



Format de fichiers multimédia

Cyril Concolato

SI350

01/06/2010



Différents types de fichiers multimédia

■ Fichiers pour le stockage de données multimédia

- Fichiers de stockage mono-flux
 - Stockage d'un seul flux élémentaire
- Fichiers de stockage multi-flux
 - Multiplexe à caractères spécifiques

■ Fichiers associés aux données multimédia

- Description de l'utilisation des données multimédia
 - License, adaptation, description, ... (e.g. MPEG-7)
- Présentation de données audio vidéo
 - Formats HTML, XML ...

page 1

SI350

Formats de fichiers multimédia



Méthodes d'identification d'un type de fichier

■ Utilisation de l'extension

- Fichiers locaux

■ Utilisation du Internet Media Type

- Quand les fichiers sont servis sur HTTP (!!! Différence RTP)
 - ne pas se fier à l'extension
- Enregistrement auprès d'une autorité centrale IANA:
 - <type> "/" <sous-type> (";" paramètres)"
 - Sous-types démarrant par "x-****" pour les données propriétaires
 - "video/****", "audio/****", "image/****", "application/****", "text/****"

■ Content Sniffing

- Quand l'extension est absente ou le Media type trop générique
- Recherche de "magic number" au tout début du fichier
- Exemple: Sequence "47 49 46 38 37 61" pour GIF89a
- Valeurs enregistrées à l'enregistrement du Media Type

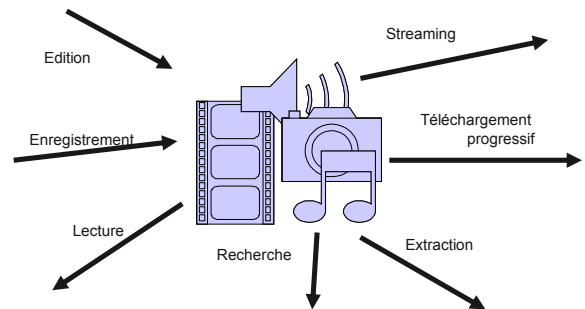
page 2

SI350

Formats de fichiers multimédia



Utilisation d'un fichier



page 3

SI350

Formats de fichiers multimédia



Stockage de données multimédia

■ Approche historique : Stockage sous forme de flux de transport

- Élémentaires ou non
- Exemples: mp3, VOB, mpeg-2 transport stream ...
- Avantages
 - Adapté aux problématiques de transport, à un réseau
- Problèmes
 - Inutilité de certaines informations de signalisation
 - Inutilité des mécanismes de correction d'erreurs
 - Inefficacité/Inutilité de la fragmentation
 - Inefficacité de la recherche ou de la lecture aléatoire
 - Difficulté d'édition

page 4

SI350

Formats de fichiers multimédia



Stockage simple d'un seul flux élémentaire

■ Stockage consécutif des données codées

■ Séparation difficile des Access Units sans scanner le flux

- Nécessité d'interpréter le bitstream
- Nécessité de rechercher des 'start codes'
- Difficulté d'édition, d'insertion de données ...

■ Exemples:

- mp3: entêtes dans chaque AU
- h263: présence de start codes systématique
- amr, ...

page 5

SI350

Formats de fichiers multimédia



Stockage et codecs avancé

- **Principe**
 - Séparation des données codées par des données spécifiques au transport ou au stockage
 - Ajout de mécanismes de "framing" externe au codage
- **Exemples:**
 - H264:
 - MP4, AVC : NAL Units
 - RTP: NAL Units + start code
 - AAC:
 - MP4, 3GP ...
 - ADIF (Audio Data Interchange format): 1 header + raw data
 - ADTS (Audio Data Transport Stream)
 - LATM
 - ...

page 6

SI350

Formats de fichiers multimédia



Stockage de plusieurs flux élémentaires

- **Besoins spécifiques:**
 - Facilité d'édition
 - Ajout/Suppression d'un flux
 - Ajout/Suppression d'Access Units
 - Possibilité de fragmentation des données sur plusieurs fichiers
 - Préparation au streaming
 - Préparation au téléchargement progressif
 - Flux potentiellement désynchronisés
- **Principe**
 - Stockage séparé entre données (Access Unit) et métadonnées/information de signalisation
 - Possibilité de parcourir le fichier/de comprendre la structure du fichier sans décoder ou interpréter les données codées
 - Détermination facile des RAP (Points d'accès aléatoires)
 - Répartition des données subtiles
- **Remarques**
 - Différence avec multiplexe de transport (ex: MPEG-2)

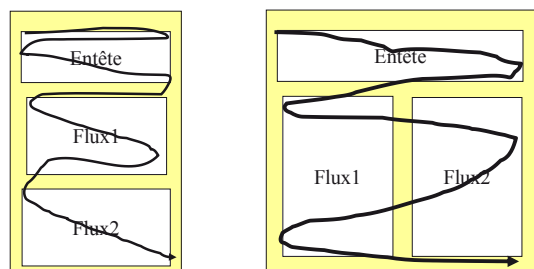
page 7

SI350

Formats de fichiers multimédia



Exemples de répartition des données



Différents entrelacements

page 8

SI350

Formats de fichiers multimédia



Exemples de fichiers de stockage A/V

- **Fichiers DVD: MPEG-2 Program Stream (VOB) + Information de navigation (IFO)**
- **Fichiers Flash Video: FLV, F4V**
- **Fichiers AVI**
- **Fichiers Microsoft: ASF**
- **Fichiers musiques: AAC, MP3, M4A, AC3**
- **Fichiers vidéo DV**
- **Fichiers ISO: MP4, 3GP, AVC, PSP, M4A ...**
- ...

page 9

SI350

Formats de fichiers multimédia



Formats de fichiers Flash

- **Fichiers SWF (application/x-shockwave-flash)**
- **Fichiers FLV (video/x-flv)**
 - Utilisés par le Flash Media Server (dès Flash 6)
 - Joués par le Flash Player (à partir de Flash 7)
 - Stockage de données A/V
 - 1 Flux audio max et 1 Flux video max synchronisés
 - Codages audio/vidéo équivalents aux fichiers SWF
 - Stockage linéaire à base de "tags"
 - type + longueur
 - Timestamp + informations spécifiques au flux
- **Fichiers F4V (Flash 9)**
 - Stockage basé sur le format ISO

page 10

SI350

Formats de fichiers multimédia



Microsoft Audio Video Interleave (AVI)

- **Internet Media Types**
 - video/avi, video/msvideo, video/x-msvideo
- **Dérivation du format RIFF**
 - Format à l'origine de nombreux formats modernes (wav ...)
 - Structuré en chunks (type sur 4 octets, longueur 4 o)
- **Entête ('hdr')**
 - Informations générales à propos des données (hauteur, largeur, frame rate)
- **Données audio/vidéo ('movi')**
- **Index ('idx1')**

page 11

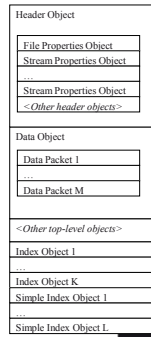
SI350

Formats de fichiers multimédia



Microsoft Advanced Streaming Format (ASF)

- **Internet Media Types**
 - video/x-ms-asf, application/vnd.ms-asf
- **Format utilisé par les outils Windows Media**
- **Format binaire, structuré en "ASF Objects", hiérarchique**
 - "Header"
 - Informations générales sur le fichier
 - Informations spécifiques à chaque flux
 - Codecs, cryptage, métadonnées...
 - "Data"
 - Suite de "data packets" de taille fixe, entrelacés dans l'ordre de transmission
 - "Index"
 - optionnel, utilisé pour les RAP



page 12

SI350

Formats de fichiers multimédia



Matroska ou WebM

- **Entête (version...)**
- **Metaseek (recherche rapide des autres infos)**
- **Segment Info (identifiant de fichier)**
- **Track (type, codec, taille ...)**
- **Chapters**
- **Clusters (données brutes)**
- **Cueing Data (temps et pointers dans les clusters)**
- **Attachment (autres données)**
- **Tagging (ex: ID3 Tag)**



page 13

SI350

Formats de fichiers multimédia



Fichiers d'indirection

- **Permettent de référencer depuis un serveur Web une séquence vidéo servie par un serveur de streaming**
- **Concept utilisé par**
 - RealVideo avec les fichiers RPM
 - Windows Media avec les fichiers ASX
 - Possibilité analogue avec MPEG-4 et Quicktime
- **Facilitent la reconfiguration du mode de distribution des vidéos sans changer les pages web qui y font référence**
 - Les pages web référencent les fichiers d'indirection

page 14

SI350

Formats de fichiers multimédia



Exemple de fichier ASX

```
<ASX version = "3.0">
<ABSTRACT>Ce texte apparaîtra en popup et dans la boîte de dialogue des
propriétés
du fichier</ABSTRACT>
<TITLE>Le titre de la séquence</TITLE>
<AUTHOR>Le nom de l'auteur</AUTHOR>
<COPYRIGHT>2002 par moi-même</COPYRIGHT>
<MoreInfo href = "http://shadok.enst.fr/netshow" />
<Entry>
<Ref href = "mms://netshow.microsoft.com/sbnasfs/control.asf" />
<MoreInfo href = "http://shadok.enst.fr/streaming" Banner =
"http://servername/path/banner1.gif" Style = "IMAGE">
<Abstract>Résumé de ce clip.</Abstract>
</MoreInfo>
</Entry>
<Entry>
<Title>Markers Discussion</Title>
<Copyright> 2002 par moi-même </Copyright>
<Logo href = "http://servername/path/banner2.gif" Style = "ICON" />
<MoreInfo href = "http:// http://shadok.enst.fr/streaming"></MoreInfo>
<Ref href = "mms://netshow.microsoft.com/sbnasfs/marker.asf" />
<Ref href = "http://netshow.microsoft.com/sbnasfs/marker.asf" />
</Entry>
</ASX>
```

page 15

SI350

Formats de fichiers multimédia



Exemple de fichier RPM

```
rtsp://212.37.221.79:554/Real/TestIP/ergo.rm
rtsp://212.37.221.80:554/Real/TestIP/ergo.rm
rtsp://212.37.70.80:1554/Real/TestIP/ergo.rm
```

page 16

SI350

Formats de fichiers multimédia



Formats de fichier ISO

MPEG-4 Partie 12
MPEG-4 Partie 14
MPEG-4 Partie 15
JPEG-2000 Partie 12
MPEG-21 Partie 9
3GPP
F4V

19/06/2009



Historique

- **Besoin de stockage**
 - MPEG-4 = beaucoup de flux élémentaires
 - Besoins différent de MPEG-2
- **Appel à proposition MPEG**
 - Réponse sélectionnée : Apple et format de fichier Quicktime .mov
 - Base du format de fichier MP4
- **Appel à proposition Motion JPEG-2000**
 - Réponse sélectionnée : Apple et format de fichier Quicktime .mov
 - Base du format MJ2P
- **Création d'un format de fichiers de base commun : ISO**

page 18

SI350

Formats de fichiers multimédia



Structure des spécifications

- **Partie 12**
 - Format de base des fichiers ISO
 - Spécification commune aux formats:
 - MP4: Format de fichier MPEG-4
 - MOV, M4A, M4B ... : Format de fichier Apple / iPod
 - 3GP, 3GP2 : formats de fichier pour téléphone mobile
 - MJ2P : Motion JPEG-2000
 - MP21 : Format de fichier MPEG-21
 - AVC : Format de fichier AVC
- **Partie 14**
 - Extensions spécifiques pour MPEG-4
 - Définition du format de fichier MP4
- **Partie 15**
 - Extensions spécifiques au codage H264
 - Définition du format de fichier AVC

page 19

SI350

Formats de fichiers multimédia



Principes des formats de fichier ISO

- **Format binaire, compact**
- **Format hiérarchique, structuré, orienté-objet**
 - Objet de base: « Boîte »
 - Identifiant de type de boîte sur 4 octets
 - Longueur de la boîte sur 4 octets
 - Donnée spécifique au type de boîte
 - Aucune donnée n'est stockée hors d'une boîte
- **Format extensible, backward- et forward-compatible**
 - Un lecteur de contenu nouvelle version peut lire des contenus d'anciennes version
 - Un lecteur de contenu conforme à une ancienne version peut lire des contenus nouvelle version
 - En détectant les boîtes inconnues (grâce au type)
 - En ignorant le contenu de ces boîtes (grâce à la longueur)
- **Possibilité de répartir les données sur plusieurs fichiers**

page 20

SI350

Formats de fichiers multimédia



Avantages

- **Stockage**
 - De contenu temporel: e.g. flux audio/vidéo ...
 - De contenu non-temporel: e.g. fichiers XML, images ...
- **Édition efficace**
 - Chaque flux est stocké séparément
 - Le stockage d'un flux s'appuie sur une séparation données/métadonnées
- **Streaming facilité**
 - Possibilité de stockage des directives de streaming
 - Possibilité de stocker des paquets pré-préparés
- **Lecture de fichiers locaux efficace**
 - Possibilité d'entrelacer les divers flux
 - Recherche efficace dans le fichier (avance rapide, retour rapide ...)
- **Téléchargement et lecture simultanée possibles**

page 21

SI350

Formats de fichiers multimédia



Stockage d'un flux

- **Vocabulaire**
 - Fichier = Movie
 - Flux = Track (piste)
 - Access Unit = Sample (échantillon)
 - Métadonnées =
 - Informations sur la piste: type de flux, date de création, ...
 - Informations sur les échantillons
 - Timestamps (CTS, DTS)
 - Position et Longueur
 - Indicateurs d'accès rapide (e.g. images I)
- **Principes**
 - Séparation données/métadonnées
 - Édition des métadonnées plus souple que l'édition de données
 - Minimisation des accès disques
 - 1 type de boîte pour stocker les données: Boîte MediaData (mdat)
 - Structure hiérarchique de boîtes pour stocker les métadonnées
 - Racine = Boîte Movie
 - 1 sous-boîte trak par flux
- **Restrictions**
 - Toutes les métadonnées d'une présentation doivent être stocker dans le même fichier
 - Les données peuvent être réparties dans plusieurs fichiers
 - potentiellement non ISO: e.g. AVI, DivX...

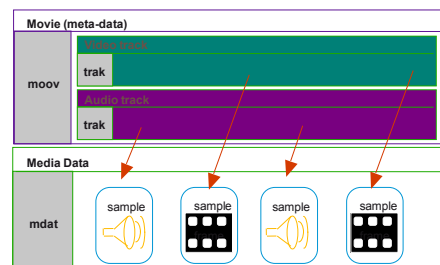
page 22

SI350

Formats de fichiers multimédia



Structure d'un fichier



page 23

SI350

Formats de fichiers multimédia



Quelques boîtes ...

- Boîte `ftyp` (File Type)
 - type de fichier
 - version du fichier
- Boîte `mdat` (Media Data):
 - données média
 - N par fichiers, non contigué
- Boîte `moov` (Movie):
 - unique conteneur de métadonnées pour la présentation
- Boîte `mvhd` (Movie Header):
 - informations génériques sur la présentation
- Boîte `trak` (Track):
 - conteneur de métadonnées pour un flux élémentaire
- Boîte `iods` (Object Descriptor)
 - Conteneur d'OD ou d'IOD
- Boîte `hdlr` (Handler)
 - type de données dans le flux
- Boîtes `dinf/dref` (Data Information/Data Reference)
 - localisation des données d'un flux (fichier courant ou URL)
- Boîte `stb1` (Sample Table)
 - métadonnées spécifiques aux Samples
- Boîte `stsd` (Sample Description)
 - configuration du décodeur nécessaire pour le flux
- Boîte `stts` (Sample To Time)
 - DTS de chaque Sample
- Boîte `stsz` (Sample To Size)
 - codage compact par différence
 - taille de chaque sample

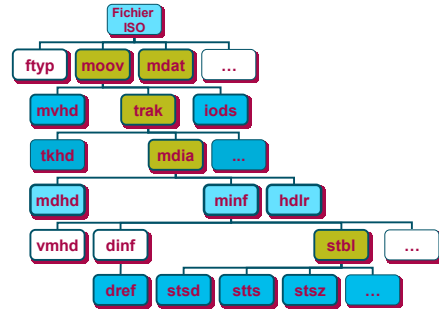
page 24

SI350

Formats de fichiers multimédia



Hierarchie typique de boîtes



page 25

SI350

Formats de fichiers multimédia



Téléchargement progressif

- Écriture de la boîte `moov` avant les boîtes `mdat`
 - Réception de toutes les métadonnées avant les données
- Entrelacement des flux dans `mdat`
 - Permet de lire la présentation au fur et à mesure du téléchargement

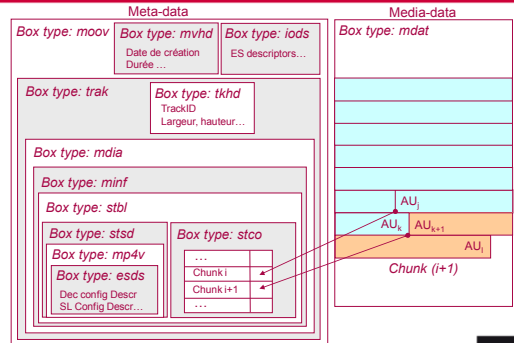
page 26

SI350

Formats de fichiers multimédia



Exemple de fichier MP4



page 27

SI350

Formats de fichiers multimédia



Notion de Hint Track

- Principe
 - L'envoi des paquets en streaming est un processus temporel comme la lecture, qui partage les mêmes données
 - Ajout de track supplémentaires pour assister le serveur dans l'envoi sur certains protocoles de track média initialement dédiés à la lecture locale
 - Possibilité d'avoir de multiples hint track dans un même fichier pour des multiples protocoles
- Déclinaisons (Server Hint Track)
 - pour faciliter le streaming sur RTP
 - pour faciliter la diffusion sur FLUTE
- Attention: Reception Hint Track
 - Pour enregistrer des flux MPEG-2 TS dans du MP4
 - Pour enregistrer des flux RTP dans du MP4

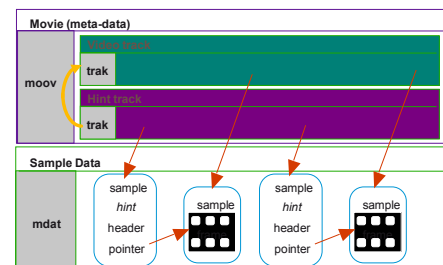
page 28

SI350

Formats de fichiers multimédia



Streaming et hint track



page 29

SI350

Formats de fichiers multimédia



Syntaxe de Hint Track Samples

```
aligned(8) class RTPsample {
    unsigned int(16) packetcount;
    unsigned int(16) reserved;
    RTPpacket packets[packetcount];
    byte extradata[];
}
```

```
aligned(8) class RTPpacket {
    int(32) relative_time;
    bit(2) reserved;
    bit(1) P_bit;
    bit(1) X_bit;
    bit(4) reserved;
    bit(1) M_bit;
    bit(7) payload_type;
    unsigned int(16) RTPsequenceid;
    unsigned int(16) reserved = 0;
    unsigned int(1) extra_flag;
    unsigned int(1) bframe_flag;
    unsigned int(1) repeat_flag;
    unsigned int(16) entrycount;
    if (extra_flag) {
        ...
    }
    dataentry constructors[entrycount];
}
```

```
aligned(8) class RTPimmediateconstructor
extends RTPconstructor(1)
{
    unsigned int(8) count;
    unsigned int(8) data[count];
    unsigned int(8) pad[14 - count];
}

aligned(8) class RTPsampleconstructor
extends RTPconstructor(2)
{
    unsigned int(8) trackerindex;
    unsigned int(16) length;
    unsigned int(32) samplerumber;
    unsigned int(32) sampleoffset;
    unsigned int(16) bytesperblock = 1;
    unsigned int(16) samplesperblock = 1;
}
```

page 30

SI350

Formats de fichiers multimédia



Capture audio/vidéo sur terminaux mobiles

■ Problèmes

- Structure `moov` unique par fichier
- Beaucoup de mémoire disque pour stocker les données audio/vidéo
- Peu de mémoire pour stocker la structure `moov`
- Nécessiter de sauvegarder régulièrement pour éviter les pertes de données en cas de batterie déchargée

■ Solution

- Ecrire le contenu de la boîte `moov` par morceaux
- Utilisation de « Movie Fragments »
 - `moov` puis `moof` ou `mfra`
 - `trun` au lieu de `trak`

page 31

SI350

Formats de fichiers multimédia



Extensions

■ Stockage de données protégées

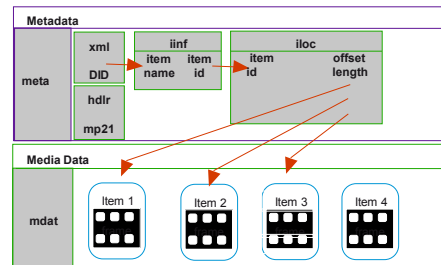
- Description de la protection avec ou sans descripteur IPMP

■ Stockage de données non-temporelles

- Ex: XML
- Utilisation pour les fichier MP21

■ Stockage de flux AVC

Exemple de fichier mp21



page 32

SI350

Formats de fichiers multimédia



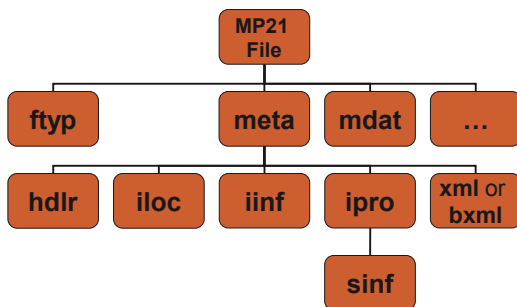
page 33

SI350

Formats de fichiers multimédia



Structure typique d'un fichier MP21



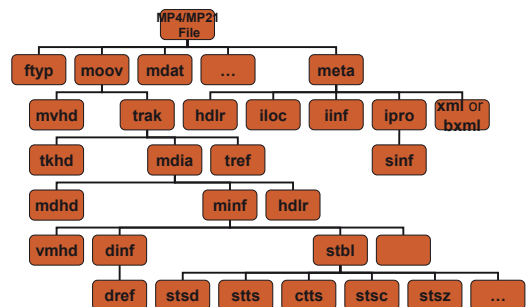
page 34

SI350

Formats de fichiers multimédia



Fichier bicéphale MP4/MP21



page 35

SI350

Formats de fichiers multimédia

