

Che cosa è, come funziona: Advanced Video Coding (AVC - H.264): Il prossimo futuro

Parte II

ing. Marzio Barbero e
ing. Natasha Shpuza

1. Premessa

La prima parte, pubblicata nel numero di aprile, era dedicata alla descrizione del VCL (*Video Coding Layer*) dello standard recentemente approvato da ISO/IEC [1] e da ITU [2] denominato AVC o H.264. Questa seconda parte è dedicata alle previsioni in termini di applicazioni e diffusione.

2. Incremento in qualità e in complessità

Il sistema di codifica MPEG-2 video è stato definito nella prima metà degli anni '90 in base alle possibilità realizzative, in termini di complessità circuitale e quindi di costi, disponibili all'epoca. E' stato proprio il corretto compromesso fra qualità offerta e costi che ha consentito l'affermazione dello standard e il suo ampio campo di applicazione, soprattutto nell'ambito dei prodotti del mercato di massa.

Nel 1994 gli ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*) utilizzati per la progettazione del decoder erano caratterizzati da una densità di integrazione per microcircuito (*chip*) pari a 120 mila porte logiche (*gate*) con dimensioni del *gate* fra 0,5 a 1 μm . Dieci anni dopo si arriva a 25 milioni di *gate* con dimensione della porta inferiore a 0,1 μm [4].

L'immediata conseguenza è che oggi è pensabile la realizzazione di uno standard che, come l'AVC, pur non traendo origine da cambiamenti sostanziali degli algoritmi, raffina l'uso dei *tool* di compressione al fine di sfruttare tutte le fonti di correlazioni spazio-temporali fra le informazioni video e di ridurre le distorsioni più visibili, in particolare l'effetto di blocchettizzazione.

La tabella 1 riassume una valutazione dell'incremento in complessità e in efficienza previsto per AVC. Il decodificatore per il *Main Profile* di AVC, adatto per le applicazioni televisive, è fino a quattro volte più complesso di quello per il *Main Profile* di MPEG-2 e la complessità sale fino a otto volte nel caso del

Profilo	applicazioni previste	aumento della complessità stimata per il decodificatore	Stima preliminare del miglioramento in efficienza rispetto a MPEG-2
Baseline	applicazioni a basso ritardo, videotelefono, mobile...	circa 2,5 volte più complesso	circa 1,5 volte
eXtended	mobile, streaming, ..	circa 3,5 volte più complesso	circa 1,75
Main	distribuzione del segnale video interlacciato, ...	circa 4 volte più complesso	circa 2

Tab. 1 - Stima dell'incremento in complessità del decoder e del miglioramento in efficienza rispetto a MPEG-2. Fonte: m4if [3].

codificatore [5].

All'incremento in complessità corrisponde quello in termini di qualità percepita dell'immagine co-decodificata [6...8]

La possibilità di usare diverse dimensioni dei blocchi (da 16x16 fino a 4x4) e di aumentare la precisione dei vettori movimento a 1/4 di elemento di immagine è un contributo importante all'efficienza di codifica, a spese di un incremento delle possibilità di scelta da parte del codificatore (e quindi della sua complessità).

Lo sfruttamento della correlazione fra i coefficienti appartenenti a macroblocchi adiacenti consente un miglioramento significativo nel caso di ampie aree di immagine con caratteristiche simili (ad esempio l'erba nel campo di calcio), a spese di un incremento in complessità: debbono essere effettuati elaborazioni che coinvolgono più macroblocchi sia a livello di codificatore che di decodificatore.

Un ulteriore incremento nell'efficienza è dato dal miglior sfruttamento della correlazione fra i dati: la codifica entropica (CAVLC e, nel *Main Profile*, CABAC) richiede più memoria per le tabelle, anche a livello di decodificatore.

L'adozione del filtro di ricostruzione all'interno del *loop* di decodifica è molto importante per migliorare la qualità soggettiva: riduce infatti l'effetto blocchettizzazione, particolarmente fastidioso nel caso di codifica a basso bit-rate oppure per immagini particolarmente critiche.

MPEG-2 non è particolarmente efficiente nella codifica degli elementi di sintassi quali le intestazioni (di *sequence*, *picture*, *slice*) e ciò lo rende totalmente inadatto all'uso ai bit-rate inferiori a 2 Mbit/s. AVC è molto più efficiente anche in questo compito, rendendolo adatto anche ad applicazioni in cui sono non sono disponibili elevati bit-rate, ad esempio *streaming* su *web*.

In generale, si può sostenere che i miglioramenti oggettivi e soggettivi offerti da AVC rispetto a MPEG-2 siano soprattutto validi nel caso di elevati fattori di compressione ed uso

a bassi bit-rate e ovviamente dipendano dal contenuto delle immagini.

Così come è avvenuto nel caso di MPEG-2, è probabile che inizialmente non tutti i *tool* previsti dallo standard vengano utilizzati nel modo ottimale (per ragioni di complessità, e quindi costo e tempo di codifica) e che quindi i primi codificatori non offriranno il miglioramento desumibile dai test effettuati con codificatori che non operano in tempo reale.

Valgono quindi anche per AVC le considerazioni sulla qualità finale indicate per MPEG-2 video nella scheda pubblicata su questo numero: le prestazioni dei codificatori miglioreranno nel tempo, comunque la qualità percepita dipende non solo dal bit-rate disponibile, ma anche dalla criticità del materiale video da codificare e dalle condizioni di visualizzazione e da tecnologia, dimensioni e risoluzione degli schermi.

3. Applicazioni

3.1 Reti mobili

L'elevata efficienza a bassi bit-rate rende AVC adatto ad applicazioni di tipo mobile, normalmente caratterizzate da una limitata disponibilità di banda. Infatti tra le organizzazioni che stanno valutando AVC per una eventuale adozione vi è la *3rd Generation Partnership Project* (www.3gpp.org) che ha lo scopo di produrre le specifiche tecniche applicabili a livello globale per la terza generazione di sistemi mobili, basati sull'evoluzione delle reti GSM. Questo tipo di utilizzazione di solito implica l'uso di dispositivi dotati di schermo di piccole dimensioni quali: telefoni cellulari, PDA (*Personal Digital Assistant*), e PC palmari.

Il *Baseline Profile* è stato definito per applicazioni caratterizzate da basso ritardo di co-decodifica, quali appunto la videotelefonia.

3.2 Reti a larga banda e webcasting

La distribuzione dell'informazione video per mezzo di connessioni a larga banda (xDSL e fibra ottica) fruibile in modalità *streaming*, *download* o *video on demand* mediante protocollo internet e utilizzando il PC o il terminale TV è un'applicazione attraente per gli operatori della larga banda (in genere le società di telecomunicazioni) poiché le mette in grado di fornire contemporaneamente servizi di telefonia, dati e TV.

I concorrenti principali di AVC *Extended Profile* per questo tipo di applicazione sono standard proprietari (Windows Media, Realvideo, ...) che offrono buone prestazioni di codifica (valutazioni della qualità offerta sono stati oggetto dell'articolo "Analisi della qualità video per applicazioni webcasting", Elettronica e Telecomunicazioni, n.1 aprile 2003).

AVC è un *open standard*, è stato sviluppato mediante un processo di *Open Call for Proposal* e, in linea di principio, offre significativi vantaggi rispetto ai sistemi proprietari. Nessun elemento di un *open standard* può essere sotto il controllo di una singola industria e un singolo produttore non può causare, introducendo una nuova versione hardware o software, discontinuità nella compatibilità con il pregresso (*backward compatibility*). Il gran numero di industrie che competono, introducendo miglioramenti nell'uso dei *tool* e incrementando l'efficienza, favorisce lo sviluppo del prodotto, così come si è verificato nel caso di MPEG-2.

3.3 Diffusione televisiva a definizione standard

Il *Main Profile* di AVC è caratterizzato da una maggiore complessità, per consentire la codifica del segnale video interlacciato e offrire una qualità adatta alla diffusione televisiva, con una qualità simile a quella ottenibile con MPEG-2 video, ma con un risparmio in termini di bit-rate (mediamente valutabile nell'ordine del 50%).

E' quindi oggetto di considerazione da parte del *Digital Video Broadcasting Project* (www.dvb.org), in quanto potrebbe consentire un aumento dei programmi televisivi che costituiscono un *bouquet*.

Utilizzando 8-PSK come sistema di modulazione ed i turbo codici, attualmente in discussione nel gruppo DVB-S2, l'adozione di AVC per la diffusione satellitare potrebbe triplicare la capacità, in confronto a quella attuale [6]. Ovviamente l'investimento relativo ai terminali d'utente (STB, *set-top-box*) rappresenta in questo caso una porzione molto significativa per lo sviluppo del servizio e quindi è difficile giustificare una sostituzione dell'attuale parco di STB.

Analogamente il gruppo DVB-T, relativo allo standard di diffusione terrestre, è interessato a valutare l'adozione di AVC: in questo caso si potrebbe avere un incremento del numero di programmi disponibili per ogni canale terrestre, sia grazie alla maggiore efficienza di codifica, sia per un migliore sfruttamento della moltiplicazione statistica.

Occorre ricordare che MPEG-2 è attualmente utilizzato soprattutto nei decodificatori DVD: il DVD Forum (www.dvdforum.org) infatti sta valutando la possibile adozione di AVC per incrementare significativamente la durata del video disponibile sul DVD.

3.4 Diffusione televisiva ad alta definizione

L'adozione di AVC consentirebbe di utilizzare l'attuale formato DVD anche per la memorizzazione di film in alta definizione, non rendendo necessario il passaggio a tecnologie più complesse e costose di registrazione ottica ("Il futuro è Blu, Blu-Ray Disc, AOD,...", Elettronica e Telecomunicazioni, n. 3, dicembre 2002).

Relativamente alla diffusione, l'AVC è preso in considerazione dall'Advanced Television Systems Committee (www.atsc.org), l'organizzazione internazionale che si occupa di definire lo standard HDTV (*High Definition Television*). In USA la FCC (*United States Federal Communications Commission*) adottò nel dicembre 1996 i principali elementi dello standard ATSC Digital

Television (DTV) e nel maggio 2003 erano 750 le stazioni che utilizzavano lo standard DTV per la diffusione terrestre. Tale standard è stato inoltre adottato da Canada (1997), Sud Corea (1997), Taiwan (1998), Argentina (1998). La codifica video usata in DTV è attualmente MPEG-2.

Anche nel caso della TV ad alta definizione, i concorrenti sono gli standard proprietari Windows Media (Microsoft ha dimostrato la fattibilità della distribuzione di HDTV a bit-rate pari a 5 Mbit/s) e Realvideo.

Riferimenti bibliografici

Le specifiche saranno pubblicate da ISO (International Organization for Standardization) alla URL www.iso.org come

1. ISO/IEC 14496-10, "Information technology -- Coding of audio-visual objects -- Part 10: Advanced video coding"

e nel sito ITU (*international Telecommunication Union*) alla URL www.itu.org

2. Rec. ITU-T H.264, "Advanced video coding for generic audiovisual services"

Una organizzazione denominata MPEG LA (www.mpegla.com) crea e amministra i termini di licenza per i brevetti a nome di un insieme dei detentori di brevetti per MPEG-2 video e per MPEG-4.

MPEG Industry Forum (www.m4if.org) è una organizzazione not-for-profit che ha lo scopo di promuovere l'adozione degli standard MPEG

3. "What is AVC", www.m4if.org/public/documents/vault/m4-out-30035.pdf

Articoli e white paper sono disponibili su web:

4. Charles Catwright, Jeremy Bennet, Giles Wilson, "Advanced Coding: Technology, Systems and Applications", www.broadcastpapers.com/sigdis/BCA03TandbergAdvancedCoding01.htm (Broadcast Asia 2003 paper)
5. "AVC+AAC: The Next Generation of Compression", Harmonic white paper, www.harmonicinc.com
6. Ralf Schaefer, Thomas Wiegand and Heiko Schwarz, "The emerging H.264/AVC standard", EBU Tech. Rev., January 2003, www.ebu.ch
7. LSI Logic, "H.264/MPEG-4 AVC Video Compression Tutorial", www.lsillogic.com/products/islands/h264/H.264_MPEG4_Tutorial.pdf, January 2003

Di imminente pubblicazione è il libro:

8. Richardson, Iain E.G., "H.264 and MPEG-4 Video Compression: Video Coding for next generation multimedia", September 2003, ISBN 0-470-84837-5 - John Wiley & Sons