

M3.21 – Numérisation des signaux audio-vidéo, compression et stockage 2 – TD 1

IUT d'Arles – DUT SRC – 2010-2011

Objectifs : Caractériser les performances d'une vidéo pour le stockage et la transmission. Étudier le modèle YUV.

1 Taille, débit et compression d'une animation

1.1 Poids d'un film non compressé

On désire sauvegarder sur un Blu-Ray un film de durée 2h38min20s, de qualité HD 720p en 16:9, et en couleurs RVB, en utilisant la vitesse d'affichage d'un cinéma.

- a) Déterminer la taille du fichier résultant, non compressé.
- b) Sachant que je désire stocker ce film sur un Blu-Ray double-couche, est-ce possible ?
- c) Quelle résolution doit-on choisir pour le film si je désire le stocker sans compression sur le support précédent ?
- d) Que peut-on en conclure ?

1.2 Débit d'un film non compressé

Supposons que la résolution du film est celle qui permet de stocker le film sur un Blu-Ray double-couche. Je désire visionner ce film sur un ordinateur équipé d'un lecteur Blu-Ray 8X/16X/48X.

- e) Déterminer le débit de lecture maximum avec ce lecteur Blu-Ray.
- f) Calculer le débit du film.
- g) Est-ce que le débit de lecture est-suffisant pour lire le film sans qu'il soit haché ?

1.3 Compression et diffusion d'un film sur internet

Supposons que l'on reprend le film avec sa résolution originelle, et que l'on désire lire ce film à l'aide d'une connexion réseau « Fast Ethernet ADSL », sous forme de flux vidéo.

- h) Quel doit être le débit du film pour que celui-ci ne soit pas haché ?
- i) En déduire la taille du fichier respectant ce débit ?
- j) Quel est alors le taux de compression minimum à appliquer au film pour respecter la taille et le débit du film pour que celui-ci ne soit pas haché ?
- k) Le fichier d'origine étant sur un serveur, tournant à 6 Gbits/s, combien de personnes peuvent lire simultanément le film sans qu'il soit haché ?
- l) Quelles données n'ont pas été prises en compte dans les différents calculs ?

2 Conversion modèle YUV ↔ RVB

2.1 Rappels

Le format MPEG 4 est le format le plus répandu et est basé sur l'ASF ou le WMV (tous deux de Microsoft). Mais la plupart du temps le MPEG-4 est encapsulé dans un format conteneur (AVI ou Quicktime) à l'aide d'un codec MPEG-4 (DivX, OpenDivX, XviD, 3ivx, ...). La compression MPEG-4 est de plus en plus répandue sur Internet car elle génère des fichiers très légers.

La compression de type MPEG opère en plusieurs étapes. Une des étapes de la compression MPEG est la réduction des informations par sous échantillonnage de la couleur consiste à numériser la vidéo avec le modèle YUV où Y est la luminance, U la différence de couleur exprimée à partir du bleu et V la différence de couleur exprimée à partir du rouge, selon les formules :

$$Y = 0.3r + 0.59v + 0.11b$$

$$U = b - Y$$

$$V = r - Y$$

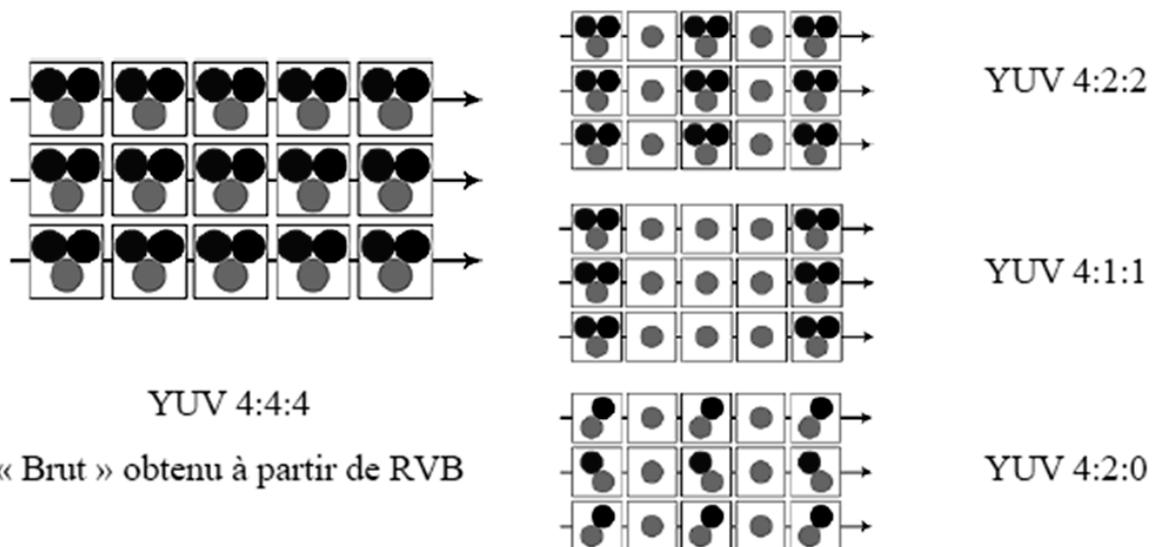
2.2 Application

L'œil étant peu sensible aux paramètres U et V , il est possible de ne coder qu'un pixel sur 1, 2 ou 4 pour U et/ou V . Ceci revient à annuler la valeur des paramètres U et/ou V pour les pixels non codés.

- Déterminer les relations permettant de calculer les couleurs RVB en fonction des paramètres du modèle YUV.
- Déterminer le taux de compression du passage du mode RVB au mode YUV $a:b:c$ en fonction des paramètres a , b et c .

Application numérique : YUV 4:2:2, YUV 4:1:1, YUV 4:2:0 et YUV 4:1:0.

On rappelle ci-dessous comment est effectuée la simplification des modes YUV $a:b:c$.



3 Quelques données numériques

3.1 Résolutions d'écran

Voici un tableau donnant une liste de résolutions d'écran, pour les 5 grandes familles d'écran :

5:4		4:3		3:2		16:10		16:9	
SXGA	1280×1024	QVGA	320×240	NTSC	720×480	CGA	320×200	WVGA	854×480
QSXGA	2560×2048	VGA	640×480		1152×768	WSXGA+	1680×1050	HD 720p	1280×720
		PAL	768×576		1280×854	WUXGA	1920×1200	HD 1080p	1920×1080
		SVGA	800×600		1440×960	WQXGA	2560×1600		
		XGA	1024×768						
			1280×960						
		SXGA+	1400×1050						
		UXGA	1600×1200						
		QXGA	2048×1536						

3.2 Résolutions de films

Voici une liste, non exhaustive, des résolutions standards pour différents médias numériques. Les résolutions sont des valeurs approchées (arrondies à la dizaine d'unité près). Ici, toutes les valeurs sont données pour un système NTSC (pour les systèmes PAL, il faut remplacer 480 par 576).

Résolutions	Nombres de lignes	Types de médias numériques
350×240	260 lignes	Video CD (VCD)
330×480	250 lignes	VHS
560×480	420 lignes	LaserDisc, Super VHS
720×480	520 lignes	D-VHS, DVD, miniDV
1280×720	720 lignes	D-VHS, HD DVD, Blu-Ray, HDV (miniDV)
1440×1080	810 lignes	HDV (miniDV)
1920×1080	1080 lignes	D-VHS, HD DVD, Blu-ray, HDCAM SR (pro)
10,000×7000	7000 lignes	IMAX, IMAX HD, OMNIMAX

3.3 Tailles de supports de stockage

Les capacités nominales des supports de stockage sont données en gigaoctets (1 Go = 1000³ octets), mais la plupart des programmes indiquent les tailles en gibioctets (1 Gio = 1024³ octets).

Capacité de stockage d'un CD

Un CD peut aller de 650 Mo à 800 Mo (environ 74 min à 90 min).

Capacité de stockage d'un DVD

Couches		1		2	
Faces					
1		DVD -5 (4,70 Go ou 4,38 Gio)		DVD-9 (8,50 Go ou 7,91 Gio)	
2		DVD-10 (9,4 Go ou 8,76 Gio)		DVD-18 (17 Go ou 15,8 Gio)	

Capacité de stockage d'un HD DVD

Couches		1		2		3	
Faces							
1		15 Go ou 14 Gio		30 Go ou 27.9 Gio		51 Go ou 47.5 Gio	

Capacité de stockage d'un Blu-Ray (remplaçant le HD DVD)

Couches	1	2
Faces		
1	BD (25 Go ou 23.3 Gio)	BD-DL (50 Go ou 46.6 Gio)

Capacité de clé USB

Une clé USB peut aller de plusieurs centaines de Méga-octets à 256 Go.

Capacité de disque dur

Les disques durs ayant les capacités les plus importantes sur le marché avoisinent les 3 To (téra-octets) (Seagate - juin 2010). La capacité des disques durs a augmenté beaucoup plus vite que leur rapidité, limitée par la mécanique. Le standard 2009 est de 1 To pour les PC de bureau et de 500 Go pour les PC portables. Le débit ne dépasse pas 0.5 Gbits/s pour les plus rapides.

3.4 Vitesses de lecteurs DVD/Blu-Ray (BD)

A l'heure actuelle, les lecteurs et graveurs CD/DVD/ BD ont des vitesses définies par plusieurs valeurs : vitesse de lecture BD/DVD/CD et de gravure BD/DVD/CD, exprimé « $n X$ ».

Le taux de transfert en 1X pour un lecteur BD, DVD ou CD est le suivant :

- Lecteur CD : 150 ko/s
- Lecteur DVD : 1.32 Mo/s
- Lecteur BD : 4.5 Mo/s

Exemple de lecteurs :

- Lecture CD/DVD : 18X/48X
- Gravure CD/DVD : 24X/48X
- Lecture Blu-Ray : 8X/16X/48X
- Gravure Blu-Ray : 8X/16X/48X

3.5 Débits de connexion standard

Les débits s'expriment généralement en Mbit/s (megabits par seconde : millions de bits par seconde). Cela mesure la capacité d'un équipement réseau à émettre et/ou recevoir un plus ou moins grand nombre de bits d'informations en une seconde.

Débits de connexion ADSL

Actuellement, le débit des connexions ADSL des différents fournisseurs d'accès à Internet (FAI) ont des débits entrants (ou descendants, ou « en download », c'est-à-dire dirigés vers le client) maximum entre 10 et 20 Mbits/s, voir 100 Mbits/s pour le Numericable. Les débits sortants (ou ascendants, ou « en upload », c'est-à-dire dirigés vers l'extérieur) maximum est d'environ 1 Mbits/s.

Débit d'un réseau

Les débits actuels du standard Ethernet sont :

- 10 Mbit/s ;
- 100 Mbit/s (Fast Ethernet) ;
- 1000 Mbit/s parfois également noté 1.0Gbit/s (Gigabit Ethernet) ;
- 10000 Mbit/s encore peu employé en 2009, noté aussi 10.0 Gbits/s (10 Gigabit Ethernet).