

DÉPLOIEMENT À GRANDE ÉCHELLE DE LA VOIX SUR IP DANS DES ENVIRONNEMENTS INTERNET HÉTÉROGÈNES

RÉSUMÉ

Dans cette thèse, nous nous intéressons au déploiement à grande échelle de la Voix sur IP (VoIP) dans des environnements Internet hétérogènes.

Après une description des mécanismes de codage et de transmission de la voix sur l'Internet, nous étudions les limites de performance dans le cas d'une transmission d'un grand nombre de flux de voix sur IP entre deux passerelles téléphoniques. Nous étudions, dans cette première partie de la thèse, le besoin de l'utilisation de mécanismes de contrôle de congestion pour le trafic de voix sur IP qui est en croissance continue sur l'Internet. Nous proposons un nouveau schéma de contrôle de congestion de la voix sur IP. Ce schéma combine le multiplexage de flux RTP et le mécanisme de contrôle TCP-amical (TCP-friendly) afin d'améliorer l'efficacité et la performance de la transmission des flux de voix sur IP et de garantir l'équité avec les autres types de trafic coexistant sur l'Internet.

La deuxième partie de la thèse est consacrée à l'étude de la transmission de la voix dans des environnements de réseaux locaux sans fil IEEE 802.11e. Nous développons un modèle analytique afin d'évaluer la capacité d'un réseau 802.11e en nombre de communications de voix sur IP tenant compte du codage audio utilisé. Ce modèle peut être utilisé pour ajuster les paramètres du standard IEEE 802.11e dans le but d'augmenter la capacité du réseau sans fil tout en considérant les contraintes strictes des communications interactives de la voix sur IP.

Dans la dernière partie de la thèse, nous étudions le cas de la transmission de la voix sur IP dans des environnements Internet hétérogènes (filaire/sans fil) constitués en partie par des liens d'accès sans fil. Nous proposons une architecture basée sur une passerelle de voix sur IP placée au bord du réseau sans fil. Cette passerelle est utilisée pour adapter les flux de voix aux caractéristiques du réseau sans fil. Le mécanisme d'adaptation proposé est basé sur l'estimation de l'état de congestion du canal sans fil et permet la différenciation entre les différentes causes de dégradation de performance de la voix sur IP transmise: principalement les pertes dues à la congestion et les pertes dues aux erreurs de transmission sur le canal sans fil. L'adaptation appropriée est alors appliquée. Dans le mécanisme d'adaptation proposé, le protocole de contrôle d'accès au canal sans fil (MAC) n'a pas été modifié, ce qui facilite le déploiement du mécanisme sur l'infrastructure réseau déjà existante.

MOTS CLÉS

Déploiement de la Voix sur IP, codecs audio, contrôle de congestion adaptatif, multiplexage de flux, contrôle TCP-amical, réseaux locaux sans fil IEEE 802.11e, capacité réseau, E-Model.

LARGE SCALE VOIP DEPLOYMENT OVER HETEROGENEOUS INTERNET ENVIRONMENTS

ABSTRACT

In this thesis, we focus on large scale Voice over IP (VoIP) deployment over heterogeneous Internet environments.

We first present an overview of the VoIP coding and transmission mechanisms. Then, we investigate performance limitations in the case of a large number of VoIP flows transported over wired Internet links between peer VoIP gateways. We address, in this first part of the thesis, the need to design congestion control for the growing class of VoIP traffic and we propose a novel VoIP congestion control scheme which combines RTP voice flow multiplexing and the TCP-friendly congestion control mechanism in order to improve VoIP transmission efficiency and performance while being fair with coexisting Internet traffic.

The second part of this thesis deals with VoIP transmission over IEEE 802.11e wireless LAN environments (WLAN). We develop an analytical model to evaluate the capacity of an 802.11e network in terms of VoIP communications while conditioning on the used audio codec. This model can be applied to tune IEEE 802.11e standard parameters in order to increase the WLAN capacity while considering stringent requirements of interactive VoIP communications.

In the last part of this thesis we study the case of VoIP transmission over heterogeneous Internet environments where WLAN represents the last-hop Internet access link. We propose an architecture that is based on a VoIP gateway located at the edge of the wired and the wireless network, and used to adapt voice flows according to wireless network characteristics. The proposed adaptation mechanism is based on the estimation of wireless channel congestion status and allows the differentiation between different types of VoIP performance degradation: mainly congestion loss and loss caused by wireless channel transmission errors. Then, the appropriate adaptation is applied. Specifically, in our proposed adaptive mechanism, the medium-access control (MAC) protocol at the wireless end stations does not need to be modified, making the mechanism more readily deployable over the existing network infrastructure.

KEYWORDS

VoIP deployment, audio codecs, adaptive congestion control, flow multiplexing, TCP-friendly rate control, IEEE 802.11e WLAN, network capacity, E-Model.