

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A/Mira de Béjaïa

Faculté des Sciences et des Sciences de l'Ingénieur

ÉCOLE DOCTORALE RÉSEAUX ET SYSTÈMES DISTRIBUÉS



Mémoire de Magister

En Informatique

Option

Réseaux et Systèmes Distribués

Thème

Optimisation du routage P2P pour la VoIP :
Application à la signalisation SIP

Présenté par

Mme Zoubida BOUKHERROU

Devant le jury composé de :

Président	Saadia Tas	Maître de conférences, Université de Béjaïa, Algérie
Rapporteur	Ahmed Meddahi	Maître de conférences, École d'ingénieurs Telecom Lille 1, France
Examineur	Abdalwahab Moussaoui	Maître de conférences, Université de Sétif, Algérie
Examineur	Abdallah Boukerram	Maître de conférences, Université de Sétif, Algérie

Promotion 2005-2006

Je dédie ce mémoire À :

*mes chers parents,
mon mari Mourad,
mes frères et sœurs,
toute ma famille,
mes collègues et amies...*

« Le maître dit :
Si vous suivez le chemin de vos rêves,
engagez-vous vraiment...
Envisagez votre chemin avec courage
et ne craignez pas les critiques d'autrui.
Surtout, ne vous laissez pas paralyser par l'autocritique.
Dieu sera avec vous durant vos nuits d'insomnie,
et son Amour séchera vos larmes secrètes.
Dieu est le Dieu des vaillants.»
Maktub - Paulo Coelho

Remerciements

QUELQUES lignes ne pourront jamais exprimer la reconnaissance que j'éprouve envers tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué, par leurs conseils, leurs encouragements ou leurs amitiés à l'aboutissement de ce modeste travail.

J'aimerais remercier tout d'abord mon encadreur *M^r.Ahmed Meddahi*, M.C. à Telecom Lille 1, France, pour m'avoir proposé ce sujet que je trouve très intéressant, pour son aide tout au long de la recherche et pour ses conseils .

Je remercie également les membres de Jury qui ont accepté de juger mon travail.

Mes très vifs remerciement vont à mes enseignants et également aux responsables de l'école doctorale ReSyD.

Je réserve un grand merci à mes chers parents, à mon mari Mourad Hemioud qui m'a donné de l'aide généreuse dans la recherche et les études, et à toute ma famille, leur support a été une contribution indispensable à mon succès. Enfin, je tiens à remercier mes collègues de l'école doctorale ReSyD de l'Informatique à l'université de Béjaia.

Merci à tous et bonne lecture.

Juin, 2007

Zoubida Boukherrou

Résumé

Résumé. SIP (Session Initiation/Invitation Protocol) est un protocole de signalisation et de contrôle de sessions multimédia, défini dans les spécifications de l'UMTS et déployé en particulier pour le contrôle des applications de téléphonie sur IP. SIP a émergé comme le protocole standard pour la VoIP. La signalisation SIP est routée à travers une succession de "routeurs" SIP, indépendamment du routage associé au flux média (voix). Cette signalisation est basée sur un modèle classique client-serveur. Dans notre travail nous étudions une approche P2P purement distribuée, pour les avantages de scalabilité et de fiabilité qu'elle présente. Des solutions de VoIP basées sur le modèle pair à pair ont été déjà proposées, mais elles manquent de performances et ne sont pas optimales. Dans ce mémoire, nous proposons une solution basée sur le protocole Chord, dont le but est d'éviter les défaillances des serveurs dans l'architecture SIP actuelle, ainsi d'optimiser le nombre de messages de signalisation échangés par rapport aux solutions existantes.

Mots clés : *ToIP, SIP, Routage SIP, VoIP, P2P, DHT, Chord, SIP-P2P, SOSIMPLE.*

Abstract. SIP (Session Initiation/Invitation Protocol) is a signaling and multi-media sessions control protocol, defined in the UMTS specifications and deployed in private individual for the control of IP telephony applications. SIP emerged like the standard protocol for VoIP. SIP signaling is routed through a succession of SIP "routers" , independently of the routing associated to media flow (voice). This signaling is based on a traditional client-server model . In our work, we study a purely distributed P2P approach, for the advantages of scalability and reliability which it has. Solutions of VoIP based on P2P model were already proposed, but they miss performances and are not optimal. In this memory, we propose a solution based on the Chord protocol, of which the goal is to avoid servers failures in current architecture SIP, thus to optimize the number of messages of indication exchanged compared to the existing solutions.

Key words : *ToIP, SIP, SIP Routing, VoIP, P2P, DHT, Chord, SIP-P2P, SOSIMPLE.*

Table des matières

Table des matières	i
Liste des figures	iv
Liste des tableaux	vi
Liste des algorithmes	vii
Introduction générale	1
1 Architecture et protocoles de la téléphonie sur IP	3
1.1 Introduction	3
1.2 Généralités sur la téléphonie sur IP	4
1.2.1 Principe de la ToIP	4
1.2.2 La téléphonie sur IP et le RTC	5
1.2.3 Voix sur IP vs téléphonie sur IP	6
1.3 Architecture de la ToIP	7
1.3.1 Les éléments de bases d'une architecture de ToIP	8
1.3.2 Scénarios possibles pour la ToIP	9
1.3.3 Normalisation et standardisation de la ToIP	10
1.4 Les standards de la ToIP	11
1.4.1 Le standard H.323	11
1.4.2 Le protocole SIP	13
1.4.2.1 Les messages SIP : requêtes et réponses	14
1.4.2.2 Les adresses SIP	16
1.4.2.3 Architecture et composantes du protocole SIP	18
1.4.2.4 Le routage de la signalisation SIP	21
1.4.2.5 Éléments critiques du routage SIP	24
1.4.3 Les protocoles associés à SIP	26
1.4.4 Comparaison des protocoles H.323 et SIP	29
1.5 Qualité de service et sécurité de la ToIP	29
1.5.1 Téléphonie sur IP et qualité de service	29

1.5.2	Téléphonie sur IP et sécurité	31
1.5.2.1	Menaces héritant directement du modèle réseau de donnée IP	32
1.5.2.2	Menaces propres à l'utilisation de la VoIP/SIP	32
1.5.2.3	Solutions pour sécuriser la VoIP	36
1.6	Conclusion	38
2	Présentation de l'architecture Pair-à-Pair	40
2.1	Généralités	40
2.1.1	Définition	41
2.1.2	Caractéristiques des systèmes P2P	42
2.1.2.1	Décentralisation :	42
2.1.2.2	L'extensibilité et l'hétérogénéité :	42
2.1.2.3	Connectivité Ad-hoc et Auto-organisation :	43
2.1.2.4	L'anonymat et la sécurité des utilisateurs :	43
2.1.3	Niveau de décentralisation	44
2.1.3.1	Le modèle P2P pur	44
2.1.3.2	Le modèle P2P hybride	44
2.1.3.3	Le modèle P2P centralisé	45
2.1.4	P2P structuré vis à vis non-structuré	46
2.1.5	Problématique générale	47
2.2	Les tables de hachage distribuées (DHT)	48
2.2.1	Protocoles fondés sur l'algorithme de Plaxton	48
2.2.1.1	Algorithme de routage Plaxton	48
2.2.1.2	Routage dans Pastry	49
2.2.2	CAN : un protocoles fondés sur un hypercube	50
2.2.3	Viceroy : un protocoles fondés sur les graphes en anneau	52
2.2.4	Le protocole Chord	53
2.2.4.1	Aperçu	53
2.2.4.2	La fonction de hachage	53
2.2.4.3	Assignment simple des clés	54
2.2.4.4	Assignment optimale des clés	55
2.2.4.5	Opérations de maintenance	57
2.2.5	Chord ² : un nouveau protocole à deux couche	59
2.2.6	Comparaison des caractéristiques théoriques	60
2.3	Aspects de sécurité dans les réseaux P2P structurés	60
2.3.1	Routage sécurisé dans un réseau structuré	61
2.3.1.1	Assignment sécurisée des <i>nodeIds</i>	61
2.3.1.2	Mise à jour sécurisée des tables de routage	62
2.3.1.3	Retransmission sécurisée	62
2.4	Skype : une application de ToIP en mode P2P	63
2.4.1	Architecture de Skype	63
2.4.2	Fonctionnement	65
2.4.3	Limites du Skype	65

2.5	Problèmes des réseaux P2P	67
2.6	Conclusion	68
3	Optimisation du routage de la signalisation SIP	69
3.1	Introduction	69
3.2	La téléphonie IP basée sur le modèle client-seveur	69
3.3	La téléphonie IP basée sur une architecture P2P	71
3.3.1	P2P-SIP	71
3.3.1.1	L'enregistrement d'un nouveau utilisateur	72
3.3.1.2	Architecture de P2P-SIP	74
3.3.1.3	L'enregistrement d'utilisateur	74
3.3.1.4	Défaillance d'un nœud	74
3.3.2	SoSimple	76
3.3.2.1	Arrivée d'un nœud	76
3.3.2.2	Localisation d'un nœud	77
3.3.3	Problèmes soulevés des solutions existante	78
3.4	Proposition	78
3.4.1	Définition des unités de travail	79
3.4.2	Processus de localisation et de routage	79
3.4.3	Enregistrement d'un nouveau nœud	80
3.4.4	Établissement d'une session	81
3.4.5	Définition des variables	83
3.4.6	Propriétés de la solution	83
3.4.6.1	Interopérabilité	84
3.4.6.2	Optimisation du nombre de messages échangés	84
3.4.6.3	Décentralisation	84
3.4.6.4	Recherche efficace	84
3.4.6.5	Équilibre des clés	85
3.5	Conclusion	85
	Conclusion générale et perspective	86
	Bibliographie	88