

# HEVC:

## efficienza di compressione su sequenze TV 2D e 3D

Daniele **Airola Gnota**, Paola **Sunna Rai** - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica

### 1. INTRODUZIONE

Il lavoro congiunto dell'ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) e dell'ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG) ha portato al rilascio, nel 2013, di un nuovo standard di compressione video: ITU-T H.265/MPEG-H Part 2 High Efficiency Video Coding (HEVC).

Questo articolo riporta le prestazioni, in termini di efficienza di compressione, di HEVC rispetto al suo predecessore ITU-T H.264/MPEG-4 Part 10 Advanced Video Coding (AVC) valutate su sequenze televisive 2D e 3D.

L'argomento di questo articolo è stato trattato più approfonditamente in [1].

### 2. HEVC VERSUS AVC

Lo standard di compressione HEVC, come già AVC, è basato sulla codifica a blocchi dell'immagine e sullo sfruttamento della ridondanza spaziale e temporale, ma i singoli tool di codifica sono stati ottimizzati in modo da conseguire la stessa qualità soggettiva, ossia percepita, con una riduzione di bit-rate dell'ordine di circa il 50%.

Le principali differenze tra HEVC e AVC riguardano:

- l'aumento della dimensione massima del blocco di codifica, passata da 16x16 pixel a 64x64, al fine di sfruttare meglio la correlazione spaziale tra pixel adiacenti, soprattutto nel caso di segnali

*Scopo del seguente articolo è quello di fornire una panoramica sulle prestazioni in termini di efficienza di codifica del nuovo sistema di compressione HEVC (High Efficiency Video Coding) rispetto al suo predecessore AVC (Advanced Video Coding) su sequenze televisive 2D e 3D.*

*I risultati riportati si riferiscono a misurazioni di tipo oggettivo ed in particolare esprimono il risparmio di bit-rate conseguibile con HEVC a parità di rapporto segnale rumore.*

*Grazie all'ottimizzazione dei singoli tool di codifica, le prestazioni di HEVC sono superiori a quelle di AVC soprattutto al crescere della risoluzione del segnale video: il risparmio di bit-rate passa dal 37% nel caso di sequenze HD (High Definition) al 45% per le sequenze UHD (Ultra High Definition). Le estensioni 3D di HEVC consentono di ridurre il bit-rate necessario rispetto alla trasmissione simultanea delle due viste di circa il 30%.*

- con risoluzione superiore all'alta definizione;
- il miglioramento delle tecniche di predizione e di ottimizzazione della trasmissione dei vettori movimento;
- l'ottimizzazione della codifica entropica;
- il miglioramento della qualità del segnale decodificato grazie all'aggiunta di un ulteriore filtro oltre a quello di de-blocchettizzazione;
- l'introduzione di tool per il processamento parallelo dell'informazione.

Maggiori dettagli si possono trovare in [2] mentre per una descrizione più approfondita di HEVC si

rimanda agli articoli [3] e [4].

### 3. SEQUENZE DI TEST E SOFTWARE DI RIFERIMENTO

Le sequenze per i test sono state quelle riprese a Giugno 2012 [5] nel contesto di una collaborazione tra diversi partner industriali e l'EBU (*European Broadcasting Union*). Si tratta di materiale UHD (*Ultra High Definition*) 3840x2160 pixels a 50 frames per secondo e di materiale stereoscopico in formato 1080p/50 per occhio. In figura 1 e figura 2 sono mostrati i contenuti utilizzati.

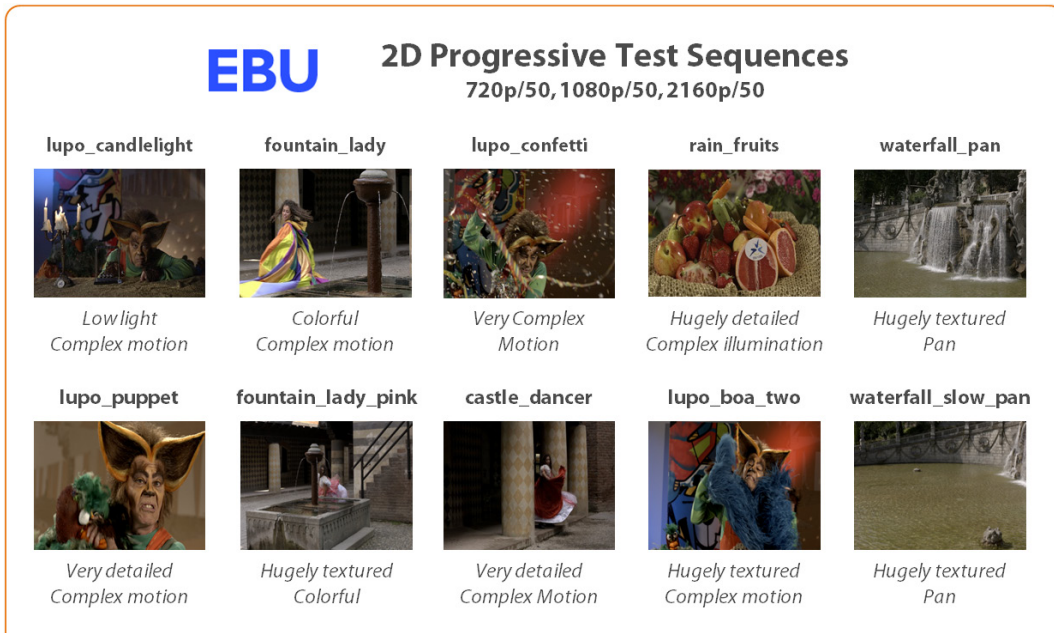


Fig. 1 – Sequenze di test 2D

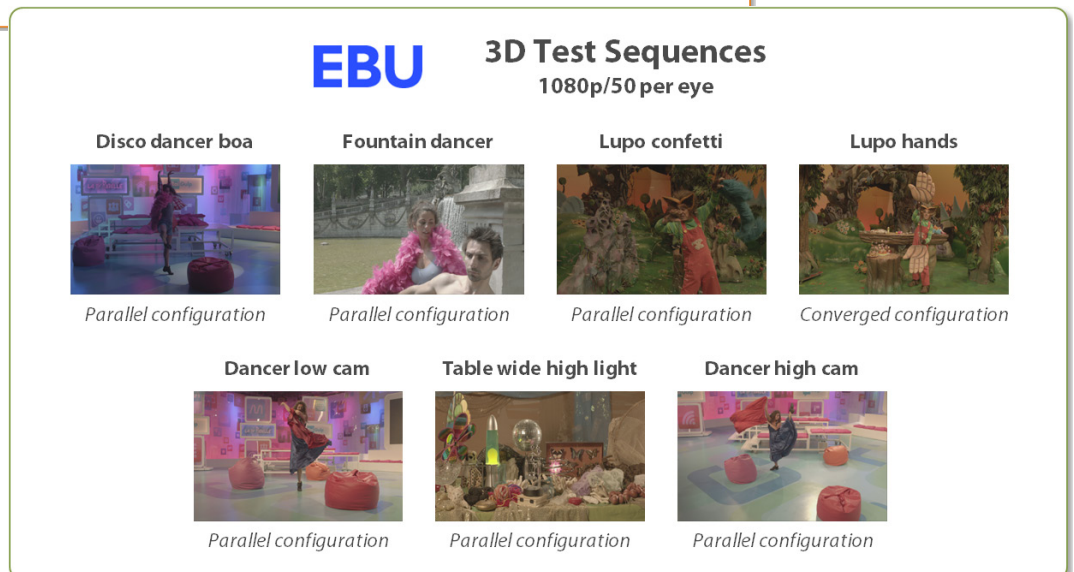


Fig. 2 – Sequenze di test 3D

| Materiale | Confronto                                       | Software di codifica                     | Profondità di bit | Sequenze                     |
|-----------|---|--|-------------------|------------------------------|
| 2D        | HEVC Main Profile<br>versus<br>AVC High profile | HM10.0 (HEVC)<br>versus<br>JM 18.4 (AVC) | 8 bit             | 2160p50<br>1080p50<br>720p50 |
|           | HEVC: Main Profile<br>versus<br>Main10 Profile  | HM10.0 (HEVC)                            | 8 bit<br>10 bit   | 2160p50                      |
| 3D        | Simulcast<br>versus<br>MV-HEVC                  | 3D-HTM 6.1                               | 8 bit             | 1080p50                      |
|           | Simulcast<br>versus<br>3D-HEVC                  | 3D-HTM 6.1                               | 8 bit             | 1080p50                      |

Tab. 1 – Software di codifica e caratteristiche delle sequenze

La valutazione condotta è stata di tipo oggettivo utilizzando il **BD-Rate** (*Bjontegaard Delta-Rate* [6]) che permette di esprimere la percentuale di bit-rate risparmiato (segno negativo nelle tabelle successive) a parità di rapporto segnale-rumore conseguito.

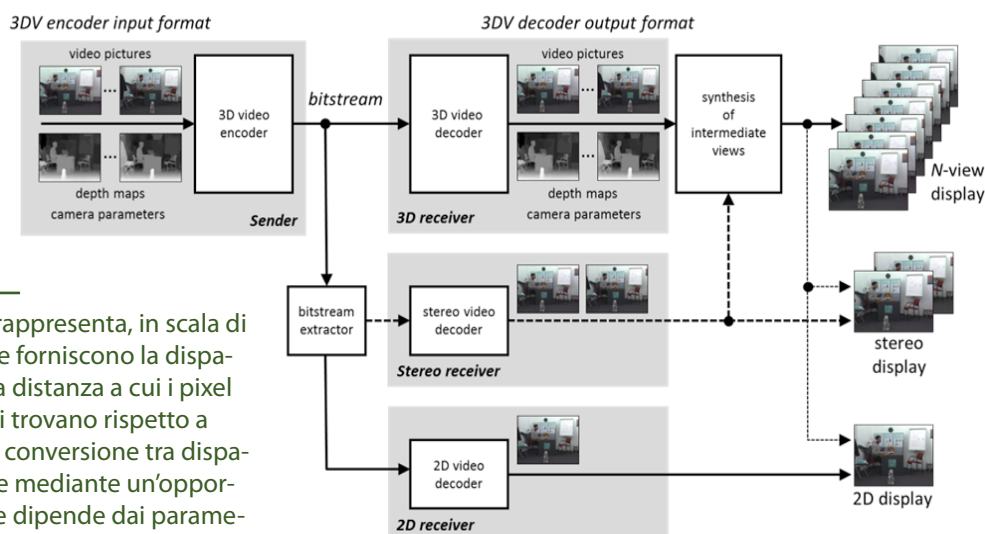
La tabella 1 riporta i software di riferimento impiegati per le codifiche e le risoluzioni utilizzate.

**MV-HEVC** e **3D-HEVC** si riferiscono alle estensioni 3D di **HEVC** che dovrebbero essere finalizzate come standard rispettivamente nel 2014 e nel 2015 ed

il cui scopo è quello di generare un bit-stream (figura 3) codificando diverse viste della stessa scena e *mappe di profondità*<sup>Nota 1</sup>, in grado alimentare diverse tipologie di display e in particolare:

- *display 2D*: alimentato estraendo soltanto una delle viste disponibili nel bit-stream;
- *display stereoscopico*: vista destra e sinistra;
- *display auto stereoscopico*: oltre a tutte le viste presenti nel bit-stream sintetizzando anche quelle intermedie grazie alle informazioni contenute nelle mappe di profondità.

Fig. 3 – Catena di codifica e decodifica per le estensioni 3D di HEVC [7]



Nota 1 - La *mappa di profondità* rappresenta, in scala di grigi, le informazioni che forniscono la disparità tra due viste, ossia la distanza a cui i pixel della vista considerata si trovano rispetto a quella di riferimento. La conversione tra disparità e profondità avviene mediante un'opportuna trasformazione che dipende dai parametri intrinseci della camera, dalla distanza tra le due camere, dalla distanza dei piani di scena più lontano e più vicino alle camere.

La principale differenza tra **MV-HEVC** e **3D-HEVC** risiede nel fatto che nel primo le immagini e le mappe vengono compresse separatamente mentre in **3D-HEVC** vengono compresse congiuntamente per sfruttare meglio le correlazioni esistenti. Per gli approfondimenti si rimanda alla letteratura [8], [9] e [10].

#### 4. RISULTATI

L'efficienza di codifica di **HEVC** rispetto ad **AVC** è di circa il 37% e cresce al crescere della risoluzione presa in considerazione fino ad arrivare a circa il 45% per le sequenze **UHD 2160p50** (tabella 2).

La codifica a 10 bit consente di risparmiare, sulle sequenze considerate, circa l'8% rispetto alla codifica a 8 bit: dato un certo valore di rapporto segnale rumore, un segnale codificato a 10 bit può essere, infatti, quantizzato più pesantemente di uno a 8 bit mantenendo la stessa qualità finale; inoltre, utilizzando 10 bit si ottengono predizioni più precise e, di conseguenza, residui più piccoli da trasmettere (tabella 3).

Rispetto alla trasmissione simultanea delle singole viste, utilizzando le estensioni 3D previste per **HEVC** si arriva a risparmiare circa il 29% e 30%, rispettivamente per **MV-HEVC** e **3D-HEVC**. Le prestazioni di **3D-HEVC**, grazie ad alcuni miglioramenti introdotti a livello di tools di codifica, sono leggermente migliori di quelle di **MV-HEVC** (tabella 4).

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] D. Airola, M. Arena, M. G. Cucca, P. Sunna, *HEVC compression efficiency evaluation on 2D and 3D TV sequences*, IBC 2013 Conference, Amsterdam, 11-15 Settembre 2013
- [2] P. Sunna, *Codifica video: gli standard di compressione ISO/IEC MPEG – ITU-T*, in "Elettronica e Telecomunicazioni", questo stesso numero
- [3] G. J. Sullivan, J-R. Ohm, W-J. Han, T. Wiegand,

| Risoluzione    | BD-rate Medio |
|----------------|---------------|
| <b>2160p50</b> | -44.9%        |
| <b>1080p50</b> | -35.4%        |
| <b>720p50</b>  | -30.1%        |
| <b>All</b>     | -36.8%        |

Tab. 2 – HEVC versus AVC: risparmio di bit-rate (8bit)

| Sequenze 2160p50        | BD-rate Medio |
|-------------------------|---------------|
| <b>lupo_candlelight</b> | -15.9%        |
| <b>rain_fruits</b>      | -5.7%         |
| <b>fountain_lady</b>    | -5.3%         |
| <b>lupo_confetti</b>    | -6.2%         |
| <b>waterfall_pan</b>    | -6.2%         |
| <b>All</b>              | -7.8%         |

Tab. 3 – HEVC 10-bit versus HEVC 8-bit: risparmio di bit-rate

| Confronto                           | 1080p50 per occhio<br>BD-rate Medio<br>Symmetric quality |
|-------------------------------------|--|
| <b>MV-HEVC<br/>vs<br/>Simulcast</b> | -28.6%   |
| <b>3D-HEVC<br/>vs<br/>Simulcast</b> | -30.4%   |
| <b>3D-HEVC<br/>vs<br/>MV-HEVC</b>   | -2.0%  |

Tab. 4 – Risparmio di bit-rate estensioni 3D HEVC rispetto al simulcast

- [Overview of the High Efficiency Video Coding \(HEVC\) Standard](#), in "IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology", Volume 22, Numero 12, Dicembre 2012, pag 1649-1668
- [4] T. Schierl, M.-M. Hannuksela, Y.-K. Wang, S. Wenger, [System Layer Integration of High Efficiency Video Coding](#), in "IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology", Volume 22, Numero 12, Dicembre 2012, pag. 1871-1884
- [5] H. Hoffmann, A. Kouadio, Y. Thomas, M. Visca, *The Turin Shoot*, in "[EBU Tech-i](#)", Numero 13, Settembre 2012, pag. 8-9
- [6] G. Bjøntegaard, [Calculation of average PSNR differences between RD-curves](#), ITU-T Q.6/SG16 VCEG, VCEG-M33, Aprile 2001
- [7] G. Tech, K. Wegner, Y. Chen, S. Yea, [JCT3V-D1005 - 3D-HEVC Test Model 4](#), Giugno 2013
- [8] D. Rusanovskyy, K. Müller, A. Vetro, J.-R. Ohm, [JCT3V-A1006 - White Paper on State of the Art in 3D Video](#), Luglio 2012.
- [9] A. Vetro, D. Tian, *Analysis of 3D and Multiview Extensions of the Emerging HEVC Standard*, in "Proc. SPIE Vol. 8499, Applications of Digital Image Processing XXXV", Agosto 2012 [disponibile anche in "Mitsubishi Electric Research Laboratories - [TR2012-068](#)", Agosto 2012 ]
- [10] D. Rusanovskyy, K. Müller, A. Vetro, [JCT3V-C1100 - Common Test Conditions of 3DV Core Experiments](#), Gennaio 2013