

INSTITUT D'INFORMATIQUE

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en informatique

THEME

**CONCEPTION ET REALISATION D'UN
SERVEUR PROXY POUR LE MULTICASTING
SUR UN RESEAU TCP/IP**

PROPOSE PAR :

Promoteur : M^mc A. EL-MAOUHAB

Co-promoteurs : M^{elle} D. HARAT
M^{elle} L. SALMI
M^{elle} S. MEDJDOUB

DIRIGE PAR :

M^r. BOUKALA
M^r. ZAAFOUNE
M^r. KHMISSA

PRESENTE PAR : M^r M^{ed}. A. BOUABID & M^r F. BOUHAFS

ORGANISME D'ACCUEIL :

Centre de Recherche sur l'Information Scientifique et Technique (CE.R.I.S.T)

SSESSION SEPTEMBRE 99

Numéro d'ordre : 42 / 99

Résumé

Ces dernières années , l'intérêt de la téléphonie et de la visioconférence sur les réseaux IP ne cesse d'augmenter , les utilisateurs sont de plus en plus intéressés par les applications qui permettent l'émission et la réception du son et de la vidéo à travers les réseaux IP .

Le problème majeur de cette technologie est la forte consommation de la bande passante qui peut causer des problèmes lors de l'établissement d'une communication multimédia (audio , vidéo ,..etc.) . Le besoin d'une nouvelle technique de transmission se fait ressentir sans cesse , le « multicast IP » (ou multicasting) semble être une solution pour ce problème .

Le principe du multicast IP est de permettre une communication simultanée à plusieurs destinataires préalablement identifiés dans un groupe. Le IP multicast opère au-dessus du protocole de transport UDP son utilisation peut donc entraîner la perte, l'altération ou la réception hors séquence des données échangées. Le protocole »rtp« (Real Time Protocol) et le protocole »rtcp« (real Time Control Protocol) ont été crée pour résoudre ces problèmes.

Le protocole RTP est le protocole chargé du transport des données en temps réel en mode unicast (point à point) ou en mode multicast . Le protocole RTCP est chargé du contrôle du flux multimédia et de l'analyse de la qualité de réception .

La norme H.323 est le standard de l'union international de télécommunication (ITU) pour les systèmes de visioconférence sur les réseaux à commutation par paquets , et en particulier sur les réseaux IP . Cette norme est une suite de recommandations et de protocoles qui couvrent tous les aspects de la communication multimédia permettant ainsi l'établissement et le contrôle des visioconférences .

Le projet mené au laboratoire Réseaux et Serveurs du Centre de Recherche sur l'Information Scientifique et Technique , se situe dans ce contexte . Son principal objectif est la conception et la réalisation d'un système de visioconférence qui utilise le multicasting pour ses besoins de communication tout en respectant les spécifications de la norme H.323 . La réalisation de ce système inclut aussi la conception et la réalisation du protocole RTP/RTCP nécessaire pour la transmission du flux multimédia en mode multicast.

Mots clés : H.323 , Multicast IP , RTP , RTCP , TCP/IP .

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
-----------------------------	---

CHAPITRE I : CONCEPTS DE BASE

I-1- Introduction.....	5
I-2- Catégories de réseaux et exemples de technologies matérielles.....	5
I-2-1- Les deux grandes catégories de réseaux de communication.....	5
I-2-2- Types de réseaux à commutation par paquets.....	5
I-2-3- Exemples de technologies sous-jacente.....	6
1. La technologie Ethernet	6
2. Propriétés d'un réseau Ethernet	8
3. Adressage et structure des trames Ethernet	8
I-2-4- La technologie à anneau à jeton PRONET-10	9
1. Adressage et structure de la trame pronet-10	9
I-3- L'interconnexion	10
I-4- Les services Internet.....	10
I-4-1- Les services de niveau application.....	10
I-4-2- Les services de niveau réseau.....	11
I-4-3- Différence entre les services TCP/IP et les services d'autres protocoles.....	11
I-5- Adressage Internet.....	12
I-5-1- les classes d'adresses IP.....	12
I-5-2- Adresses de réseau et adresse de diffusion	13
I-6- Association de adresses Internet et des adresses physique (ARP).....	13
I-6-1- Résolution par correspondance directe (le cas Pronet-10)	14
I-6-2- Résolution par correspondance dynamique (ARP)	14
I-7- Détermination d'une adresse IP au démarrage (RARP)	14
I-7-1- Résolution d'adresse inverse et serveurs RARP primaire et secondaire.....	15
I-8- Protocole Internet : remise de datagramme en mode sans connexion	15
I-8-1-Introduction.....	15
I-8-2- Système de remise non fiable.....	16
I-8-3- Les datagrammes IP.....	16
I-8-4- Fragmentation et réassemblage de paquets.....	17
1. Notion de MTU.....	17
2. Fragmentation des datagramme IP.....	18
3. Réassemblage des fragments.....	19

I-9- Protocole Internet : routage des datagrammes IP.....	19
I-9-1- Remise directe et remise indirecte.....	19
I-9-2- Remise directe.....	19
I-9-3- Remise indirecte.....	19
1. Routage IP utilisant les tables.....	20
2. Les routes par défaut.....	20
3. Les route de machine à machine.....	20
I-9-4- Le routage avec les adresses IP.....	20
I-9-5- Algorithme final du routage.....	21
I-9-6- Gestion des datagrammes entrants.....	21
I-10- Protocole Internet : messages d'erreur et de contrôle (ICMP).....	22
I-10-1- Le protocole de messages d'erreurs Internet.....	22
I-10-2- Rendre Compte et correction des erreurs.....	22
I-10-3- Remise des datagrammes ICMP.....	22
I-10-4- Structure des messages ICMP.....	23
I-10-5- Test d'accessibilité et d'état.....	24
I-10-6- Congestion et datagrammes de contrôle de flux.....	24
I-10-7-Demande de modification de route émises par les passerelles.....	24
I-10-8-Détection de boucles de routage et des routes excessivement longues.....	24
I-10-9- Rendre compte des autres problèmes.....	25
I-11- Les principaux modèles de structuration en couches.....	25
I-11-1-Le modèle de référence OSI.....	25
I-11-2- Modèle simplifié du protocole TCP/IP.....	28
1. Le principe de base de multiplexage et du démultiplexage.....	30
I-12- Le protocole de datagramme utilisateur UDP.....	31
I-12-1- Notion de Port.....	31
I-12-2- Le protocole de datagramme utilisateur.....	31
I-12-3- Structure des messages UDP.....	32
I-12-4- UDP :un protocole de transport.....	32
I-12-5- Multiplexage , démultiplexage et ports UDP.....	33
I-12-6- Affectation des numéros de port UDP.....	34
I-13- Transfert fiable en mode connecté : TCP.....	34
I-13-1- Propriétés des services de remise fiables.....	34
I-13-2- Notion de fenêtre glissante.....	35
I-13-3- Le protocole de contrôle de transmission.....	37
I-13-4- Notion de connexions et extrémités de connexion.....	38

I-13-5- La structure des segments.....	38
I-13-6- Accusés de réception et retransmission.....	40
I-14- L'adressage de groupe.....	40
I-14-1- Diffusion physique.....	40
I-14-2- Diffusion de groupe au niveau physique.....	40
I-14-3- La diffusion de groupe au niveau IP.....	40
I-14-5- Les adresses de diffusion de groupe au niveau IP.....	41
I-14-6- Les niveaux de participation à un groupe.....	41

CHAPITRE II : LE MULTICAST IP

II-1- Introduction.....	42
II-2- La remise de datagrammes dans le multicast IP.....	42
II-3- Supports requis pour le multicast IP.....	42
II-4- Les commutateurs filtres du multicast (multicast filtering switches)	44
II-5- L'adressage multicast et la gestion du groupe.....	45
II-6- Le TTL (Time To Live)	46
II-7- Le protocole de gestion du groupe IGMP.....	47
II-8- Introduction au routage multicast IP.....	48
II-8-1- Introduction.....	48
1. Le routage IP unicast.....	48
2. Les protocoles à vecteurs de distances.....	48
3. Les protocoles à état de liens.....	49
II-8-2- Le routage multicast.....	49
1. Les arbres de recouvrement (Spanning Trees).....	49
II-8-3- Les deux approches de base pour le routage multicast.....	51
II-8-4- Les protocoles de routage multicast en mode dense.....	51
1. Le protocole multicast à vecteurs de distance DVMRP.....	51
2. Le protocole MOSPF (Multicast Open Shortest Path First).....	52
3. Le protocole Multicast Indépendant (PIM).....	56
II-8-5- Les protocoles de routage multicast en mode dispersé.....	56
1. Le protocole de l'arbre central CBT (Core Based Trees).....	57
2. Le protocole multicast indépendant - mode dispersé (PIM -SM).....	58
II-8-6- Le mécanisme des tunnels.....	59

CHAPITRE III :LE MULTIMEDIA SUR LES RESEAUX IP

III-1-Introduction.....	61
III-2- Les protocoles RTP/RTCP.....	61
III-2-1- Historique de RTP/RTCP.....	62
III-2-2- Le protocole RTP.....	62
1. Rôle du RTP.....	62
2. Session RTP.....	62
3. Les ports RTP /RTCP.....	62
4. Format d'un paquet RTP	63
III-2-3- Caractéristiques du protocole RTP	64
III-2-4- Le protocole de contrôle de RTP : RTCP.....	65
1. Format d'un paquet RTCP.....	66
2. les paquets de type SR (Sender Report).....	67
3. Les paquets de type RR (Receiver Report).....	68
4. les paquets de type SDES (Source Description).....	69
5. Les paquet BYE	71
6. les paquets de type APP.....	71
III-2-5- Extensions du protocole RTP/RTCP.....	71
1. Les mixeurs.....	71
2. Les translateurs.....	72
3. Les moniteurs de diagnostique.....	72
III-3- La norme H.323.....	72
III-3-1- Les principaux avantages de H323.....	73
III-3-2- Les composants d'une zone H.323.....	74
1. Le terminal.....	74
2. Les Passerelles (Gateways).....	75
3. Le GateKeeper.....	76
3.1. Translation des adresses.....	76
3.2. Contrôle d'admission.....	76
3.3. Contrôle de la bande passante.....	76
3.4. Administration de la zone.....	76
3.5. Signaux de contrôle de l'appel	77
3.6. Autorisation des appels.....	77
3.7. Gestion de la largeur de bande.....	77
3.8. Administration des appels.....	77
4. Les unités de contrôle multipoints (MCU).....	77

4.1. Le contrôleur multipoint.....	77
4.2. Le processeur multipoint.....	78
III-3-3- Couches conceptuelle de la norme H.323.....	80
1. Le protocole RTP/RTCP.....	80
2. Le protocole RAS.....	80
3. Le protocole d'établissement de la connexion Q.931.....	81
4. Le protocole de négociation et d'échanges de capacités H.245.....	81
5. Le protocole de formatage des messages de commande H.225.....	81
6. T.120.....	82
7. Les CODEC audio et vidéo.....	82
III-3-4- Spécification des procédures de contrôle et de signalisation et Description des messages.....	83
1. Signalisation des appels.....	83
1.1. L'adressage.....	83
1.1.1. Adresses réseaux.....	83
1.1.2. L'identificateur TSAP (le numéro de port).....	83
1.1.3. Les adresses alias.....	84
1.2. Le Canal de Recensement, d'Admission et d'état.....	84
1.2.1. Localisation du GateKeeper.....	84
1.2.2. Recensement des terminaux.....	85
1.2.3. Localisation des terminaux.....	85
1.2.4. Admission, Changement de la Bande Passante, Etats et Désengagement...	86
1.3. L'identificateur d'un appel.....	88
1.4. L'identificateur d'une conférence, titre d'une conférence.....	88
2. Procédures de signalisation.....	88
2.1. Initiation d'un appel.....	88
2.1.1. Initiation simple (sans intervention du GateKeeper).....	89
2.1.2. Initiation à travers un GateKeeper.....	90
2.1.3. Initiation à travers différents Gatekeepers.....	90
2.1.4. Initiation d'un appel avec le MCU.....	91
2.2. Echanges de capacités.....	92
2.2.1. Description des capacités.....	92
2.2.2. Echange de capacités pour un appel entre deux terminaux.....	92
2.2.3. Ouverture du canal de données.....	93
2.2.4. Echange de capacités pour la création d'une conférence.....	93
2.2.5. Echange de capacités pour joindre une conférence.....	94
2.3. Etablissement d'une communication audiovisuelle.....	94
2.4. Terminaison d'un Appel.....	94

III-3-5 H323 VERSION 2.....	95
III-3-6- Communication sous H323.....	96
1. Le contrôle.....	96
1.1. Le canal de contrôle H245.....	96
1.2. Le canal de signalisation de l'appel.....	97
1.3. La fonction de signalisation RAS.....	97
2. L'AUDIO.....	97
3. La VIDEO.....	97
4. Les données.....	98
III-3-7- La connexion IP et les conférences multimédia.....	98
III-3-8- Une vue des normes de visioconférences de l'ITU.....	100
III-3-9- L'interopérabilité.....	100

CHAPITRE IV : MODELE CONCEPTUEL DU SYSTEME

IV-1- Introduction.....	102
IV-2- Le Modèle Conceptuel du système.....	102
IV-2-1- Fonctionnalités des modules.....	103
1. Le module de multiplexage/démultiplexage.....	103
2. Le module segmentation/reconstruction du flux de commande TPKT.....	104
3. Unité de commande et de contrôle.....	104
3.1. Le module d'interface avec le Gatekeeper(RAS).....	104
3.2. Le module de contrôle de signalisation et de connexion.....	105
3.3. Module de contrôle des échanges et les négociations de capacités.....	105
4. Interface avec le système de contrôle H.323.....	105
5. Unité de contrôle et de transmission du flux multimédia.....	105
5.1. Le module de CODEC audio.....	106
5.2 Le module de CODEC vidéo.....	106
5.3. Le module RTP/RTCP.....	106
6. Le module de contrôle et de manipulation du flux multimédia.....	106
7. Transmission de données (T.120).....	107
IV-2-2- Structure du Gatekeeper.....	107
1. Le module RAS (recensement – admission – état).....	108
2. L'interface avec la base de données des alias.....	108
IV-2-3- Structure du serveur de conférences ou le MCU.....	109
1. Le contrôleur multipoint.....	109
2. Le processeur multipoint.....	110
IV-3- Conception et implémentation du protocole RTP/RTCP.....	111

IV-3-1- Principes de base pour la conception du protocole RTP.....	111
IV-3-2- Architecture du protocole RTP/RTCP.....	112
1. L'entité RTP.....	113
1.1. L'entité RTP émettrice.....	113
1.2. L'entité RTP réceptrice.....	113
2. L'entité RTCP.....	114
2.1. L'entité RTCP réceptrice.....	114
2.2. L'entité RTCP émettrice.....	114
IV-3-3-Interaction entre les différents éléments du protocole avec l'application.....	114
1. Interaction entre l'application et RTP.....	114
2. Interaction entre RTP et RTCP.....	114
IV-3-4-Conception de RTP/RTCP suivant le modèle des automates à états finis.....	115
1. L'automate à états finis des membres.....	115
2. L'automate à états finis des membres actifs(émetteurs).....	116
3. Implémentation de l'automate à états fini des membres.....	118
3.1. L'approche guidée par la matrice de transition (table driven).....	118
3.2. L'approche guidée par la procédure (proceduer driven).....	118
3.3.Implémentation de l'automate des membres.....	118
IV-3-5- Gestion des événements temporels.....	118
1. Notion de la delta liste.....	119
IV-3-6-Imlémentation du protocole RTP/RTP.....	120
1. Structure de données et tables utilisées.....	120
2. L'implémentation de RTP/RTCP.....	121
2.1. L'implémentation de l'entité RTP émettrice.....	121
2.2. L'implémentation de l'entité RTP réceptrice.....	122
2.3. Implémentation de l'entité RTCP émettrice.....	122
2.4. Implémentation de l'entité RTCP réceptrice.....	123

CHAPITRE V : MISE EN ŒUVRE DU SYSTEME

V-1- Environnement de développement.....	124
V-1-1- Système d'exploitation.....	124
V-1-2- Le langage de développement.....	124
V-2- Eléments de base utilisés dans la réalisation.....	125
V-2-1- Les Threads.....	125
V-2-2- L'interface des sockets.....	125
V-2-3- Le modèle d'interaction client serveur.....	126

V-3- Implémentation des messages H.323.....	127
V-4- Ports de communication	127
V-5- Composants du système Live Talk.....	127
1. Le serveur de conférence	128
2. Le serveur GateKeeper.....	129
V-6- Mise en œuvre du client/serveur RAS.....	129
V-7- Mise en œuvre d'une connexion entre deux terminaux.....	129
V-8- Echanges de capacités.....	129
V-9- Mise en œuvre du protocole RTP/RTCP.....	130
V-9-1- Implémentation des messages RTP/RTCP.....	130
V-9-2- Le formatage des paquet en format réseau/local.....	130
V-9-3- Contrôle de validité des entêtes RTP à la réception.....	130
V-9-4- Validation des numéros de séquences.....	130
V-9-5- Validation des paquets RTCP.....	131
V-9-6 Génération des paquets SDES.....	131
V-9-7- Limitation du trafic généré par le protocole RTCP.....	131
V-10- Présentation générale du logiciel.....	131
V-10-1- Interface du logiciel.....	131
V-10-2- Procédure d'établissement d'une connexion.....	134
1. Scénario d'un appel simple.....	135
2. Scénario d'une conférence multipoint.....	138
V-10-3- Fixer et /ou retrouver des options et paramètres.....	141
CONCLUSION.....	142
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	