acquittements sélectifs permettant d'étendre la sémantique de l'acquittement au-delà de celle de l'acquittement cumulatif évitant ainsi les retransmissions inutiles de PDUs. Les détails de la mise en œuvre de ces mécanismes sont décrits dans [VAN05]

A. Motivations

Dans le cadre de la conception de protocoles de transport à mécanismes composables, la fiabilité partielle est souvent abordée comme un moyen simple de permettre aux applications dont le flux est décomposable en sous flux de spécifier une certaine qualité de service que l'application souhaite voir garantie pour chacun de ces sous flux.

Le mécanisme du « selective repeat » correspond à une optimisation des mécanismes de contrôle d'erreur, il est donc logique de penser à une euristique permettant de proposer un service à fiabilité partielle différenciée comme une extension de ce mécanisme.

B. Mise en œuvre

A l'heure où ces lignes sont rédigées, le développement du « framework » ETP (voir [ARM05] et [EXP03]) s'oriente vers une architecture totalement modulaire, contrairement à l'implémentation actuelle qui n'est que partiellement décomposée en modules.

Afin de préparer au mieux la migration des mécanismes existants dans les versions précédentes du « framework » vers leur contrepartie modulaire, le développement de cette extension est conçu dans la mesure [ARM05] du possible dans cette nouvelle optique.

Sur détection ou signalement d'une perte, le mécanisme de décision permettant de déterminer si la perte d'un paquet peut être acceptée ou non peut être déployé de deux façons, soit par l'émetteur, soit par le récepteur.

La mise en œuvre de ce mécanisme par l'émetteur est possible dans tous les cas. En effet, le fait de conserver dans ses buffers de retransmission une copie des PDUs non acquittés lui permet, sur signalement par le récepteur d'une perte de paquet, de consulter le contenu du paquet perdu afin de déterminer si cette perte est acceptable au vue des limites de tolérance spécifiés par l'utilisateur.

Contrairement à sa contrepartie en émission, la mise en œuvre par le récepteur n'est possible que dans certains cas. En effet, bien que la détection d'une perte soit envisageable, la garantie d'une fiabilité partielle différenciée demande une

identification du sous flux auquel appartient le PDU perdu. Ceci n'est possible que dans deux cas :

- Soit l'appartenance d'un ADU à un sous flux est régit par une séquence fixe et connue du récepteur. Dans ce cas, la position de l'ADU perdu dans la séquence permettra de déterminer le sous flux auquel appartient l'ADU qui risque d'être perdu.
- Soit les ADUs adjacents possèdent une information permettant de retrouver le type de l'ADU supposé perdu. On peut envisager par exemple une liste de taille fixe contenant les types des ADUs précédents ainsi que suivants qui serait disponible dans l'entête de chaque paquet émis.

Parmi les flux applicatifs qui sont le plus communément utilisés sur Internet de nos jours, on retrouve en particulier les flux de type multimédia. Ces flux présentent l'intérêt d'une structure hiérarchique, pour certains, permettant de les décomposer en plusieurs sous flux.

Dans cette partie, les mécanismes mis en œuvre pour proposer une fiabilité partielle différenciée aux applications dont les flux présentent soit une séquence répétitive fixe connue à priori soit aucune séquence seront présentés. Comme justifiée précédemment, une euristique différente sera mise en œuvre selon que l'on traite le problème du côté de l'émetteur ou du côté du récepteur si besoin en est.

1. Contrôle par le récepteur

a) Flux a séquence fixe

Dans le cadre du contrôle du mécanisme de décision par le récepteur, la séquence permettant de définir l'appartenance d'un ADU à un sous flux devra-t-être connue de celui-ci. Il est envisageable que cette séquence soit transmise lors de l'établissement de connexion ou qu'elle fasse l'objet d'un autre mécanisme dont l'illustration sort du cadre de ce document.

La mise en œuvre de ce mécanisme s'est faite au niveau du plan de gestion. En effet, lors de la détection d'un déséquilibrage ou d'une perte, il est nécessaire d'évaluer l'impact de la remise immédiate à l'application de l'ADU déséquilibré sur le taux de perte courant pour le sous flux concerné.

Afin de réaliser ceci dans l'optique de la modularisation prochaine du « framework », une « classe outil » a été ajoutée au plan de gestion de réseau. Cette classe outil propose un service de décision à l'application qui en utilise les méthodes sans pour autant que l'application n'ait à se soucier de l'évolution de contexte.

La classe `D_PR_Reception` propose une méthode `Boolean couldBeLost(Integer, tPDU)` permettant de déterminer si le PDU dont le numéro de séquence passé en premier paramètre peut être perdu. Afin de réaliser cela sans qu'aucun accès aux buffers de réception ne soit nécessaire, le second paramètre correspond au dernier PDU reçu et a pour vocation de permettre à la méthode d'identifier le sous flux d'appartenance du PDU dont le numéro de série est passé en premier paramètre par

le biais de calculs d'offset sur la base des numéros de série d'une part du PDU lui-même et d'autre part de l'ADU contenu dans ce PDU.

Les attributs publiques de la classe `D_PR_Reception` que sont la séquence, les types ainsi que les taux de pertes tolérés pour chaque sous flux permettent une configuration du comportement de la classe et doivent être configurés par l'utilisateur avant l'exécution du modèle.

Remarque : La méthode est générique dans le sens où elle permet d'avoir une séquence de taille variable et un nombre variable de sous flux. Afin de garantir son bon fonctionnement, il est nécessaire de vérifier la cohérence de taille des chaînes *toleratedRatios*, *types*, *presenceRatios* et *currentRatios*. De plus, tous les types présents dans la séquence doivent apparaître dans la chaîne *types*.

b) Flux à séquence variable ou sans séquence

Dans le cadre d'un mécanisme de décision d'acceptabilité d'une perte pour un flux dont la séquence des ADUs est variable, il est impossible pour le récepteur d'évaluer l'appartenance à un sous flux d'un ADU perdu si ce n'est par le biais d'informations contenues dans l'entête des ADUs adjacents à l'ADU perdu.

Sans que les informations de contexte ne permettent une telle distinction, la seule technique envisageable permettant la décision de l'acceptabilité d'une perte consiste à supposer de façon itérative que l'ADU appartient à chacun des sous flux connus. Il est bon de noter que si le taux de pertes n'est pas trop important, des calculs permettant de connaître l'importance des sous flux en volume par rapport à la totalité des informations véhiculées par l'application sont toujours possibles sans que ces résultats ne soient totalement décorrelés de la composition réelle du flux.

De cette façon, si les taux de pertes calculés pour chacun des sous flux en considérant la perte d'un ADU supplémentaire restent tous acceptables, la perte peut être tolérée. Il faudra alors mettre à jour les taux de perte de chacun des sous flux. Il est évident que cette euristique entraîne une perte considérable de l'efficacité du mécanisme de par le fait qu'il ne sera plus possible de calculer le taux de pertes réel pour chaque sous flux, le taux de pertes estimé sera toujours supérieur ou égale au réel.

Du fait de la spécificité du mécanisme minimal décrit ci-dessus à certains flux dont la composition en sous flux est véhiculée de façon redondante dans chacun des ADUs d'une séquence, l'intérêt de le modéliser dans le framework n'est que marginal au regard du travail de modélisation requis pour le rendre opérationnel (modélisation d'applications spécifiques, mécanisme spécifique à ces applications).

2. Contrôle par l'émetteur

Lorsque le mécanisme de décision permettant d'assurer une fiabilité partielle est contrôlé par l'émetteur, celui-ci contrairement au récepteur, ne doit pas mettre en œuvre d'algorithmes complexes, aussi bien dans le cas d'une séquence fixe que d'une séquence variable. Ceci par le simple fait que les ADUs sont toujours stockés dans les buffers de retransmission ou de sortie et qu'une simple consultation de l'entête permet généralement d'obtenir l'information nécessaire à la détermination de l'appartenance à un sous flux de l'ADU. Il apparaît de ces quelques lignes que le mécanisme décrit ci-dessus n'est pas spécifique à une séquence fixe où à une séquence variable, en effet, dans ces deux cas, l'algorithme déployé est identique.

a) Détermination de la composition du flux

Afin d'avoir une évaluation correcte du taux de pertes tel qu'il pourra être calculé par l'application réceptrice, il est nécessaire de connaître pour chaque sous flux, le nombre total d'ADUs reçus par celle-ci ainsi que le nombre total de pertes tolérées pour chaque sous flux.

Ces informations sont difficiles à obtenir, en effet, il est simple de connaître le nombre d'ADUs de chaque sous flux soumis par l'application émettrice. De plus, la réception d'un acquittement permettrait la détermination exacte de la composition du flux tel qu'il est reçu par l'application réceptrice. Néanmoins, la charge engendrée par un tel mécanisme serait plus importante que celle qui résulte du mécanisme proposé ci-dessous qui suppose néanmoins une légère approximation.

Dans l'hypothèse où la structure du flux principal (le flux contenant les sous flux) peut-être supposée constante en proportions sur un intervalle d'émission autour au moins égal à la taille des buffers de retransmission de l'émetteur, il est possible de proposer le mécanisme suivant.

A chaque soumission d'un ADU par l'application émettrice, la composition du flux est recalculée afin de tenir compte de la variation engendrée par l'appartenance de l'ADU à un certain sous flux.

Sur signalement d'une perte par le récepteur, l'hypothèse que la composition du flux est constante permet de calculer le nombre approximatif d'ADUs du sous flux pour lequel la perte est survenue ayant été reçus par l'application. Pour effectuer ceci, l'algorithme prend pour base le numéro de séquence du dernier paquet acquitté. L'effet d'une perte sur le taux actuel résulte ensuite d'un simple calcul qui permet ainsi la décision.

Cette méthode trouve sa limite dans le cas où la pseudo séquence applicative prends une caractéristique peu régulière, en effet, si la composition ne peut pas être supposée fixe sur une fenêtre glissante de taille fixe, ou si l'écart à la moyenne devenait sporadiquement trop important, le calcul qui est fait ici deviendrait épisodiquement incorrect.

Fiabilité différenciée par extension du « selective repeat » dans ETP

Nicolas Van Wambeke

LAAS-CNRS - Groupe OLC

Bibliographie

- [EXP03] Ernesto J. Exposito G. – Spécification et mise en oeuvre d'un protocole de transport orienté Qualité de Service pour les applications multimédias. – Rapport LAAS N° 03577
- [EXP03a] E. Exposito, M. Gineste, R. Peyrichou, P. Sénac, Michel Diaz, “XQOS: XML-based QoS specification language”, MMM'03 The 9th International Conference on Multi-Media Modeling, January 7-10, 2003, Taiwan.
- [ARM05] F. Armando – Projet de fin d'études – Nouveaux protocoles de transport pour l'adaptabilité au contexte. – INSA-LAAS – Juin 2005
- [VAN05] N. Van Wambeke - Mise en place d'un mécanisme de répétition sélective dans le framework ETP – LAAS-CNRS – Juillet/Aout 2005