

à l'Université Pierre et Marie Curie, le 26 octobre 2004

M2 Informatique Réseaux

Multimédia et Qualité de Service

Cours 5 : IntServ et DiffServ

Timur FRIEDMAN

transparents grâce à Pascal ANELLI (avec modifications)

Copyright 2004 by Timur Friedman

Plan

QoS

- paramètres de QoS
- mécanismes requis
- l'unité de QoS

Deux approches

IntServ

DiffServ

QoS

QoS = « Quality of Service »

- Idée : le réseau garantit une qualité de service

Motivation

- l'Internet est un réseau « moindre effort »
- Ça ne suffit pas pour des nouvelles applications

Paramètres de QoS

Principalement

- la bande passante fournie
- le taux de pertes
- le délais de bout en bout
- la gigue (variance des délais)

Autres

- ?
- ?
- ?

Paramètres de QoS

L'élaboration de paramètres de QoS

Exemple : la bande passante

- la moyenne ?
- le maximum sur une courte durée ?
- le maximum sur une longue durée ?

Les mécanismes requis

- Contrôle d'admission
acceptation/réjection d'une demande d'appel
à chaque étape au long du chemin
- Fonction de police
garantir que l'émetteur n'émet plus que promis
afin de garder les garantis pour les autres
- Gestion de files d'attente
fournir la service promise

L'unité de QoS

On réserve des ressources pour un **flux**

Un flux est défini par:

- adresse IP source
- adresse IP destination
- numéro de port source
- numéro de port destination
- autres champs ?

La définition est flexible

Plan

QoS

Deux approches

IntServ

DiffServ

IntServ et DiffServ

- Deux approches de l'IETF
- IntServ
 - héritage : ATM (travaux débutés en 1994)
 - réservation par flot
 - problèmes de résistance au facteur d'échelle
 - complexe à gérer sur le plan utilisateur
- DiffServ
 - pour faire face aux défaillances d'IntServ (travaux débutés en 1998)
 - notion de classes de services
 - traitement sur une agrégation de flots
 - complexe à gérer au niveau du dimensionnement et de la gestion des ressources

Avertissement

Pas déployés à grande échelle

- pas disponibles dans l'Internet d'aujourd'hui
- implémentés dans les routeurs

Peut-être on ne va pas les déployer !

Autre philosophie :

- mettre en place assez de bande passante à haute vitesse

Plan

QoS

Deux approches

IntServ

- Trois classes de service
- Composants d'IntServ
- Ordonnancement
- RSVP
- Avantages et Inconvénients

DiffServ

IntServ

Principe : orienté délais

Trois classes de service

- Guaranteed Service (le service garanti)
- Controlled Load (la charge contrôlée)
- Best Effort (moindre effort)

Guaranteed Service

Motivation : Limite les délais pour les applications inflexibles

Le réseau garantit :

- un débit
- un délai maximal de transfert

Le réseau ne garantit pas :

- la gigue
- le taux de pertes

Controlled Load

Motivation : Les applications adaptatives marchent assez bien dans un réseau non congestionné

Pas de garantis quantifiables

Garanti : le trafic ne va pas subir des congestions

Best Effort

Motivation : Fournir le service déjà existant dans l'Internet

Moindre effort classique. Pas de garantis pour :

- les délais
- les taux de pertes
- etc.

Plan

QoS

Deux approches

IntServ

- Trois classes de service
 - Composants d'IntServ
 - Ordonnancement
 - RSVP
 - Avantages et Inconvénients
- DiffServ

Composants de Intserv

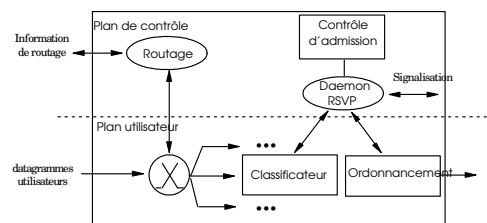
Contrôle d'admission

Classification

Ordonnancement des émissions

Protocole de signalisation

Architecture d'un Routeur IntServ



Architecture d'un hôte IntServ ?

Contrôle d'admission

Attention: différent du contrôle d'accès (*policing*)

Le routeur :

- Décide si un nouveau flot peut être supporté
- La réponse dépend :
 - De la description du flot
 - De la classe de service demandée

Classification

Le « packet classifier » du routeur :

- Oriente les datagrammes selon la QoS demandée
 - Création de différentes files d'attente
- Associe chaque paquet avec la réservation appropriée

Ordonnancement des émissions

Le « packet scheduler » du routeur :

- Ordonnance des datagrammes afin de respecter la QoS demandée

Protocole de signalisation

RSVP : un protocole pour la réservation de ressources

- Allocation de ressources nécessaires pour fournir le service

Plan

QoS

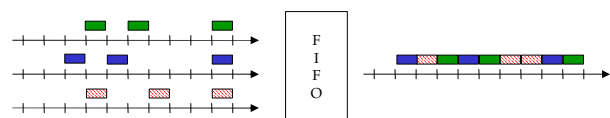
Deux approches

IntServ

- Trois classes de service
 - Composants d 'IntServ
 - **Ordonnancement**
 - RSVP
 - Avantages et Inconvénients
- DiffServ

Ordonnancement

Problèmes avec le « FIFO »



- Modifications de l'espace-temps temporelle
 - introduction de la gigue
- Impossible de donner des priorités aux flots

Nouveau ordonnancement

Le WFQ (« weighted fair queuing »)

- discipline de service équitable et pondéré
- permet de garantir le débit
- une approximation d'équité « max-min » pondérée

Équité « max-min »

Exemple : distribuer une quantité 10 de ressources

Principes :

- Satisfaire les demandes les plus petites en première
- Satisfaire les autres dans une manière égale

participant	demande	disponible	droit	allocation
A	1,0	10,0	2,5	1,0
B	3,0	9,0	3,0	3,0
C	6,0	6,0	3,0	3,0
D	8,0	3,0	3,0	3,0

Équité « max-min » pondérée

Exemple : maintenant C a un poids de 2

Principes :

- Ordonner les demandes par leur taille pondérée
- Satisfaire les autres dans une manière **proportionnelle**

participant	demande	Poids	disponible	droit	allocation
A	1,0	1,0	10,00	2,00	1,00
B	3,0	1,0	9,00	2,25	2,25
D	8,0	1,0	6,75	2,25	2,25
C	6,0	2,0	4,50	4,50	4,50

WFQ pour les garantis

Ressource : nombre de cycles dans la fonction d'acheminement

Flots prioritaires :

- poids supérieurs, alors proportionnellement plus de cycles
- temps de service plus court

Autre flots :

- poids inférieurs

Problème avec le WFQ

- difficile à implémenter

Plan

QoS

Deux approches

IntServ

- Trois classes de service
- Composants d'IntServ
- Ordonnancement

• RSVP

- Avantages et Inconvénients

DiffServ

RSVP (RFC 2205)

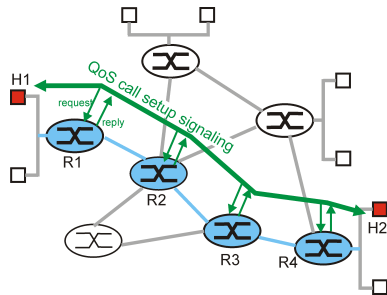
Protocole de signalisation

Informez les besoins applicatifs aux réseaux

Conçu pour demander des réservations IP

Vu comme le protocole de signalisation de IntServ

Réervations au cœur du réseau



Description de flot

FilterSpec: identifier la (les) source(s)

- IPv4: Adresse source et numéro de port
- IPv6: Adresse source et flow ID

Session: identifier la (les) destination(s)

- Adresse de destination, protocole ID et numéro de port

FlowSpec: décrire les caractéristiques du flot

- Le trafic émis (TSpec)
- Le service désiré (RSpec)

Spécification de flot : TSpec

TSPEC= (r, b, p, m, M)

r: débit moyen

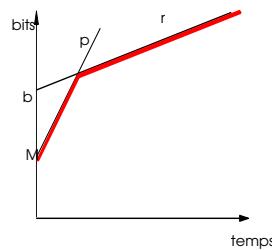
b: sporadicité

p: débit crête

M: taille de paquet maximum (MTU)

m: taille de paquet minimum

Défini l'enveloppe du trafic émis



Modélisation : Token bucket

Fonctionnement

Description d'un flux selon :

Une sporadicité : b

Un débit moyen : r

Une file de jeton de capacité maximale b est remplie avec un débit :

Un jeton est consommé à chaque émission d'un octet

Un datagramme de longueur ℓ peut sortir de la file principale si et seulement s'il y a ℓ jetons

Taux de régénération des jetons



Autorise des rafales et borne leur taille
Détermination de la valeur des paramètres non trivial

Spécification de demande : RSpec

Guaranteed Service

- le délai maximum

Controlled Load

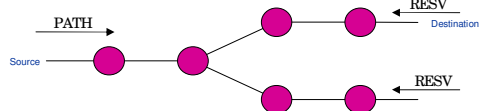
- aucune valeur

RSVP: Principe

La signalisation est constituée d'un flux de messages *path* et *resv*

Pas de réservation pour ce flux

Remise sans garantie et non acquittée



Chaque routeur RSVP traversé par un flux RSVP mémorise un état de ce flux
Soft state

Notion de contexte applicatif

Rafraîchi par les messages *resv*

Après un certain délai L de non réception, l'état est détruit

Libération immédiate de la réservation

Messages teardown (démolition)

Messages PATH

Émis « périodiquement » par la source

Intercepté par les routeurs

Suit le même chemin que les données

Transporte

- le *Tspec* de la source au moment de son émission

- les *ADspec* des routeurs traversés

 - caractérisation des retards dus aux routeurs

 - mis à jour par tous les routeurs RSVP

Le récepteur choisit calcule la bande passante à réserver en fonction du *Tspec* et *ADspec* reçu

Messages RESV

Emis par le(s) destinataire(s)

Demande une réservation en bande passante

Prend le chemin inverse des messages path

- en multicast, les messages *resv* sont fusionnés

Transporte le descripteur de flot:

- Tspec* de la source

- FilterSpec*: pour la classification

- Rspec*: pour l'ordonnement

Résultats

- les routeurs connaissent les flots
- les traitements ne sont plus banalisés

Caractéristiques de RSVP

Protocole de bout en bout

Utilise IP

Réservation simplex: notion de session définie par rapport à la « destination »

Réservation pour des communications unicast ou multicast

Orienté récepteur

Récepteurs hétérogènes

Styles de réservation différents pour les différentes applications

Supporte le changement de route ou de membre du groupe

Plan

QoS

Deux approches

IntServ

- Trois classes de service
 - Composants d 'IntServ
 - Ordonnement
 - RSVP
 - Avantages et Inconvénients
- DiffServ

Avantages de IntServ

Services proches des différentes types d'application
Ex: GS pour applications critiques intolérantes

Conçu pour fournir des garanties absolues

Le flot peut être contrôlé par le routeur

QoS pour unicast ou multicast

Styles de réservation tendent à augmenter le taux d'utilisation des ressources réservées

Adaptation « automatique » au changement de routes

Inconvénients de IntServ

Service de bout en bout garanti si tous les routeurs sont Intserv

Problème de facteur d'échelle

Impraticable pour les flots à durée de vie courte

Facturation du service complexe

RSVP complexe

Plan

QoS

Deux approches

IntServ

DiffServ

Philosophie DiffServ

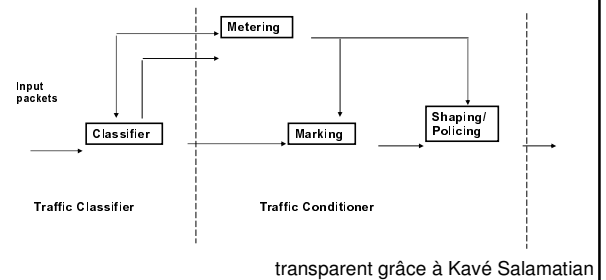
Conforme à la philosophie Internet

- simple au cœur
- complexe à la périphérie
- gestion distribuée par domaine

Modèle DiffServ

- Agréger les flots en fonction de leur QoS
- BAs (« behavior aggregates »)
- Marquer les paquets IP
- Traiter les agrégats au cœur du réseau

Modèle DiffServ



Contraintes de conception

Pas de signalisation échangée (hors bande)

Pas de réservation

Pas de contrôle de congestion concerté

Services simple à comprendre de mettre en œuvre

Identification de la classe

En périphérie

Classification selon les règles du contrat

Marquage du paquet:

Marque dans l'en-tête



Identification de la classe d'un paquet

Champ "DS Byte"

A la place du champ ToS de IPv4 et Class de IPv6

Valeur "DS codepoint"

à chaque codepoint correspond un "PHB"

Au cœur

Classification sur la marque

La marque = index d'un comportement

Les PHBs

Expedited Forwarding (EF)

- Obtenir un accès préférentiel au lien
- Pour les flux interactifs
- Support à un service de ligne louée
- Pas de trafic hors profil

Assured Forwarding (AF)

- 4 classes avec 3 niveaux de priorité de perte
- Assurance d'un minimum de bande passante
- Assurance ≠ garantie
- Admission de trafic opportuniste
- Trafic hors profil
- Support d'un service "better than best effort"

Conditionnement

Action décrite dans le contrat

Actions

Marqueur (marker)

- modifie le *codepoint* et donc le PHB
- pour donner un niveau de priorité différent

Testeur (meter)

- test le niveau de conformité au profil

Effaceur (dropper)

- détruit le datagramme, Modification des caractéristiques sémantiques du flot

Remise en forme (shaper)

- Modification des caractéristiques temporelles du flot

Avantages DiffServ

Traitement complexe en périphérie,

- Concentration de trafics faibles
- Croissance du domaine, augmentation de la périphérie -> "scale"

Discrimination pour un réseau commercial

- "Meilleur service pour ceux qui paient plus" -> \$\$\$ pour l'ISP

Pas de délai d'établissement ou de signalisation

- Reste en mode non connecté
- Efficace pour les flots à durée de vie courte

Avantages DiffServ bis

Provisionnement du domaine

- Méthode à la discrétion de l'administrateur

Classification

- Simple

Marquage

- Peut être effectué par le routeur de bordure

Découpage d'un domaine en plusieurs réseaux virtuels

- Performance de chaque réseau par sa charge admissible

Inconvénients DiffServ

Service de bout en bout = concaténation d'agréments et de politiques locales

- Service final ???

Complexité dans

- Provisionnement du réseau
- Configuration

Echelle de temps différente

- Charge de trafic & le provisionnement

Inconvénients DiffServ bis

Difficile de garantir l'absence de congestion locale malgré une charge connue

- Répartition du trafic mauvaise

- Changement de routes

Solution statique:

- Contrat de service entre paires de routeurs de bordure
- "Route pinning" mais perte de robustesse

Solution dynamique:

- Contrôle d'admission sur la route, modèle du "bandwidth broker"
- Très complexe

Difficile de garantir la priorité pour des flots de classes différentes

- Signalisation des besoins quantitatifs de bout en bout

Orienté émetteur

- Signalisation du profil du récepteur

Multi-destination