

RECOMMANDATION UIT-R BT.1737

**Utilisation de la méthode de codage vidéo à la source de la
Recommandation UIT-T H.264 (MPEG-4/AVC) pour
transporter des programmes de TVHD**

(Question UIT-R 12/6)

(2005)

Domaine de compétence

La présente Recommandation définit l'utilisation de la méthode de codage vidéo à la source conforme à la Recommandation UIT-T H.264 (norme ISO/CEI 14496-10), également appelée MPEG-4/AVC, pour le transport de programmes de TVHD destinés à diverses applications de radiodiffusion.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'il est souhaitable, pour certaines applications, de transporter des programmes de TVHD d'une manière quasi imperceptible, c'est-à-dire en introduisant le moins possible d'artefacts visibles, avec un débit binaire réduit;
- b) que la Recommandation UIT-R BT.709, Partie 2, définit les paramètres d'une famille de systèmes vidéo de TVHD fondés sur l'utilisation d'un format d'image commun de 1 080 lignes actives (à balayage entrelacé et progressif) et 1 920 pixels par ligne active;
- c) que la Recommandation UIT-T H.264¹ indique les algorithmes relatifs à la méthode de codage évolué avec réduction du débit binaire;
- d) que les spécifications de la Recommandation UIT-T H.264 sont applicables à divers systèmes vidéo et qu'elles sont de plus en plus utilisées pour différentes applications,

recommande

1 que, lorsqu'il est nécessaire de transporter des programmes de TVHD d'une manière quasi imperceptible en utilisant un débit binaire réduit, le signal de TVHD 1 080 × 1 920 de la Recommandation UIT-R BT.709, Partie 2 (balayage entrelacé ou progressif), fasse l'objet du codage à la source de la Recommandation UIT-T H.264, le débit étant ramené au débit binaire disponible dans le canal, à l'aide des paramètres des niveaux 4 et 4.2 (l'Appendice 1 fourni pour information indique les paramètres et les outils de base à utiliser pour procéder au codage à la source dans le cas de différents membres des systèmes d'images de la Recommandation UIT-R BT.709, Partie 2. Cet Appendice indique également le débit binaire à utiliser pour transporter le programme codé avec cette méthode);

2 de procéder, si le débit binaire disponible est particulièrement faible, à un sous-échantillonnage horizontal du signal de TVHD pour arriver à 1 440 échantillons par ligne active avant le codage à la source.

NOTE 1 – La Recommandation UIT-T H.264 est accessible sur support électronique à l'adresse suivante: <http://www.itu.int/md/R03-SG06-C-0225/fr>.

¹ Norme ISO/CEI 14496-10, plus connue sous le nom de norme MPEG-4/AVC.

Annexe 1

Exemples de paramètres et d'outils de base permettant d'effectuer un codage source de plusieurs membres des systèmes d'images de la Recommandation UIT-R BT.709 en utilisant la Recommandation UIT-T H.264

La présente Annexe donne des exemples de paramètres et d'outils de la méthode de codage source de la Recommandation UIT-T H.264 pouvant être utilisés pour compresser plusieurs membres des systèmes d'images indiqués dans la Recommandation UIT-R BT.709, Partie 2. Cette Annexe indique également les débits binaires à utiliser pour transporter ces signaux lorsqu'ils ont été codés avec cette méthode.

TABLEAU 1

Exemples de paramètres de codage source de la Recommandation UIT-T H.264 pour la TVHD

Membres de la famille de la Rec. UIT-R BT.709	Niveau	Profil	Application	Débit binaire (Mbit/s)
1 920 × 1 080 × 60/50i 1 920 × 1 080 × 24/25/30p	4	Supérieur 4:2:2	Contribution	20-30 ⁽¹⁾
	4	Supérieur 4:2:2	Distribution	16-20
	4	Supérieur 10	Reportages d'actualités par satellite	10-15 ⁽¹⁾
	4	Supérieur	Emission	8-12
1 920 × 1 080 × 60/50p	4.2	Supérieur 4:2:2	Contribution	30-40 ⁽¹⁾
	4.2	Supérieur 4:2:2	Distribution	25-30 ⁽¹⁾
	4.2	Supérieur 10	Reportages d'actualités par satellite	A déterminer
	4.2	Supérieur	Emission	A déterminer

⁽¹⁾ Le débit binaire indiqué est provisoire.

TABLEAU 2
Profils et outils de codage suggérés

Outils de codage	Supérieur	Supérieur 10	Supérieur 4:2:2	Supérieur 4:4:4
Principaux outils du profil	X	X	X	X
Format de chrominance 4:2:0	X	X	X	X
Profondeur des bits d'échantillon de 8 bits	X	X	X	X
Transformée 4×4 Transformée 8×8	X	X	X	X
Matrices d'échelle de quantification	X	X	X	X
Commande séparée des paramètres de quantification C_B et C_R	X	X	X	X
Format vidéo monochrome	X	X	X	X
Profondeur des bits d'échantillon de 9 et 10 bits		X	X	X
Format de chrominance 4:2:2			X	X
Profondeur des bits d'échantillon de 11 et 12 bits				X
Format de chrominance 4:4:4				X
Transformée résiduelle des couleurs				A déterminer
Codage par prédiction sans perte				A déterminer

Annexe 2

[Sullivan et autres, 2004]

La Recommandation UIT-T H.264/MPEG-4 (Partie 10) – Codage vidéo évolué, plus connue sous le nom de norme H.264/AVC, est la dernière en date de la série de normes internationales relatives au codage vidéo. Il s'agit actuellement de la version la plus récente et la plus aboutie de cette norme, qui a été mise au point par une Equipe mixte sur la vidéo (JVT) composée d'experts du Groupe d'experts du codage vidéo (VCEG) de l'UIT-T et du Groupe MPEG de l'ISO/CEI.

Comme pour les normes antérieures, cette version représente le meilleur compromis possible entre l'efficacité du codage, la complexité de la mise en oeuvre et les coûts, compte tenu de l'état actuel des techniques de conception de systèmes VLSI (unités centrales de traitement (CPU), processeur de signaux numériques (DSP), circuits intégrés à applications spécifiques (ASIC), réseau prédéfini programmable (FPGA), etc.).

La norme établie lors de ce processus a permis un gain d'efficacité du codage d'un facteur au moins égal à deux (en moyenne) par rapport à la norme MPEG-2, et ce à un coût raisonnable.

En juillet 2004, cette norme a fait l'objet d'une nouvelle modification, plus connue sous le nom de Fidelity Range Extensions (Extensions de profils (FRExt) (Amendement 1)), qui offre une efficacité de codage nettement supérieure à celle de la norme MPEG-2, pouvant atteindre pas moins de 3:1 pour certaines applications essentielles.

Même si elle avait un grand nombre d'applications, la version initiale de la norme H.264/AVC (mise au point en mai 2003) portait essentiellement sur la vidéo de «qualité grand public» (8 bits par échantillon avec échantillonnage de la chrominance 4:2:0). En raison des délais impartis pour son élaboration, cette norme ne pouvait pas répondre aux besoins des applications professionnelles les plus exigeantes et n'était pas adaptée aux très hautes résolutions vidéo. Pour les applications de contribution et de distribution de programmes, le montage studio et la postproduction, il est parfois nécessaire:

- d'utiliser plus de 8 bits par échantillon, ayant la précision du signal vidéo source;
- d'utiliser, pour la représentation en couleur, une plus haute résolution que celle qui est généralement utilisée dans les applications grand public (c'est-à-dire un échantillonnage 4:2:2 ou 4:4:4 au lieu d'un format d'échantillonnage de chrominance 4:2:0);
- de mettre en oeuvre des fonctions de montage à la source, par exemple le mélange alpha (opération consistant à mélanger plusieurs scènes vidéo, essentiellement pour les bulletins d'informations météorologiques, en combinant la vidéo d'un présentateur à celle d'une carte ou à une image de radar météorologique);
- d'utiliser des débits binaires très élevés;
- d'utiliser une très haute résolution;
- d'offrir une très haute fidélité, même en représentant sans perte certaines parties de la vidéo;
- d'éviter les erreurs d'arrondi lors de la transformation de l'espace chromatique;
- d'utiliser une représentation couleur RVB.

Le projet FRExt a abouti à une série de quatre nouveaux profils, appelés collectivement profils *supérieurs*:

- 1) le profil supérieur (HP) prend en charge la vidéo à 8 bits et l'échantillonnage 4:2:0 et répond aux besoins des consommateurs utilisant du matériel haut de gamme ainsi qu'aux applications nécessitant une vidéo haute résolution, sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des formats de chrominance ou une précision d'échantillonnage étendus;
- 2) le profil supérieur 10 (Hi10P) prend en charge la vidéo 4:2:0, jusqu'à 10 bits de précision de représentation par échantillon;
- 3) le profil supérieur 4:2:2 (H422P) prend en charge l'échantillonnage de la chrominance 4:2:2, jusqu'à 10 bits par échantillon;
- 4) le profil supérieur 4:4:4 (H444P) prend en charge l'échantillonnage de la chrominance 4:4:4 et jusqu'à 12 bits par échantillon. En outre, ce profil permet un codage sans perte efficace ainsi qu'une transformée résiduelle des couleurs intégrale pour le codage vidéo RVB, tout en évitant les erreurs de transformation de l'espace chromatique.

Etant donné que la spécification FRExt est encore relativement nouvelle, et que certains de ses avantages sont plus subjectifs qu'objectifs, il est un peu plus difficile d'en évaluer les capacités. A cet égard, il est intéressant de rendre compte du résultat d'une évaluation subjective de la qualité effectuée par l'Association Blu-ray Disc (BDA). Les résultats des essais cités dans [Wedi et Kashiwagi, 2004] sont brièvement présentés sur la Fig. 1.

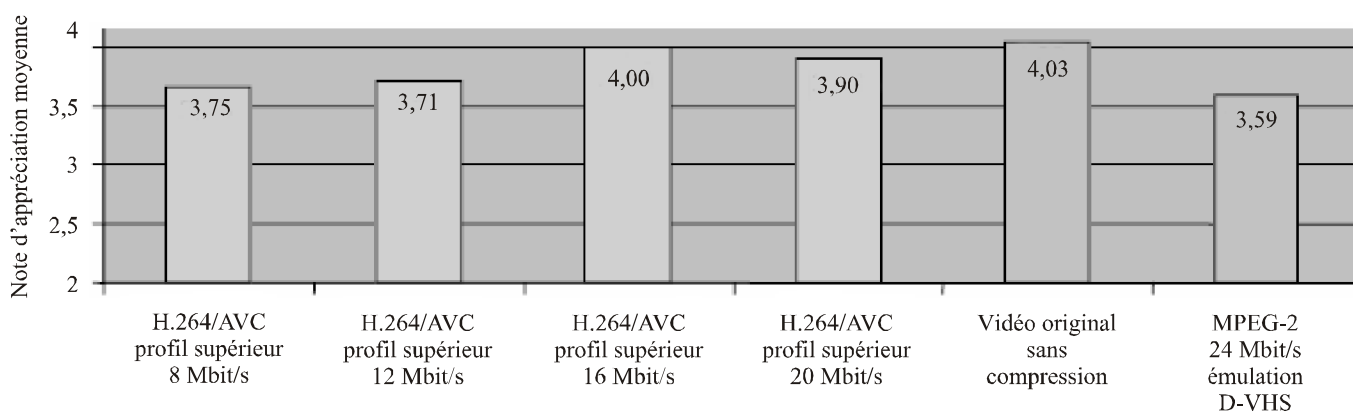
Ces essais, effectués sur un film de 24 images/s., avec balayage progressif 1 920 × 1 080, ont donné les résultats nominaux suivants (résultats qui ne sauraient être considérés comme rigoureusement exacts du point de vue statistique):

- Le profil supérieur de la spécification FRExt a permis d'obtenir une meilleure qualité vidéo théorique que la norme MPEG-2 avec à peine un tiers des bits (8 Mbit/s au lieu de 24 Mbit/s).
- Le profil supérieur de la spécification FRExt a permis d'obtenir une qualité vidéo théoriquement imperceptible (c'est-à-dire difficile à distinguer de l'original sans compression), à 16 Mbit/s seulement.

Le niveau de qualité (3.0), considéré comme suffisant pour les systèmes haute définition dans cette organisation, a été nettement dépassé avec un débit d'à peine 8 Mbit/s. Là encore, on a constaté que la méthode de codage H.264/AVC employée lors de ces essais n'était pas optimale. En conséquence, il sera sans doute possible de ramener le débit binaire nettement au-dessous de 8 Mbit/s, tout en restant au-dessus du niveau de qualité 3.0, avec une qualité suffisante comparable à une «qualité haute définition acceptable» pour cette application exigeante.

FIGURE 1

Comparaison entre les normes MPEG-2 et H.264

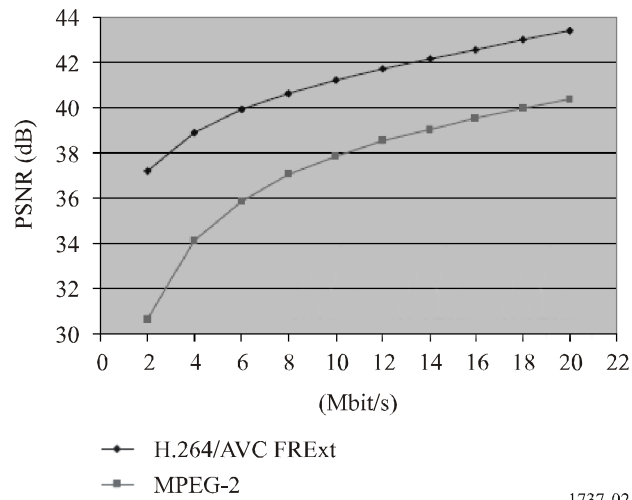


1737-01

Le résultat d'un test de comparaison objective (PSNR) effectué par la société FastVDO² est représenté à titre d'exemple sur la Fig. 2. Ces résultats objectifs confirment l'excellente qualité du profil supérieur (là encore, les utilisations sous-optimales des images B font que la qualité indiquée sur le graphique est en deçà de la réalité concernant le système FRExt).

² FastVDO est une société spécialisée dans les techniques de communication média et les logiciels d'infrastructure qui a son siège à Columbia (MD, Etats-Unis d'Amérique).

FIGURE 2

Comparaison des rapports signal de puissance/bruit (PSNR)

1737-02

Références bibliographiques

- SULLIVAN, G.J., TOPIWALA, P. et LUTHRA, A. [août, 2004] Norme de codage vidéo évolué H.264/AVC: Vue d'ensemble et introduction aux extensions de profils (Fidelity Range Extensions). Présenté à la Conférence de la SPIE sur les applications du traitement d'images numériques (XXVII), séance spéciale consacrée aux progrès réalisés en ce qui concerne la nouvelle norme H.264/AVC.
- WEDI, T. et KASHIWAGI, Y. [juillet, 2004] Subjective quality evaluation of H.264/AVC FRExt for HD movie content, document établi par l'Equipe mixte sur la vidéo JVT-L033.
-