

Communication Langagière

Ingénierie des langues et de la parole

- 1. Introduction générale
- 2. Ingénierie des langues
 - 2.1 Représentation et codage des textes
 - 2.2 Théorie de l'information et probabilités
 - 2.3 Quelques applications du traitement automatique du langage naturel
 - 2.3.1 Dictionnaires et étiquetage de surface
 - 2.3.2 Re-punctuation et recapitalisation de textes
 - 2.3.3 Traduction automatique statistique
- 3. Ingénierie de la parole
 - 3.1 Rappels de traitement numérique du signal
 - **3.2 Le signal de parole : analyse, unités pertinentes et variabilité**
 - **3.3 Codage et compression de la parole**
 - 3.4 Reconnaissance automatique de la parole
 - 3.5 Synthèse de la parole

Notion de débit binaire (*bit rate* ou encore bande passante)

- Signaux quantifiés sur 8 bits (256 valeurs possibles) et échantillonnés à 8kHz
 - ➡ débit binaire = 64kbit/s
- Signaux quantifiés sur 16 bits (65536 valeurs possibles) et échantillonnés à 16kHz
 - ➡ débit binaire = 256kbit/s

↻ 1H de parole ~ 100 Mo
Nécessité de codage (MPEG, GSM, G723, ...) des signaux pour la transmission sur un réseau ou le stockage

Compression du son

Fréquence d'éch. (khz)	Quantification (nb. Bits)	Débit (kbits/s)	volume / mn (en ko)	domaine d'application
48	16	768	11520	Enregistrement prof.
44,1	16	705,6	10584	CD Audio
32	16	512	7680	Radio FM
22	12	264	3960	Radio AM
11	8	88	1320	
8	8	64	960	Téléphone

Codage de la parole

- But : compresser le signal de parole pour le transmettre
- Débuts en 1930 : premier vocoder de *Dudley*
- On a cru pouvoir se passer du codage de parole avec l'évolution des débits...
- ... mais le besoin de codage refait surface
 - *wireless systems* (mobiles, gsm)
 - **voice over IP (VoIP)**
 - films video (MPEG)

Différents types de codeurs (1)

- Codage « direct » (waveform coders) :
 - Reproduction de la forme du signal le plus précisément possible ; peut s'appliquer sur n'importe quel type de signal (parole, musique, ...)
 - Codeurs haut-débit (ex. : G711 : 64 kbits/s)
- Vocodeurs :
 - Utilisent un modèle de production de la parole ; ne s'appliquent qu'à la parole
 - Débit plus faible mais qualité moins bonne
- Codeurs hybrides :

Attributs d'un bon codeur

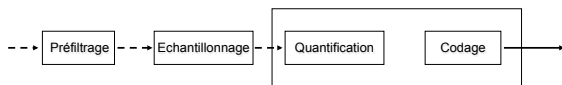
- Débit binaire (*bit rate*)
- Qualité
 - dégradation du signal de parole
- Temps de réponse (*Delay*)
 - dû aux codeurs & décodeurs
 - doit être acceptable pour des applications temps-réel
- Complexité

Critères qualitatifs

- Ne dépend pas de la source mais de la nature du récepteur
- L'oreille est un différentiateur
 - silence de 40 ms sont reconnus, "bruit habituel"
- L'oeil est un intégrateur
- *L'homme est plus sensible aux altérations du son qu'à celles de l'image*

Techniques de Compression de la Parole

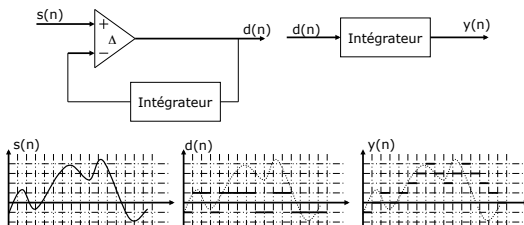
Pulse Code Modulation (PCM)



- Chaque échantillon est quantifié **indépendamment** des autres
- codage linéaire ou logarithmique

Techniques de Compression de la Parole

• Compression de Delta (DPCM)

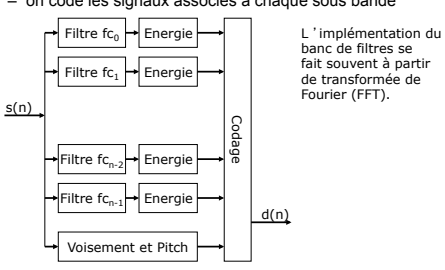


Techniques de Compression de la Parole

- Compression Adaptative de Delta (ADPCM)
 - plages de quantification varient en fonction du signal

Techniques de Compression de la Parole

- Compression par sous bandes
 - on code les signaux associés à chaque sous bande



Techniques de Compression de la Parole

Prédiction Linéaire

La méthode consiste à trouver des paramètres de la production et à les compresser afin de réduire le nombre de bits représentant le signal sonore

$$\tilde{s}(n) = a_1 s(n-1) + a_2 s(n-2) + \dots + a_p s(n-p)$$

$$\tilde{s}(n) = \sum_{i=1}^p a_i s(n-i)$$

$$e(n) = s(n) - \tilde{s}(n) = s(n) - \sum_{i=1}^p a_i s(n-i)$$

$$H(z) = \frac{S(z)}{GU(z)} = \frac{1}{1 - \sum_{i=1}^p a_i z^{-i}} = \frac{1}{A(z)}$$

Un point sur les standards de codage audio / parole

- G.721 : ADPCM, 32 kbps, 4bits, 8kHz
- G.722 : ~ADPCM, 48 à 64 kbps,
- G.723 : ~ADPCM, 24 kbps, 3 bits, 8kHz
- G.728 : 16 Kbps
- GSM : téléphone mobile, 13 kbps
- Linear Predictive Encoding (Xerox), 5 kbps
- Code Excited Linear Prediction (CELP)
- Digital Video Interactive : ~ADPCM, 4 à 8 bits
- En voix sur IP, on utilise G723.1 (5.3 ou 6.4kbits/s), G728, G729 (8kbits/s)

11

Exemple de signaux codés ...

- MPEG I, Layer 2,

Bit rate	64 kb/s	32 kb/s	24 kb/s	16 kb/s	8 kb/s
----------	---------	---------	---------	---------	--------

- G723.1
- original G723.1

Codage de parole GSM

- *Global System for Mobile Communication*
- Protocole de transmission, qui inclut des recommandations / normes de codage de parole
- Codeur de parole spécifique pour systèmes de télécommunication mobile
- Codage avec pertes ; traitement en temps réel (pour transmission)
- Pertes possibles lors de la transmission mais protocoles de vérification / correction des erreurs

Codage GSM

- Trois différents codeurs :
 - Full-Rate (FR): $13 + 9.8 = 22.8$ kbps
 - défini en 1987, variante du codeur CELP
 - Half-Rate (HR): $5.6 + 5.8 = 11.4$ kbps
 - comparable en qualité au FR
 - Enhanced Full-Rate (EFR) : $12.2 + 10.6 = 22.8$ kbps
 - dernière norme utilisée, meilleure qualité
- Code C disponible :
 - FR : *Public domain*
 - HR & EFR : Distribués par ETSI (GSM 06.06 & 06.53)

Codage GSM : exemples sonores

- Signal original (16 bits, 16 khz)



- Signal transcodé GSM (FR)



Evaluation des codecs

- MOS (Mean Opinion Score)
- 1 = Mauvais,
- 2 = Médiocre,
- 3 = Moyen assez bon,
- 4 = Bon,
- 5 = Excellent.

Comparaison de différents codeurs

Standard	Coding type	Bit rate kbit/s	MOS	Complexity	Delay (ms)
G.711	PCM	64	4.3	1	0.125
G.726	ADPCM	32	4.0	10	0.125
G.728	LD-CELP	16	4.0	50	0.625
GSM	RPE-LTP	13	3.7	5	20
G.729	CSA-CELP	8	4.0	30	15
G.729A				15	
G.723.1	ACELP	6.3	3.8	26	37.5
	MP-MLQ	5.3			
US DoD FS1015	LPC-10	2.4	synthetic	10	22.5

Organismes de standardisation

- International Telecommunications Union (ITU/T) :
– <http://www.itu.int/>
- European Telecommunications Standards Institute (ETSI) :
– <http://www.etsi.org/>

Codecs utilisés en voix sur IP (protocole H323)

- G711 : codec PCM (Pulse Code Modulation). Loi A et mu en 64 Kbits/s. Utilisable uniquement en réseau LAN (pb de bande passante). Qualité comparable à la téléphonie classique.
- G723.1 ; 5,3 et 6,4 Kbits/s Utilisé sur l ' Internet public et en cas d ' engorgement du réseau. Qualité de restitution moins bonne mais intelligible.
- G729a : 8 et 13 Kbits/s. Utilisé sur l ' Internet public en cas de charge normale du réseau.
- Absence de codec GSM. Problème lié au coté propriétaire de certains codecs GSM.

Quelques références où le codage audio / parole est abordé

- **Understanding Networking Multimedia**. F. Fluckiger. Prentice Hall, 1995.
- **Téléphonie sur Internet**. J-F. Susbielle. Eyrolles, 1996.
- **La technologie multimédia**. P. Boursier, P-A. Taufour. Hermès, 1993.
- **MBone : Multicasting tomorrow 's Internet**. K. Savetz, N. Randall, Y. Lepage. IDG Bokk Word Wide Inc, 1996.
- **Voice Over IP** U. Black, Prentice Hall Series in Advanced Communications Technologies
- **Linear prediction of speech**, Markel J.D. & Gray A.H. Springer, New-York, 1976
- <http://svr-www.eng.cam.ac.uk/~ajr/SA95/node78.html>
- http://www-mobile.ecs.soton.ac.uk/speech_codecs/index.html

Voix sur IP (VoIP)

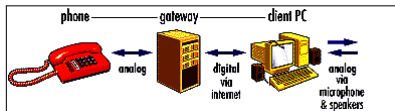
- Téléphonie sur Internet (*IP telephony, packetized voice*)
 - Transmission de la parole sur IP (en paquets)
- Pourquoi tant d'intérêt pour la VoIP
 - Présence universelle d'IP
 - Technologies désormais matures (DSPs, codeurs, modems « haut débit »)
 - Intégration voix / données (messages txt sur portables, messages vocaux sur IP...)
 - « Consolidation » de la bande passante
 - Offrir une alternative au réseau téléphonique classique

IP et Parole

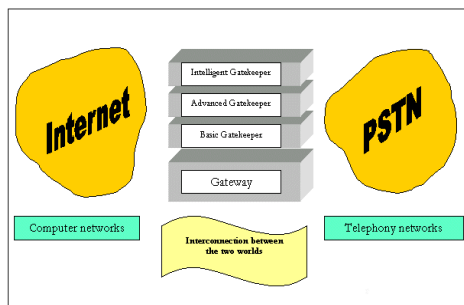
- Internet fait pour supporter du trafic « asynchrone »
 - Voix = besoin d'un délai fixe entre l'émetteur et le récepteur
- 3 problèmes principaux de la voix sur IP
 - Réduire le temps de latence entre émetteur et récepteur
 - Variations de temps de latence entre E et R (jigüe ou *jitter*)
 - Pertes de paquets
- Protocoles choisis
 - UDP (layer 4) : (TCP n'est pas « temps réel »)
 - IP (layer 3)

La voix sur IP : Introduction

- En 2005, 10% du trafic de la voix se fera sur IP
- Convergence voix/données
- Facile à mettre en œuvre car réutilisation des infrastructures existantes (LAN, WAN)
- Basée sur du logiciel : différent de la téléphonie classique
- Normalisation : H323



La voix sur IP : schéma d'ensemble



La Voix sur IP : Enjeux économiques

- **Communications interurbaines**
 - Potentiel limité
 - Absence de connexion locale alternative à celle de l'opérateur historique
- **Téléphonie d'entreprise**
 - Peut se développer grâce à l'utilisation de liens directs IP déjà existants pour l'Intranet de l'entreprise
 - Cout total très bas
- **La téléphonie internationale**
 - Potentiel important, mais dépend des pays et de leurs infrastructures

Raisons du développement de VoIP

- Présence universelle d' IP
- Technologies désormais matures (DSPs, codeurs, modems « haut débit »)
- Intégration voix / données (messages txt sur portables, messages vocaux sur IP...)
- « Consolidation » de la bande passante
- Offrir une alternative au réseau téléphonique classique

Comparaison IP / Téléphone

	Réseau IP	Réseau X25
Etablissement de la connexion	Mode non connecté	Mode connecté
Etablissement d'un chemin dédié à la communication	Non	Oui
Routage	Adaptatif : le chemin est calculé par les routeurs instantanément	Déterministe : chemin unique durant la communication (circuit virtuel)
Adresses	Chaque paquet comporte les adresses source et destinataire	Aucune adresse ne transite sur le réseau : chemin unique
Ressources	Pas de réservation	Réservation du chemin pour la durée de communication
Acquittement	Pas d'acquitements	Les nœuds intermédiaires échangent des acquitements
Fiabilité	Transmission non fiable : perte de paquets	Transmission fiable
Contrôle des congestions	Aucun contrôle n'est effectué	Contrôle par échange de crédits entre nœuds
Interconnexion de réseaux	Simple et naturelle	Complexe
Résumé	Réseau " stupide ", robuste, universel Système terminal intelligent	Système terminal " stupide " Réseau intelligent, fiable, vulnérable

Termes et concepts

- **Délai** : temps de transmission d'un paquet (doit rester inférieur à 100ms pour respecter les contraintes d'une conversation interactive)
- **Gigue** : (*jitter* en anglais) variation de délai (nécessite un buffer de resynchronisation en bout de chemin)
- **Perte** : disparition de paquets au cours de la communication (fait partie de la transmission IP mais doit être soit réduite, soit inhibée)

Rappels sur le modèle OSI

- Le protocole IP fait partie de la couche 3 du modèle OSI

7	Couche Application
6	Couche Présentation
5	Couche Session
4	Couche Transport
3	Couche Réseau
2	Couche Liaison Données
1	Couche Physique

Rappels sur le modèle OSI

- La couche physique** définit la façon de laquelle les données sont converties en signaux numériques
- La couche liaison données** définit l'interface avec la carte réseau
- La couche réseau**: permet de gérer les adresses et le routage des données
- La couche transport**: elle est chargée du transport des données et de la gestion des erreurs
- La couche session**: définit l'ouverture des sessions sur les machines du réseau
- La couche présentation**: définit le format des données (leur représentation, éventuellement leur compression et leur cryptage)
- La couche application**: assure l'interface avec les applications

Modèle TCP/IP

Couche Application:
Applications réseau
Couche Transport
TCP ou UDP
Couche Internet
IP, ARP, RARP
Couche Accès réseau
FTS, FDDI, PPP, Ethernet, Anneau à jeton
Couche Physique

Quel protocole de transport

- TCP : Transmission Control Protocol
 - protocole orienté connexion qui assure le contrôle des erreurs
- UDP : User Datagram Protocol
 - protocole non orienté connexion dont le contrôle d'erreur est archaïque

Caractéristiques principales de TCP

- TCP permet de remettre en ordre les datagrammes en provenance du protocole IP
- TCP permet de vérifier le flot de données afin d'éviter une saturation du réseau
- TCP permet de formater les données en segments de longueur variable afin de les "remettre" au protocole IP
- TCP permet de multiplexer les données, c'est-à-dire de faire circuler simultanément des informations provenant de sources (applications par exemple) distinctes sur une même ligne
- TCP permet enfin l'initialisation et la fin d'une communication de manière courtoise

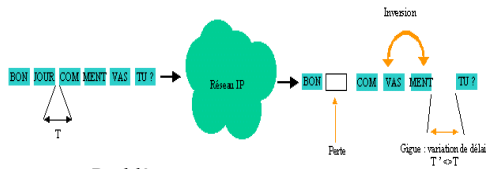
Caractéristiques principales de UDP

- protocole très simple étant donné qu'il ne fournit pas de contrôle d'erreurs
- Service minimum de transport

Port Source (16 bits)	Port Destination (16 bits)
Longueur (16 bits)	Somme de contrôle (16 bits)
Données	(longueur variable)

- **Protocoles IP et UDP choisis pour VoIP :**
 - Présents sur la plupart des PC & stations de travail
 - Aspect « temps réel »

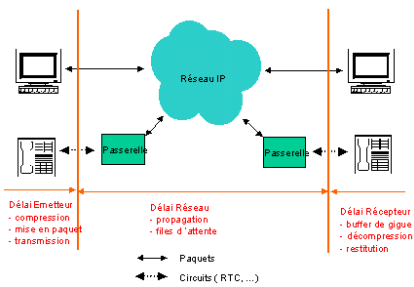
Un chemin semé d'embûches



Problèmes :

- délais
- pertes
- gigue

Analyse des délais



Délais de l'émetteur

- **Numérisation et codage** : temps mis par une carte son ou une passerelle pour numériser et coder un signal initialement analogique.
- **Compression** : se décompose en trois parties :
 - *Délai de trame* : la compression porte sur une certaine longueur de données. Attendre ces informations induit un temps non nul de traitement
 - *Délai d'encodage* : la compression par synthèse s'appuyant sur la prédiction, ce délai est nécessaire à l'encodeur pour savoir, pendant qu'il est en fonctionnement comment évolue le signal.
 - *Délai de traitement* : temps mis par l'algorithme pour compresser une trame. Il dépend du processeur et de l'algorithme utilisé.
- **Mise en paquets** : intervalle de temps pendant lequel l'application constitue un paquet (création de l'en-tête, remplissage des données).
- **Transmission** : ce temps dépend de la configuration dans laquelle on se trouve. A savoir soit on est relié par modem soit par accès direct sur un LAN-WAN.

Délais du réseau

-**Propagation** : sur un réseau filaire, la vitesse de propagation est de 200000 km/s, cela induit un temps de propagation non nul.

-**Commutation et files d'attente** : suivant la nature du réseau différents temps peuvent être indexés.

Délais du récepteur (cf émetteur)

- **Buffer de gigue** : cette mémoire tampon permet de resynchroniser les paquets arrivant avec des délais variables. Elle sert donc à compenser les décalages et remettre en ordre les paquets.
- **Dépaquetisation**
- **Décompression**
- **Décodage et conversion numérique analogique**

Jusqu'à présent les mesures effectuées avec une solution téléphone à téléphone (via IP), sur un réseau bien géré et surdimensionné (en bande passante), montrent un délai total de <100 ms.

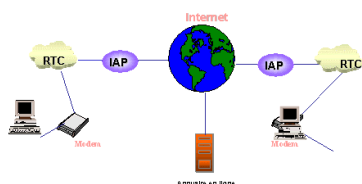
Pertes de paquets (causes)

- Durée de vie épuisée (TTL = 0).
- Retard à la réception supérieur au buffer de gigue.
- Destruction par un module congestionné.
- Invalidité du paquet due à des défauts de transmission.

VoIP différents types d' offres

- La téléphonie et le fax sur Internet
- La téléphonie et le fax sur un réseau IP d'opérateur
- La téléphonie et le fax sur Intranet
- Les centres d'appels Internet.

La téléphonie et le fax sur Internet (1)

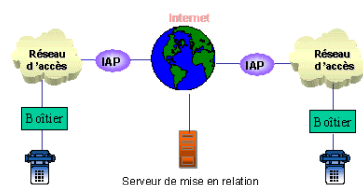


Architecture PC à PC sur Internet

Cette offre s'adresse aux internautes souhaitant communiquer entre eux, en profitant des équipements qu'ils ont mis en place pour accéder à Internet

(IAP : Internet Access Provider ; RTC : Réseau Téléphonique Classique)

La téléphonie et le fax sur Internet (2)



Architecture téléphone à téléphone sur Internet

Pour faire bénéficier de ce service des personnes n'ayant pas d'ordinateur, certaines sociétés proposent des boîtiers sur lesquels on peut brancher un téléphone classique

La téléphonie et le fax sur un réseau d'opérateur

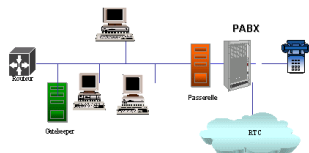


- investissements moins importants que pour un service de téléphonie traditionnelle
- L'opérateur du service constitue un réseau dont les passerelles forment des points de présence locaux
- L'utilisateur appelle une passerelle, puis un serveur vocal l'authentifie grâce à un code secret et vérifie ses droits
- numéro téléphonique du correspondant permet au réseau de déterminer la passerelle la plus proche de la personne appelée, puis établissement d'une communication téléphonique normale entre cette passerelle et le correspondant.

La téléphonie et le fax sur Intranet

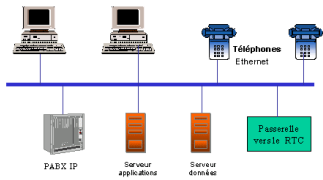
- relier les PABX (*private automatic branch exchange*) de deux ou plusieurs sites distants, en utilisant un réseau de données WAN en lieu et place d'une liaison spécialisée inter-PABX
- La communication téléphonique entre les sites emprunte le réseau de données, mais les communications avec l'extérieur continuent à se faire par le réseau téléphonique classique (RTC).

La téléphonie et le fax sur Intranet



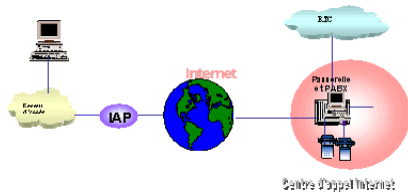
- Voix sur IP sur un LAN avec une passerelle vers le RTC

La téléphonie et le fax sur Intranet



- Voix sur IP sur LAN avec un PABX IP

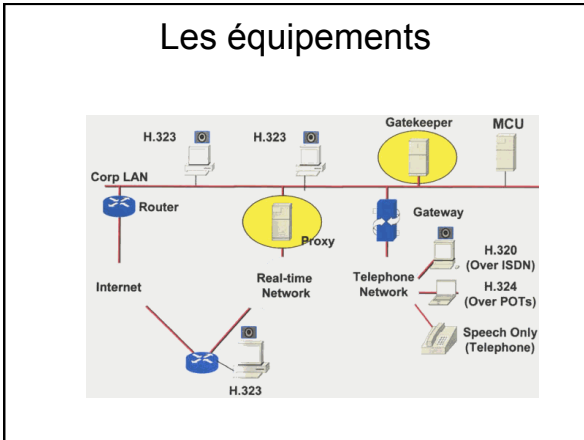
Les centres d'appel Internet



- Web call centers
- Commerce électronique

Question

- Dans chacune de ces architectures, où la numérisation et le codage de parole s'effectuent ils ?



- ### Les terminaux de communication
- Téléphone conventionnel
 - Micro-ordinateur (+micro, HP, carte son full duplex)
 - Téléphones Ethernet
 - Branchés directement sur le réseau IP
 - « Web phones »



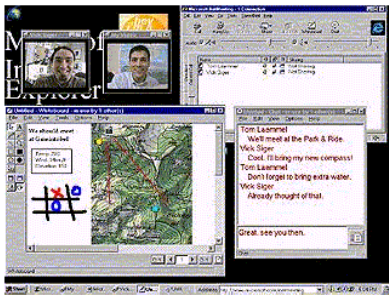
Principaux logiciels de téléphonie IP

Logiciels	Compatibilité norme H.323	Flux Vidéo	Lien Web
Audiovision	non	oui	http://www.smithmicro.com/
Cuseeme	oui	oui	http://www.cuseeme.com/
Digiphone	non	non	http://www.digiphone.com/
Frestel	non	non	http://www.frestel.com/
Intel Internet	oui	oui	http://connectpc.com/cpc/vidophone
Internet Phone	oui	oui	http://www.vocaltec.com/
Microsoft Netmeeting	oui	oui	http://www.microsoft.com/netmeeting
Netscape Conference	oui	non	http://www.netscape.com/
Netspeak Webphone	non	oui	http://www.netspeak.com/
Powwow Tribal Voice	non	non	http://www.tribz.com/powwow
Softone Telephone	non	oui	http://www.pak.net/softone.htm
Voxware Videophone	oui	non	http://www.voxware.com/
Connectix Webtalk	non	oui	http://www.connectix.com/html/vidophone.html
Webtalk	non	oui	http://www.qdeck.com/qdeck/products/webtalk

Netmeeting (1)

- Un Support de Conférence et de Téléphonie Vidéo basé sur le Standard H.323.
- Visioconférence de haute qualité avec des connexions sur une largeur de bande passante de réseau étroite.
- Compatibilité avec le standard H.323 rend possible l'interopérabilité entre NetMeeting et d'autres clients de visiophonie au standard H.323, comme Internet Vidéo Phone de Intel.
- NetMeeting 2.0 supporte le standard H.323 pour la conférence audio et vidéo, qui fournit le codec vidéo au standard H.263 couplé avec les codecs audio aux standards G.723.1 et G711, permettant les échanges avec d'autres produits ou services compatibles H.323.

Netmeeting (2)



Les passerelles (1)

- Gateways
- Permet l'interconnexion entre le réseau IP et le RTC.
- Assure diverses fonctions :
 - codage ou le décodage de la voix,
 - mise en paquet de la voix
 - annulation d'écho
- Codage et compression de la voix requièrent une puissance de calcul telle que ce traitement est aujourd'hui assuré par des processeurs spécialisés DSP (Digital Signal Processing).

Les passerelles (2)

- Les passerelles disposent d'un raccordement téléphonique via des interfaces analogiques ou numériques et d'un raccordement au réseau IP généralement via des cartes Ethernet ou Fast Ethernet.
- Il existe plusieurs gammes de passerelles sur le marché : des passerelles pour les entreprises et des passerelles pour les opérateurs.
- Les passerelles n'ont pas « d'intelligence » (voir *portiers*)

Les portiers (1)

- *Gatekeepers* : effectue le routage des appels et l'administration de la bande passante
- Translation d'adresse : le portier effectue la conversion d'adresse téléphonique (adressage selon la norme E.164 de l'UIT-T) en adresse IP
- Gestion de la bande passante : le portier peut limiter le nombre de connexions simultanées afin de ne pas monopoliser les ressources du réseau. C'est lui qui décide d'accepter ou non une nouvelle connexion à l'aide des messages RAS H.225.0 (norme H.323)

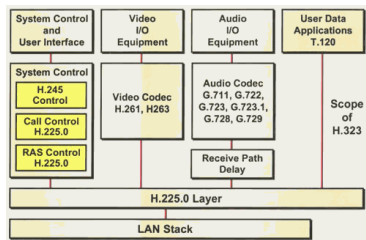
Les portiers (2)

- Il peut relayer ou effectuer lui-même la signalisation des appels, à l'aide de la signalisation H.225/Q.931
- Il peut accepter ou rejeter des appels pour des raisons autres que la limitation de la bande passante (origine de l'appelant, etc.)
- Il peut effectuer une gestion plus complexe des appels, notamment en gérant les listes de terminaux en ligne ou un état de la bande passante utilisée, etc.
- Remplace le PABX en téléphonie classique

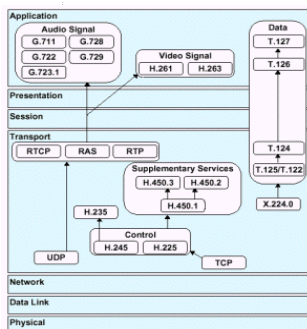
Problèmes de bande passante sur la « boucle locale »

- Un des plus gros problème pour déployer des services VoIP de qualité est la limitation de bande sur la « boucle locale » (*local loop*)
- Le particulier utilise généralement un modem dont les performances sont généralement insuffisantes (débit <= 56kbits/s, V90)
- Alternatives :
 - ISDN (Integrated Services Digital Network) : débit 64kbits/s ou plus (128kbits/s = cher)
 - ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) : en plein développement ; différents débits (384, 160, 64 kbits/s)

Architecture H323



Modèle OSI et H323



IP et QoS

- **Hypothèse**

- Les applications vivent avec un réseau sur lequel aucune modification n'est possible

- **Adaptation**

- Modification du comportement des applications en fonction du comportement du réseau (exemple, modification des codages)
- L'application est en prise la plus directe possible avec le réseau: **RTP**
- Besoin d'un mécanisme d'**observation**: **RTCP**

RTP -Adressage et multiplexage

- **Un flot RTP est identifié par l'association des numéros de port UDP.**

- **Plusieurs médias utilisent plusieurs flots RTP; par exemple pour une visioconférence:**

- Flot audio
- Flot vidéo
- Les raisons principales à ce choix
 - Les changements de codage sont possibles sur un flot seulement
 - Les bases de temps sont indépendantes
 - Les mesures intéressent un seul média
 - Place des mixers
 - Choix de l'utilisateur quant aux médias recus

RTP est un vrai protocole

- **RFC 1889, 1890 - Proposed Internet Standard**
- **Incorporé dans la recommandation H225.0 de l'ITU-T (partie de H323)**
- **Implanté dans des produits commerciaux (Sun, SGI, Precept, etc.)**

H323 : protocoles temps-réel

- RTP : échange de données à caractère temps-réel. Sens unique (2 canaux RTP nécessaires pour une communication)
- RTCP : protocole de contrôle de RTP. Fais circuler des informations sur les participants à la communication en cours. Bidirectionnel.
- RTP et RTCP se placent au dessus de IP ou UDP.

RTP : avantages

- Reconstituer la base de temps des flux (horodatage des paquets : possibilité de resynchronisation des flux par le récepteur)
- Détecter les pertes de paquets et en informer la source
- Identifier le contenu des données pour leur associer un transport sécurisé.

RTP : limites

- Ne procure pas de :
 - Réserve de ressources sur le réseau (pas d'action sur le réseau, cf. RSVP)
 - Fiabilisation des échanges (pas de retransmission automatique, pas de régulation automatique du débit)
 - Garantie dans le délai de livraison (seules les couches de niveau inférieur le peuvent) et dans la continuité du flux temps réel.

RTCP : entête

0		15		16		32	
V	P	RC	PT		Longueur		
Rapport(s)							
Champ	Nbr. bits	Fonction					
V : Version	2	Définit le numéro de version de RTP : actuellement 2.					
P : Padding	1	Indice permettant de spécifier que les octets de données ont une partie de bourrage.					
RC : Report Counter	5	Contient le nombre de rapports contenus dans le paquet (un rapport pour chaque source).					
PT : Packet Type	8	Donne le type de rapport du paquet (SR, RR, SDES ou BYE).					
Longueur	16	Longueur du paquet.					

VoIP conclusions (1)

- La convergence entre les télécoms et IP est très probable
 - Ex:Alcatel a investi plus de 7 milliards de dollars entre 1998 et 1999 pour le rachat de sociétés orientées VoIP
- L'avenir de la téléphonie via Internet dépendra essentiellement de deux éléments
 - l'avenir des réseaux de communication
 - l'adoption de nouvelles technologies spécialement conçues pour la télécommunication en temps réel sur Internet

VoIP conclusions (2)

- Problème des lignes : qu'il s'agisse de l'ADSL, du câble, de la couverture satellitaire ou de la fibre optique, chaque modalité possède ses propres avantages et inconvénients et implique des investissements considérables.

VoIP conclusions (3)

- Facteurs de croissance
 - la généralisation du protocole IP, qui devient le protocole fédérateur, et la flexibilité qu'il permet (arbitrage qualité/coûts notamment)
 - sur le marché entreprises, la disponibilité des techniques de voix sur IP et l'intégration de modes de travail en réseau qui favoriseront les utilisations voix sur IP liées à des services multimédia. Il s'agit entre autre des Intranet et Extranet et des applications de commerce électronique, entre entreprises
 - la baisse de prix de la bande passante, une réglementation concurrentielle adaptée;

VoIP conclusions (4)

- Freins
 - les investissements récents dans le service téléphonique classique
 - la qualité de service, la sécurité et la disponibilité
 - le manque d'annuaire apparaît comme un point véritablement bloquant pour les entreprises
 - la résistance du public liée notamment au manque de simplicité, de convivialité et de transparence des offres actuelles
 - le coût des terminaux.

VoIP conclusions (5)

- On peut ainsi vraisemblablement penser que le protocole IP deviendra un jour un standard unique permettant l'interopérabilité des réseaux mondialisés. C'est pourquoi l'intégration de la voix sur IP n'est qu'une étape vers **VoIP** : **Everything over IP !!**

Références VoIP

- http://www.supelec-rennes.fr/rennes/si/equipe/lme/ENSEIGNEMENT/telephonie_IP/DOC/ref_voip.pdf
- http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/refs/ref_voip.htm
- <http://membres.lycos.fr/baptiste/exposes/iptel/>
- Internet multimédia et temps réel, J.F; Susbielle, Eyrolles, 2000
- Les constructeurs de matériels VoIP
<http://www.tmcnet.com/articles/image/0599/>
- Les sites de renseignements
<http://www.webproforum.com/vfoip/>
<http://www.phonezone.com>
http://www.okstate.edu/faculty/scheets/pub/voip_1.htm
<http://techweb.com/commcentral/telecom/features>
<http://www.stardust.com/press>
- Les fabricants de jeux exploitant VoIP
<http://www.novalogic.com>
- Livre : « Voice over IP », Uyles Black, Prentice Hall Series in Advanced Communication Technologies, 2000.

TP

- <http://www-clips.imag.fr/geod/User/laurent.besacier/RICM/TP-Parole/tp3.html>
