
Projet RNRT Cyrano.

Système de réplication actif personnalisé de flux audiovisuel sur Internet.

Luigi Lancieri

*France Telecom R&D
42 rue des coutures
14000 Caen*

luigi.lancieri@francetelecom.com

Liming Chen

*Ecole Centrale de Lyon
36 av Guy de Collongue
69131 Ecully*

Liming.Chen@ec-lyon.fr

Mesaac Makpangou

*INRIA
Projet SOR
78153 Le Chesnay*

Mesaac.Makpangou@inria.fr

RÉSUMÉ : Ce document présente une approche pour traiter le problème de la QoS (lenteur) et du manque de sélectivité (difficile de trouver ce que l'on cherche) du réseau Internet. Notre approche se base sur la réplication sélective de documents multimédias personnalisés sur des serveurs en proximité des utilisateurs. Le projet Cyrano suit 3 axes, la caractérisation des centres d'intérêts des utilisateurs et des documents multimédias ainsi que la mise en relation de ces serveurs selon divers modes de coopérations (e.g Peer to peer).

ABSTRACT : This document presents an approach to deal with the problem of QoS (slowness) and lack of selectivity (difficult to find what one seeks) in the Internet network. Our approach is based on the selective replication of personalized multimedia documents on servers located near the end users. The Cyrano project follows three axes, the users' topics of interests and the multimedia documents characterization as well as the cooperation between end servers (e.g Peer to peer like).

MOTS-CLÉS : Qualité de service, Filtrage, Indexation, Profils utilisateurs, Coopération, Réplication, Caching, Distribution de contenus.

KEYWORDS: Quality of service, Filtering, Indexing, users' profile, Cooperation, Caching, Content delivery network.

1. Introduction

Le réseau Internet apparaît comme l'infrastructure de base pour une société de l'information mondialisée et en pleine construction. La numérisation de toute information dans ses formes les plus variées consacre la convergence finale entre l'informatique, la télécommunication et l'audiovisuel. La popularité du World Wide Web (WWW) a ainsi favorisé la multiplication de vrais serveurs multimédias. Ceci a permis d'offrir en plus des simples pages HTML des fichiers audio, vidéo, des émissions de streams radios et TV en ligne. La popularité du réseau en fait sa richesse mais représente aussi son point faible, le plus souvent exprimé en terme de qualité de service limitée. Les utilisateurs finaux peuvent exprimer ces limites en termes d'accessibilité à l'information. Leur impression finale est que le réseau est, soit trop lent, soit, on ne trouve pas facilement ce qui correspond à ses besoins.

Les nouvelles technologies réseaux, de transit ou d'accès (e.g ADSL, UMTS) visant à offrir plus de bande passante ne suffiront pas à elles seules à assurer à chaque utilisateur la QoS qu'il attend. Comme par le passé, on peut prévoir que le besoin en bande passante augmentera au moins aussi vite que les disponibilités. Par ailleurs, la disponibilité du réseau n'est pas le seul paramètre influant sur l'accessibilité de l'information. En effet, la surcharge des serveurs peut empêcher ou ralentir l'accès aux informations détenues par ces derniers. De plus, la recherche d'un document audiovisuel lorsqu'on ignore sa localisation précise, nécessite de passer par des outils de recherche textuels qui indexent encore mal l'audio, l'image ou la vidéo. Ces derniers produisent un manque d'efficacité non négligeable (seulement 40% de documents sur la Toile indexés par l'addition des dix plus gros moteurs de recherche) et génèrent du bruit. Ce manque de personnalisation doit être compensé par l'utilisateur qui doit ensuite filtrer manuellement les résultats bruts. Combinées, ces limites introduisent une latence importante pour l'accès à l'information finale.

Pour améliorer cette situation, le projet Cyrano vise à mettre au point un système actif de réplication pour la diffusion de documents audiovisuels personnalisés en proximité des utilisateurs. Plus précisément, notre système offrira les trois types de service suivants. Tout d'abord, un service de caractérisation de contenu multimédia qui permet de décrire et d'indexer des objets autres que les seuls documents textuels. Ensuite, un service de prise en compte du profil des utilisateurs de manière à réduire l'espace d'information sur les centres d'intérêts des individus ou des groupes. Enfin, un service de médiation capable de mettre en oeuvre une infrastructure adaptable (dimensionnement, type de coopération, adaptation des contenus) en fonction de l'évolution des besoins et des possibilités du réseau.

2. Présentation générale du projet.

Le projet CYRANO a été labellisé en France en 2000 par le RNRT (Réseau National de Recherche en Télécommunications). Il est axé sur les technologies de réplique coopératives, l'indexation de programmes audiovisuels ainsi que la distribution de contenus sur Internet. Il vise aussi à mieux comprendre le comportement des utilisateurs et leurs évolutions, de manière à anticiper les besoins afin de mieux y répondre. Aussi, notre projet s'inscrit clairement dans le monde de l'intermédiation proposant de nouveaux services en agrégeant des données multimédias, en les filtrant et en les présentant dans un contexte plus adapté. En ramenant de vrais flux audiovisuels personnalisés de qualité (lent à télécharger, difficile à trouver) à proximité de l'utilisateur sur l'Internet, nous enrichissons d'une part le réseau de nouvelles possibilités et d'autre part apportons une réponse à l'absence de qualité de service pour ce type de données.

Un des aspects du projet est de fournir des objets multimédias. Ces objets seront associés à des éléments de descriptions liés à l'objet lui-même mais aussi à l'utilisateur de l'objet et à ses usages. Ces meta-informations (objet et description) sont stockées en priorité sur des serveurs de proximités (CyraNodes) mais peuvent aussi être stockées dans des espaces intermédiaires dans le réseau Cyrano. Quel que soit l'endroit où se trouve une meta-information elle pourra migrer en fonction de demandes plus ou moins explicites des CyraNodes et via le système de médiation (Cymes).

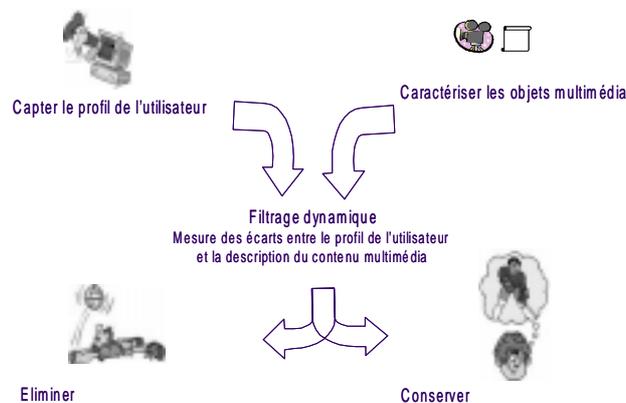


Figure 1 : Services basés sur la personnalisation et la caractérisation

Pour obtenir un bon niveau de service coopératif il est indispensable de mettre en œuvre une méthode d'interaction entre les CyraNodes et une gestion plus ou moins distribuée du réseau Cyrano. Le système de médiation prend en charge toutes les transactions entre les CyraNodes. Les échanges se font entre CyraNodes

vers Cymes et Cymes vers CyraNodes. Chaque entité concernée pose une demande et l'autre entité répond (objet demandé, description, profil utilisateurs, message d'erreur, etc). Dans ce contexte le réseau Cyrano peut être vu comme un système global de médiation entre des individus (derrière leurs CyraNodes).

3. La CyraNode.

3.1 Un Serveur d'information de proximité.

Les CyraNodes sont des calculateurs de type PC. Elles sont caractérisées notamment par un espace de stockage important (environ 3 fois la capacité d'un PC commercial ordinaire par utilisateur) avec une gestion adaptée et plusieurs types d'interfaces. Les CyraNodes (rectangles sur la figure 2) peuvent être installées à plusieurs endroits possibles sur le réseau Cyrano ou faire l'objet d'un contexte d'utilisation différent. En fonction de la situation, elles pourront avoir une interface différente avec l'utilisateur.

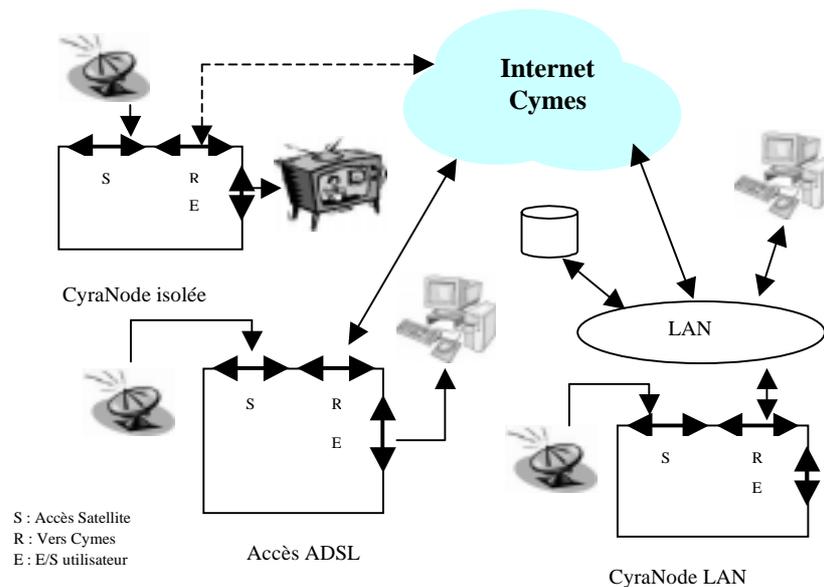


Figure 2 : les différents contextes d'utilisations

La CyraNode isolée reçoit des objets par satellite ou par le réseau Internet. Le stockage est réalisé de manière sélective en fonction de ses usages. L'utilisateur visualise en différé sur son téléviseur ou son PC les objets mémorisés. Il peut aussi

archiver les données avec un graveur. La liaison au réseau est possible mais pas indispensable. Si l'utilisateur le souhaite, il peut autoriser la communication de ses profils à Cymes qui pourra lui récupérer des objets externes liés à ses centres d'intérêts. Dans un cas extrême la CyraNode peut fonctionner seule (c'est-à-dire sans Cymes). Le mode de fonctionnement de la CyraNode LAN se distingue du cas précédent par le fait que plusieurs utilisateurs peuvent se partager la connexion via un LAN. Dans ce cas, le contenu « lourd » du cache existant sur le LAN peut être ré-exploité par aspiration sélective (voir Lancieri 2001 pour la discussion sur les aspects juridiques et éthiques que pose cette approche). La dernière configuration correspond à un accès individuel avec une connectivité à haut débit, de type ADSL.

L'architecture générale d'une Cyranode peut être décrite en 5 macro-modules qui prennent en charge des groupes de fonctionnalités proches. Chacun de ces macro-modules est décrit ici suivant les fonctions réalisées et les principales interactions en entrées et en sorties. Le module MREC peut se décliner de plusieurs manières en fonction du type de source. Le M-REC-SAT récupère les données satellites. Le M-REC-LAN récupère l'information dans le cache LAN, le M-REC-PREFETCH réalise du prefetching Internet et le M-REC-MEDIATION stocke des objets ayant fait l'objet d'une réservation via M-MED. Chacun des modules M-REC reçoit ou prend l'initiative de la récupération des meta-informations. Ces éléments constituent deux entités physiquement séparées (objet et description) avec une relation de correspondance. Le module M-GBD prend en compte tout ce qui est description de l'information et des utilisateurs dans le temps et dispose d'une API pour communiquer avec les autres modules. Le module M-STOR gère le stockage des meta-objets (binaire, description brute et résumé). Il maintient une file de priorités multicritères (principalement basé sur les centres d'intérêts des utilisateurs) pour chaque objet stocké. Un nouvel objet en demande de stockage n'est stocké que s'il y a de la place ou si sa priorité est supérieure à un objet déjà stocké. Dans ce cas, le ou les objets de priorité inférieure sont éliminés avec mise à jour dans M-GBD. Le module M-MED prend en charge les interactions de la Cyranode avec le monde extérieur. Globalement, la Cyranode est supposée être autonome mais a intérêt à se connecter à Cymes pour pouvoir bénéficier de l'effet de la mutualisation des autres Cyranodes et avoir un service plus avancé. Les CyraNodes sont donc des composants à mi-chemin entre un serveur Web et un cache. Le contenu stocké sera de toute nature comme sur un serveur Web avec la même interface utilisateur (page Web). Même si la Cyranode doit comme un cache gérer seule son contenu les critères de gestion sont différents. Contrairement au cache elle favorise les objets de grande taille et les gère selon plusieurs critères et en particulier la proximité avec le profil des utilisateurs

3.2 Les capacités de filtrage de la CyraNode.

C'est le filtrage qui va permettre de sélectionner et de gérer le contenu des CyraNodes. Nous distinguons 2 approches du filtrage que nous avons combinées pour une plus grande efficacité. Il s'agit du filtrage explicite et implicite.

Le filtrage explicite est assez classique et a fait l'objet de nombreux travaux. Son principe est basé sur la mise en œuvre d'une métrique entre la caractérisation d'un élément à filtrer et une caractéristique de référence. Ce principe souvent appelé Vector Space Model (VSM-Calcul de distance dans un espace multidimensionnel) a été initié par des précurseurs tels que Salton (Salton 1974) dans les années 70 ou dans des méthodes comme LSI (Deerwester et al 1990). Le filtrage peut aussi être abordé par les techniques de classifications (clustering) qui peuvent utiliser les principes précédents ou d'autres méthodes comme les réseaux de neurones (Kaski 1997). Dans un contexte de filtrage, toutes ces techniques cherchent avant tout à augmenter l'efficacité de la mesure de similarité. La plus part du temps, elles ne sont pas capables d'améliorer la qualité des données à traiter qu'elles considèrent comme une base de travail à exploiter en l'état. Cela peut poser un problème essentiellement si cet espace de données initiales est fortement bruité ou incohérent par rapport à l'objectif souhaité. D'autres méthodes interviennent en amont de la mesure explicite de la similarité et sont plutôt orientées sur la constitution optimale de l'espace de travail. C'est le cas du filtrage collaboratif, par exemple, où les données à traiter sont réduites et orientées vers l'objectif à atteindre. C'est là typiquement une méthode utilisée pour faire des recoupements sur l'activité des utilisateurs et anticiper leur comportement (utilisé par Amazon.com pour suggérer un livre à un client). Ces sujets ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche (e.g projet Européen Select sur le filtrage collaboratif, approche sémantique différentielle CNRS-Paris 6, reconnaissance de modèle univ Cambridge, etc) et ont donné lieu à des produits industriels (e.g Arisem, NetReality, NetValue,). Le problème de la personnalisation est de plus en plus transversal et touche de nombreux domaines. C'est par exemple, le cas des systèmes de diffusions d'information sur le Web (e.g PointCast, Marimba), des fournisseurs de contenus ou des services de médiation (e.g. système de recommandation sur Amazon, FireFly).

Le filtrage implicite s'inscrit dans la même logique que le filtrage collaboratif. L'idée est d'utiliser l'action naturelle des utilisateurs pour réduire un espace de données qui sera dès lors, implicitement orienté sur leurs centres d'intérêts. Les techniques de filtrage explicite peuvent alors être appliquées sur les données réduites (bruit très faible) ce qui permet globalement d'avoir une très bonne efficacité.

D'un point de vue théorique, il est intéressant de considérer le filtrage implicite sous l'angle de l'intelligence collective. Il s'agit d'un phénomène bien connu dans le monde vivant et en particulier dans les sociétés animales ou humaines. L'idée de base est que la coopération entre les individus est plus productive que la somme

des actions individuelles. Internet est un lieu où la coopération et les interactions informationnelles sont omniprésentes, ce qui en fait un terrain idéal d'expérimentation. Un certain nombre de services comme les groupes de news par exemples ont un fonctionnement basé sur la coopération plus ou moins explicite. De la même manière le référencement interne aux sites Web reliant les uns aux autres des informations de sources différentes font de l'Internet le fruit d'une gigantesque coopération. Notre objectif est de comprendre et ré utiliser cette coopération. De ce point de vue, la Cyranode est un composant intéressant. En effet, une partie de son contenu est le résultat de la coopération implicite des utilisateurs dans le contexte ou elle collecte les objets lourds présents dans le proxy cache d'un site. Les résultats des études (N. Saillard, N. Durand, S. Legoux ; dont certains aspects sont couverts par des brevets) menées sur ce sujet sont encourageants. Ils montrent que la sélectivité d'accès à l'information est multipliée par 5 et le niveau de réutilisation de contenu local est multiplié par 2 (accès plus rapide)(voir (Lancieri 2000)(Lancieri et al 2001) pour plus de détails).

3.3 Cymes : Coopération et médiation.

La coopération entre les Cyranodes est prise en charge par Cymes. Il s'agit de modules placés dans le réseau Internet qui dialoguent avec les Cyranodes et assurent la gestion du flux de données entre elles et le cas échéant avec des fournisseurs de contenus professionnels (qui ne disposent pas d'interfaces directes avec les utilisateurs finaux). Grâce à Cymes les Cyranodes constituent les nœuds d'un réseau actif. Ainsi structuré, le réseau Cyrano (Cyranodes, Cymes, Cyndi) tout en gardant son entière interopérabilité avec le réseau Internet peut mettre en œuvre des modes de collaboration variés (Peer to Peer, Peer to multi Peer).

Cette architecture de service à géométrie variable constitue une différence avec des architectures proches (caches coopérants, CDN, voir les travaux de P. Danzig, A. Bestavros, J. Gwertzman, etc. Voir par exemple (Lancieri 2001) pour un état de l'art sur ces sujets). Parmi les autres différences notons la place importante accordée à la personnalisation qui passe par la caractérisation de contenus multimédias hétérogènes.

4. Cyndi : Indexeur automatique de la vidéo

4.1 Problème et Objectif

L'accès personnalisé à des documents audiovisuels (DAV), par exemple du type Journal Télévisé (JT) enregistré, suppose d'abord une description du contenu

de ceux-ci. D'une façon traditionnelle, cette description est manuelle, sous forme d'annotations, donc coûteuse et lente face à une profusion actuelle de DAVs.

L'un des objectifs du projet Cyrano vise une génération automatique de descriptions de contenu en se basant sur des techniques d'indexation multimédia. Considérant qu'un DAV est formé d'une suite d'images successives doublée éventuellement d'une bande sonore, il possède toutes les caractéristiques d'un document numérique faiblement structuré. D'abord, il est évidemment caractérisé par un contenu finalisé et global ; Ensuite, il constitue par nature une composition de plusieurs médias : images, sons, textes par exemple sous la forme de sous-titres ; Enfin, l'élaboration d'un DAV implique pour la plupart de temps plusieurs auteurs comprenant l'auteur d'un script, le réalisateur, les acteurs, etc. Une génération automatique de descriptions du contenu sur une telle structure est difficile car un DAV apparaît le plus souvent comme étant un signal continu, numérique, mais ôté de toute sémantique ou de structures.

Dans le cadre du projet Cyrano, nous nous intéressons essentiellement aux journaux télévisés dont la production suit un certain nombre de règles précises. Les descriptions que l'on vise à générer automatiquement sont d'une part d'ordre structurel et d'autre part informationnelle. La structure que l'on vise à extraire d'un JT consiste à découper celui-ci en une suite de sujets, chaque sujet étant composé d'un ensemble de plans. La description informationnelle d'un flux audiovisuel se fait par des visages que l'on reconnaît des images et des mots clés que l'on extrait de la bande sonore. Dans la suite, nous décrivons d'abord la structure générale d'un journal télévisé et les règles de production généralement utilisées. Nous présenterons en suite plus en détail la réalisation de chacune de ces fonctionnalités.

4.2 Structure générale d'un journal télévisé

Contrairement aux films de fiction où il y a beaucoup de règles syntaxiques, les journaux télévisés suivent des règles très précises. Un DAV de type journal télévisé est en effet organisé comme un ensemble de sujets indépendants les uns des autres. Chaque sujet a généralement une durée moyenne entre 1 et 3 minutes et précédé par un plan sur un présentateur. Durant un tel plan, le présentateur développe une brève introduction concernant un sujet d'actualité ou un simple commentaire pour enchaîner avec une page de publicité ou une annonce de météo. Un flux textuel défilant ou non correspondant à une transcription textuelle du canal sonore, peut éventuellement apparaître aussi sur l'écran en temps réel durant les commentaires du présentateur, comme dans beaucoup de réseaux américains. L'ensemble de ces règles syntaxiques utilisées lors de la production d'un journal télévisé se résume par les points suivants :

- Chaque sujet est introduit par un présentateur.

- Quand un sujet est présenté, une icône apparaît souvent à l'écran. Elle porte le titre du sujet associé éventuellement à une image qui représente le sujet.

- Chaque sujet contient quelques plans (d'habitude une douzaine) associés avec une bande sonore. La bande sonore est composée d'une introduction courte par le journaliste, quelques segments de paroles par les interviewés, suivis par une conclusion par un journaliste.

- Chaque sujet est réalisé par une équipe formée d'habitude par un cameraman, des techniciens, des journalistes, etc. L'équipe de reportage est appelée par le présentateur après l'introduction du sujet.

- Quand un sujet présente une interview avec une personne en différé ou en direct (à l'intérieur ou à l'extérieur des studios), le nom de la personne ainsi qu'une très courte description concernant la profession et/ou le lieu figure sur l'écran.

Notre première approche pour une segmentation automatique d'un JT s'appuie sur deux règles générales résumant les différentes règles syntaxiques présentées ci-dessus (Mahdi et al 2001). La première règle concerne la position du présentateur, des sous titres et les objets du décor qui sont généralement invariants dans un même journal télévisé. La deuxième règle concerne le nombre d'apparitions du plan sur le présentateur dans un journal télévisé qui est plus important que celui d'apparition des autres plans d'un même journal télévisé. Ces deux règles peuvent être capturées puis vérifiées à partir des relations spatiales qui peuvent exister entre les objets visuellement homogènes d'une même image. Dans le cadre du projet Cyrano, nous avons mis au point des algorithmes avancés d'analyse de la vidéo pour réaliser une telle segmentation.

4.3 Fonctionnalités

4.3.1 Segmentation d'un JT en sujets

La segmentation d'un JT en sujets suppose que celui-ci soit d'abord segmenté en plans. Pour cela, nous avons implémenté le détecteur de plans DHT mis au point au sein de l'équipe (Ardebilian et al 2000). Notre détecteur DHT s'appuie sur l'analyse de propriétés géométriques d'images successives, celles-ci étant extraites par l'application d'une double transformée de Hough. Notre technique trouve ses avantages d'abord dans sa robustesse face au changement de luminosité qui intervient très souvent dans les émissions de télévision, ensuite dans sa précision quant à la position et le nombre dans les changements de plans.

Une fois les plans segmentés, nous procédons au choix d'une image représentative ou encore appelée key-frame. Un plan est une suite d'images avec une redondance spatiale. L'approche généralement suivie dans un processus de la macro-segmentation consiste à choisir une image représentative dans ce flux. Ce

choix est d'une importance capitale car il influence directement l'analyse qui peut être faite par la suite pour le regroupement de plans et en conséquence la segmentation du JT en sujets. Dans nos travaux, nous avons utilisé la méthode (Chahir et al 1999) qui consiste à choisir l'image la plus proche d'une image de synthèse comme image représentative. La détection et la reconnaissance de présentateurs dans les images représentatives permettent de découper celui-ci en un ensemble de sujets.

4.3.2 Détection et reconnaissance de visages

La reconnaissance d'un visage dans une image vidéo suppose d'abord la détection et la localisation de celui-ci dans une image qui peut représenter un décor très complexe. L'approche généralement suivie s'appuie sur les réseaux de neurones qui réalisent une classification sur une fenêtre que l'on fait déplacer à des échelles différentes. Il s'agit d'une méthode très coûteuse qui ne convient clairement pas dans un contexte d'une vidéo où nous avons à traiter 25 images par seconde.

Dans nos travaux, nous avons utilisé la couleur de peau ainsi que des propriétés géométriques, telles que la position des yeux, de la bouche, etc., pour réaliser cette localisation de visages (Koukharev et al 2002).

Une fois un visage localisé dans une image vidéo, il faut procéder à la reconnaissance. Les difficultés se multiplient dans ce contexte. Outre les difficultés classiques que l'on rencontre dans le contexte d'un système d'identification de personnes où un visage peut subir des éclairages différents, des poses avec expressions (colère, sourire, etc.), des rotations, ou encore des accessoires comme les lunettes ou boucles d'oreille, la reconnaissance d'un visage dans un contexte d'images vidéo doit aussi faire face à des détections tronquées de visages qui peuvent apparaître parfois avec un décor qui complique encore un peu la situation. Nous avons déjà résolu le problème de reconnaissance de présentateurs dans les JT. Pour aller plus loin, nous sommes en train de mener des expériences pour reconnaître des visages avec une base de visages d'au moins 150 personnes.

4.3.3 Résumé textuel extrait de la bande sonore

Dans la mesure où un JT est toujours accompagné d'une bande sonore expliquant ou commentant les différents sujets traités, une description sémantique de celui-ci doit s'appuyer sur une analyse de cette bande sonore. Les difficultés dans le traitement et l'analyse d'un signal sonore résident dans sa variabilité extrêmement riche. Par exemple, un même mot prononcé par deux personnes différentes génèrent des signaux différents, et même lorsqu'il est prononcé par une même personne deux fois de suite, on n'obtient pas le même signal. D'autres difficultés concernent le mélange de différents signaux sonores, par exemple

musique, parole, etc. sur un même flux, chaque classe de signaux nécessitant des méthodes d'analyses différentes.

Afin de surmonter ces difficultés, nous procédons d'abord à la segmentation et à la classification de la bande sonore en des morceaux continus de musique ou de paroles ; Pour un segment de paroles, nous réalisons ensuite un découpage de celui-ci en phrases. Ces phrases ainsi segmentées constituent les entrées d'un moteur de dictée vocale. Ce dernier génère des expressions textuelles sur lesquelles nous faisons des analyses statistiques afin d'identifier les mots clés caractérisant le contenu de la bande sonore.

5 Conclusion

Comme nous l'avons vu, répliquer l'information à proximité des utilisateurs est une bonne solution pour en accélérer l'accès. Tout le problème est de savoir quoi mettre sur ces serveurs de proximité et comment les alimenter de manière à ce que l'équilibre économique soit favorable. La réponse du projet Cyrano passe par une meilleure connaissance et une modélisation des utilisateurs et des contenus. C'est ce qui permet de sélectionner et de gérer le contenu local. La ré-exploitation de la coopération et la mise en relation implicite entre les utilisateurs via le système de médiation contribue à optimiser encore plus le contenu local. Ce qui favorise une meilleure sélectivité et rapidité d'accès à l'information.

6 Références

- Gerard Salton, A. Wong and C. S. Yang ; A Vector Space Model for Automatic Indexing
Technical report university of Cornell TR74-218 July 1974 ; disponible en ligne à
<http://cs-tr.cs.cornell.edu/Dienst/UI/2.0/Describe/ncstrl.cornell/TR74-218>
- Deerwester, S., Dumais, S. T., Furnas, G. W., Landauer, T. K., & Harshman, R. (1990).
Indexing by latent semantic analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, 41(6), 391-407
- Samuel Kaski; Data exploring using Self Organising map; Phd Thesis 1997; Helsinki (voir aussi travaux de Salton en 94).
- Luigi Lancieri, Nicolas Berthier Bonnel, Ludovic Stumme; To exploit the collective intelligence thanks to the Co-operative replication; In proceedings of IEEE International Conferences on Info-tech & Info-net ICII2001-Beijing Oct.29 - Nov.1, 2001.
- Luigi Lancieri ; The concept of informational ecology or interest of the information re-use in the company ; ICEIS 2001; 3rd International Conference on Enterprise Information Systems; Setubal, Portugal; (IEEE, AAAi, TCNA)

- W.Mahdi, Y.Chahir, Yanling Liu, Dzimitry Tsishkou, L.Chen, "Macro-segmentation de journaux télévisés", TAIMA 2001 - Traitement et Analyse d'Images : Méthodes et Applications, Hammamet, Tunisie, du 7 au 14 octobre 2001
- M.Ardebilian, L.Chen, X.W.Tu, "Robust Smart 3-D Clues based Video Segmentation for Video Indexing" Journal of Visual Communication and Image Representation, Vol.11, Numéro 1, Mars 2000, pp.58-79
- Y.Chahir, L.Chen, "Automatic video segmentation and indexing", SPIE Conf. On Intelligent Robots and Computer Vision XVIII : algorithms, Techniques and Active Vision, SPIE P Series Vol.3837 (ISBN 0-8194-3430-2), pp.345-356, USA, Boston, 19-22 Septembre 1999
- G.Koukharev, L.Chen, D.Tsishkou, "face detector", dépôt de brevet en cours

Luigi Lancieri travaille depuis environ dix ans sur les phénomènes d'interactions hommes-système, en particulier dans le contexte du réseau Internet. Il a développé sa thèse de doctorat sur l'importance de l'oubli dans la constitution de structures informationnelles. Il exerce une activité de recherche dans les laboratoires de France Telecom R&D et, une activité d'enseignant à l'université de Caen. Il coordonne le projet RNRT Cyrano auquel participe France Telecom, l'INRIA et l'école centrale de Lyon.