

## 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

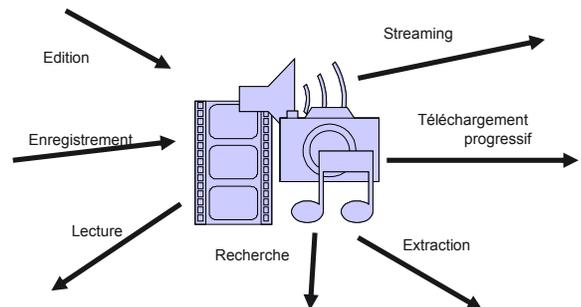
- Quand l'extension est absente ou le Media type trop générique
- Recherche de "magic number" au tout début du fichier
- Exemple: Sequence "47 49 46 38 37 61" pour GIF89a
- Valeurs enregistrées à l'enregistrement du Media Type

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)

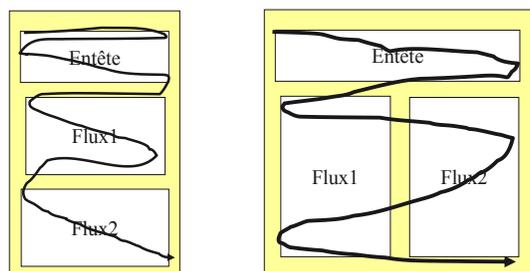
page 7

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

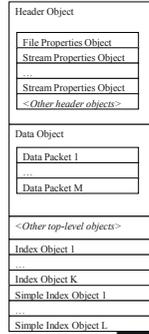
SI350

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...

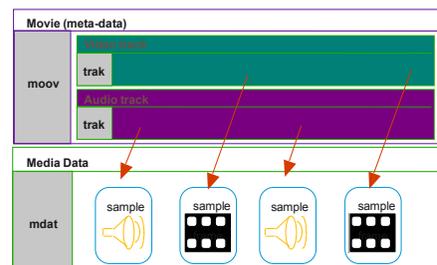
page 22

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

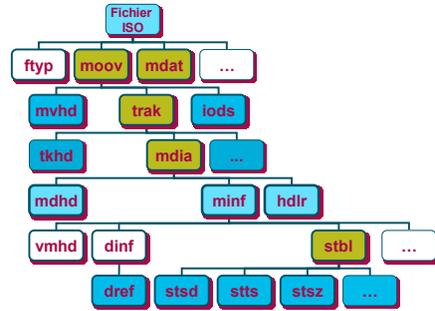
page 24

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

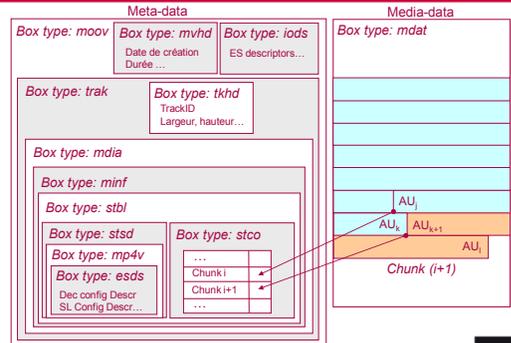
page 26

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

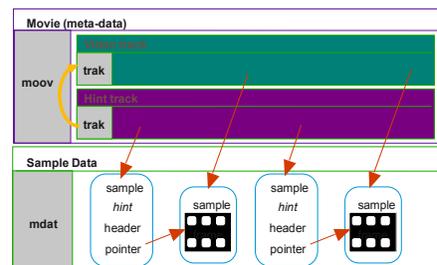
page 28

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

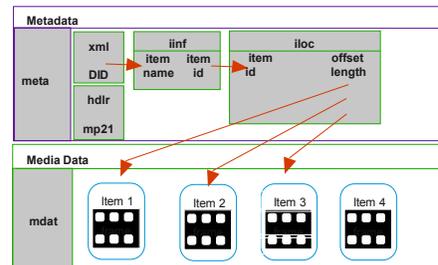
- Description de la protection avec ou sans descripteur IPMP

### ■ 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



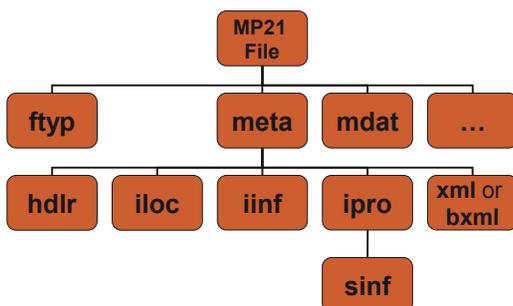
page 33

SI350

Formats de fichiers multimédia



## Structure typique d'un fichier MP21



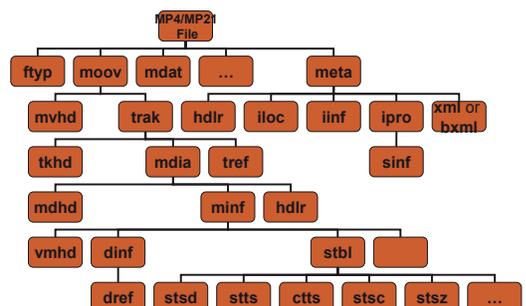
page 34

SI350

Formats de fichiers multimédia



## Fichier bicéphale MP4/MP21



page 35

SI350

Formats de fichiers multimédia

