

MPEG 2

Ing. Marco Bertini - Università degli Studi di Firenze
Via S. Marta 3 - 50139 - Firenze - Italy
Tel.: +39-055-4796540
Fax: +39-055-4796363
E-mail: bertini@dsi.unifi.it
Web: <http://viplab.dsi.unifi.it/~bertini>

- 
- L'obiettivo dell'introduzione di MPEG2 è stato quello di ottenere video in qualità broadcast a 4-9 Mbps
 - MPEG1 mirava a qualità VHS a 1.5 Mbps
 - Al momento MPEG2 arriva a supportare HDTV e bitrate fino a 60 Mbps

- 
- Come MPEG1 la definizione del bitstream definisce implicitamente gli algoritmi di decompressione
 - Gli algoritmi di compressione sono lasciati agli implementatori

- 
- Per raggiungere qualità broadcast è stata fondamentale l'aggiunta del supporto dei field
 - MPEG1 gestisce solo frame (progressive scan)
 - L'ingresso di MPEG1 è il SIF, composto solo da 1 field

- 
- MPEG2 è stato disegnato per essere un superset di MPEG1, e per essere compatibile all'indietro
 - Non è però necessario implementare tutte le nuove funzionalità (es. scalabilità, nuovi stream, etc.)



Risoluzioni e formati

- Dimensioni delle immagini fino a 16K x 16K; PAL e NTSC
- Frame rate: 23.98, 24, 25, 29.97, 30, 50, 59.94, 60
- Progressive e interlaced
- 4:2:0, 4:2:2, 4:4:4 color sampling



- MPEG2 introduce:

- Field-based prediction
- Field-based DCT

- In fase di encoding posso scegliere se produrre frame o field

- ...dobbiamo tenere conto della differenza temporale tra field per ottenere una buona qualità delle immagini



Frame picture

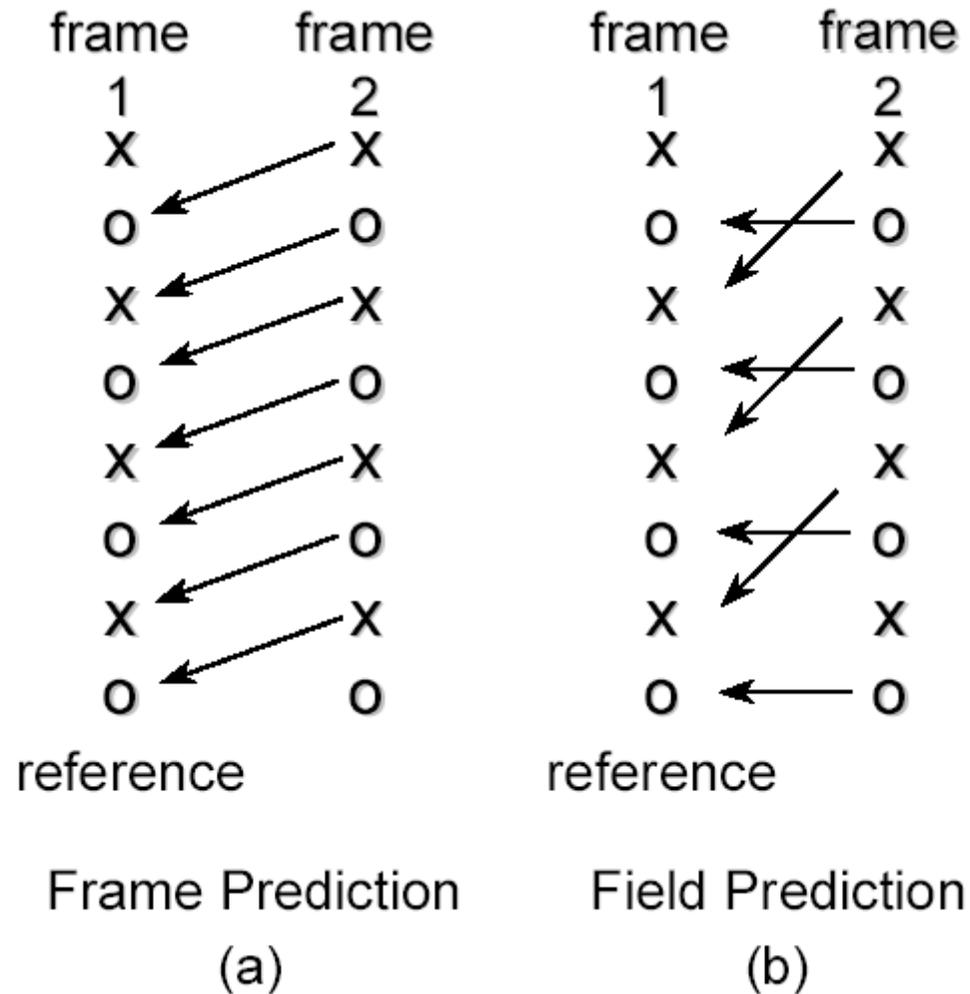
- La frame-based prediction usa un solo vettore di movimento (forward o backward) per descrivere il movimento rispetto al frame di riferimento
- La field-based prediction usa due vettori di movimento: uno per ogni field
 - Fino a 4 vettori (B-frame): 2 per field per forward e backward
 - Motion compensation per blocchi 16x8 pixel
 - Vettori di moto calcolati su base half-pixel: più precisi, miglior compressione
- Frame o field-based DCT



Frame/field based prediction

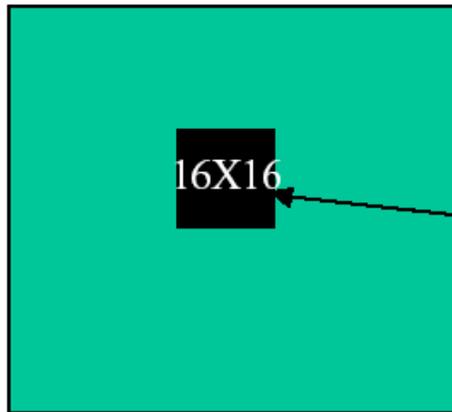
- La frame-based prediction è utile quando il movimento tra due field è poco significativo. Si ha 1 vettore per tutto il macroblocco
- La field-based prediction è utile in caso di forte movimento. Si ha un vettore per le righe pari ed uno per le dispari.

Frame/field prediction

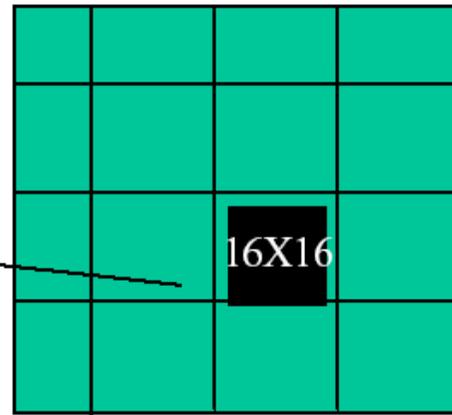


Predizione in frame picture

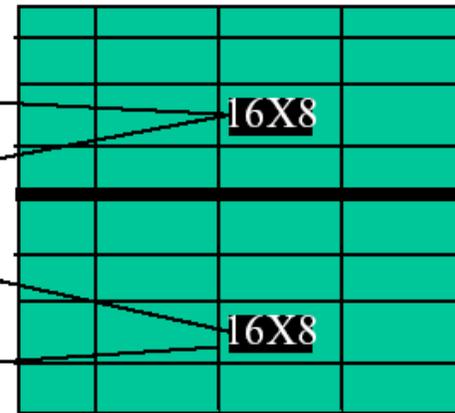
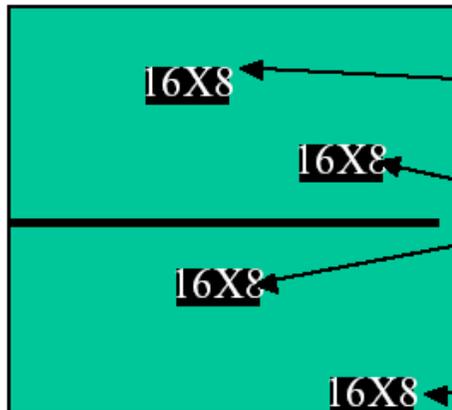
Reference Frame



Predicted Frame



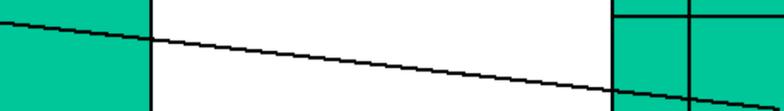
Frame
Prediction



Field
Prediction

or

or





Field picture

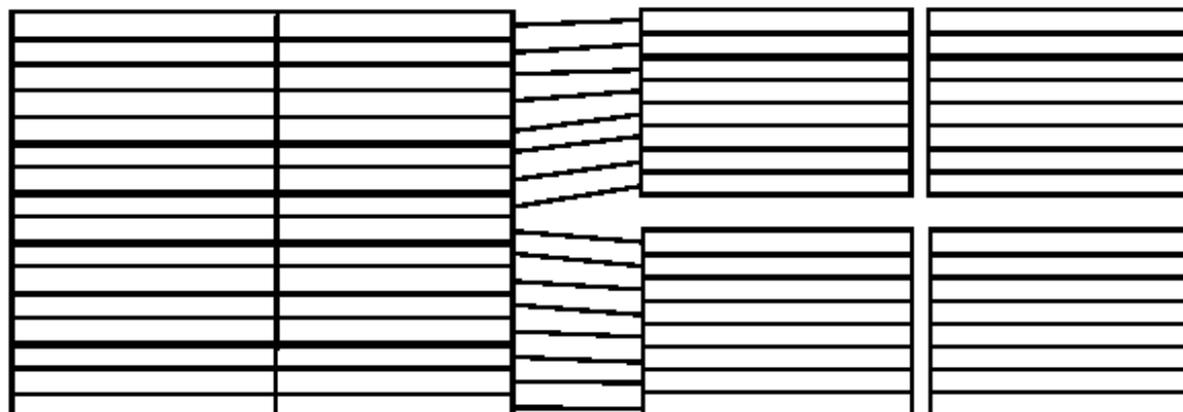
- La predizione è solo field-based
- Field-based DCT: opera su linee alternate, blocchi di 8x8 ottenuti raggruppando linee dello stesso field

Frame/field DCT

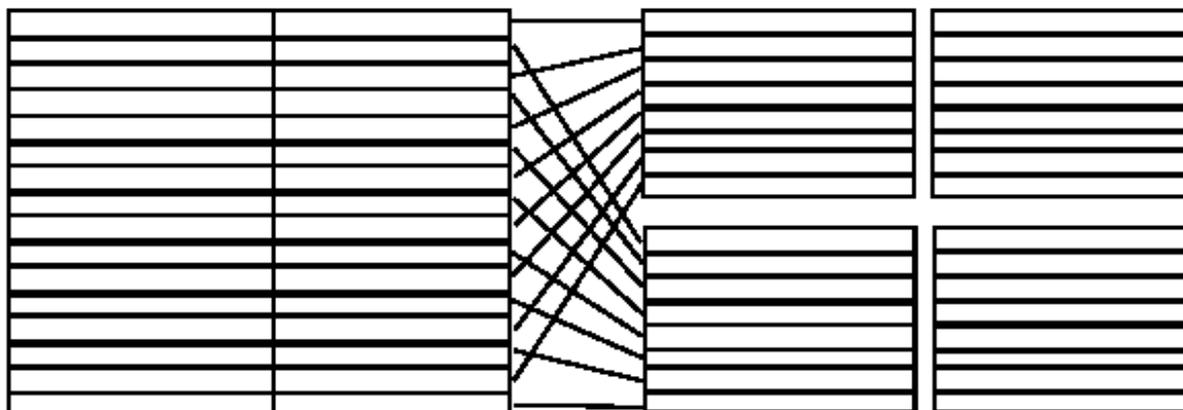
È indipendente dal tipo di predizione del moto

La field based DCT raggruppa le linee secondo il field di appartenenza

Frame format



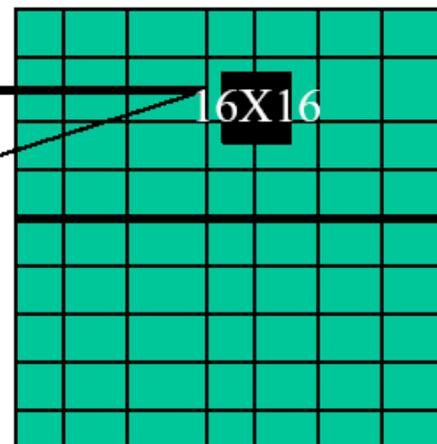
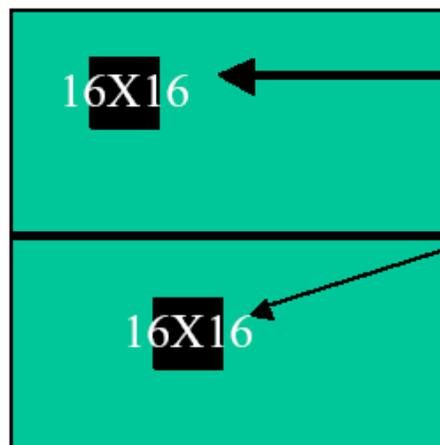
Field format



Predizione in field picture

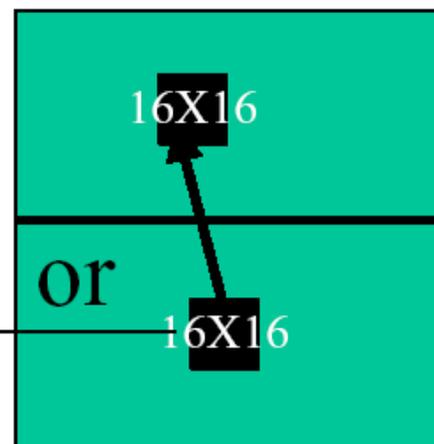
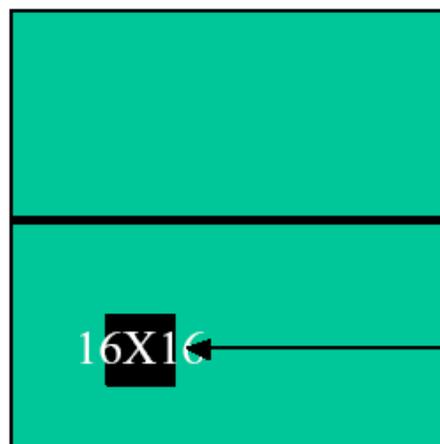
Reference

Current



or

Field Prediction
in first field

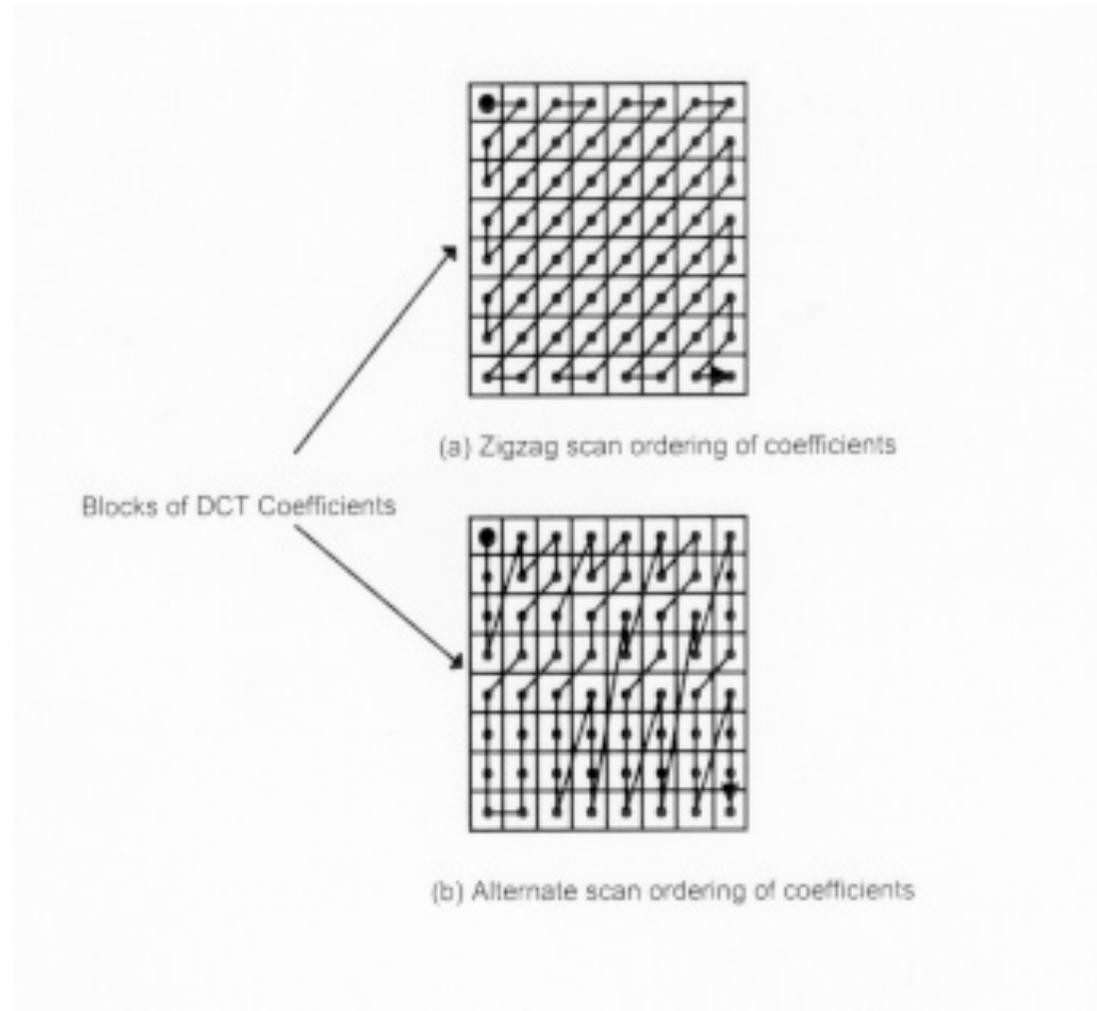


Field prediction in
second field

- 
- In MPEG2 è stato anche esteso l'intervallo dei valori massimi dei motion vector per la risoluzione half-pel
 - Per la risoluzione full-pel è addirittura diventato senza limite

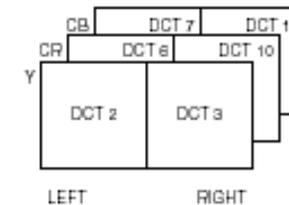
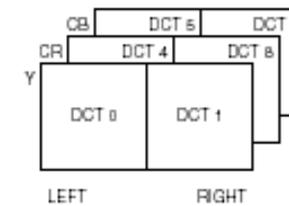
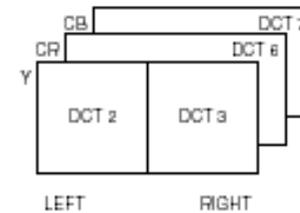
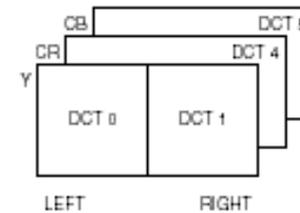
Scansione Zig-Zag

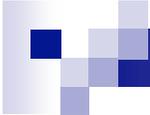
- Oltre alla scansione Zig-zag c'è una scansione diversa che sembra funzionare bene per frame interlacciati



Campionamento colore

- Sono stati aggiunti il 4:2:2 e 4:4:4
 - Qualità professionale
 - Cambiano i macroblocchi



- 
- Quando si usano i campionamenti 4:2:2 e 4:4:4 si possono usare matrici di quantizzazione diverse per Y e CbCr

 - In generale:
 - si può cambiare matrice di quantizzazione nei picture layer
 - In MPEG-1 solo nel program layer
 - Nuovi VLC per i coefficienti DCT



Quantizer scale

- Il Q-scale è anche non lineare, oltre allo stile MPEG 1

- Migliore controllo per valori bassi
- Adesso varia da 0.5 a 56 (anziché 1-32)

.5	1.0	1.5	2.0	2.5
2.5	3.0	3.5	4.0	5.0
6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
11.0	12.0	14.0	16.0	18.0
20.0	24.0	26.0	28.0	32.0
36.0	40.0	44.0	48.0	52.0
56.0				



DVD

- L'MPEG2 per i DVD rispetta delle restrizioni. Tra le più interessanti:
- YUV 4:2:0
- Sequence header per ogni GOP
- GOP di 18 (NTSC) o 15 (PAL) frame
- Bitrate audio+video medio: 9.8 Mb/s; picco: 15 Mb/s



Profiles e Levels

- Definiscono subset dell'insieme di MPEG2, e quindi definiscono le capacità minime richieste ad un decoder
 - Profiles: specificano la sintassi, es. algoritmi
 - Levels: specificano i parametri, es. risoluzione, frame rate, etc.
 - Si indica profile@level



Levels

- Low Level

- MPEG1 CPB (Constrained Parameters Bitstream):
max. 352x288 @ 30 fps

- Main Level

- MPEG2 CPB (720x576 @ 30 fps)

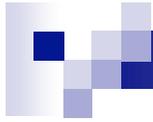
- High 1440 e High Level

- Parametri per HDTV



Profile

- Simple Profile
 - Main profile senza B frame
 - Per videoconferenza: non ho bisogno di riordinare lo stream, serve solo la memoria di un frame
- Main profile
 - SDTV
 - Applicazione generale, è il profilo più importante
- Multiview profile: nato per riprese fatte con doppie telecamere che riprendono la stessa scena



- **4:2:2 profile**
 - Insieme al Main level alza il bitrate a 50 Mbps
 - Aggiunto per supportare video professionale SDTV, e per HDTV
- **SNR e Spatial profile**
 - Aggiunge il supporto per scalabilità SNR e/o spaziale: gestisce diversi gradi di qualità
- **High profile**
 - Per HDTV

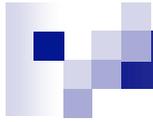
Profili e livelli

Level	Profile				
	Simple 4:2:0	Main 4:2:0	SNR Scalable 4:2:0	Spatially Scalable 4:2:0	High 4:2:0 or 4:2:2
High 1920x1152 (60 frames/s)		62.7 Ms/s 80 Mbit/s			100 Mbit/s for 3 layers
High-1440 1440x1152 (60 frames/s)		47 Ms/s 60 Mbit/s		47 Ms/s 60 Mbit/s for 3 layers	80 Mbit/s for 3 layers
Main 720x576 (30 frames/s)	10.4 Ms/s 15 Mbit/s	10.4 Ms/s 15 Mbit/s	10.4 Ms/s 15 Mbit/s for 2 layers		20 Mbit/s for 3 layers
Low 352x288 (30 frames/s)		3.04 Ms/s 4 Mbit/s	3.04 Ms/s 4 Mbit/s for 2 layers		



Scalabilità

- Possiamo codificare il video a diverse risoluzioni/scale in un unico bitstream. Il decoder estrae e decodifica la risoluzione necessaria.
- SNR, Spatial e High profile supportano 4 modi di operazione scalabili.
- I modi dividono i video MPEG2 in layer per gestire le priorità dei dati video

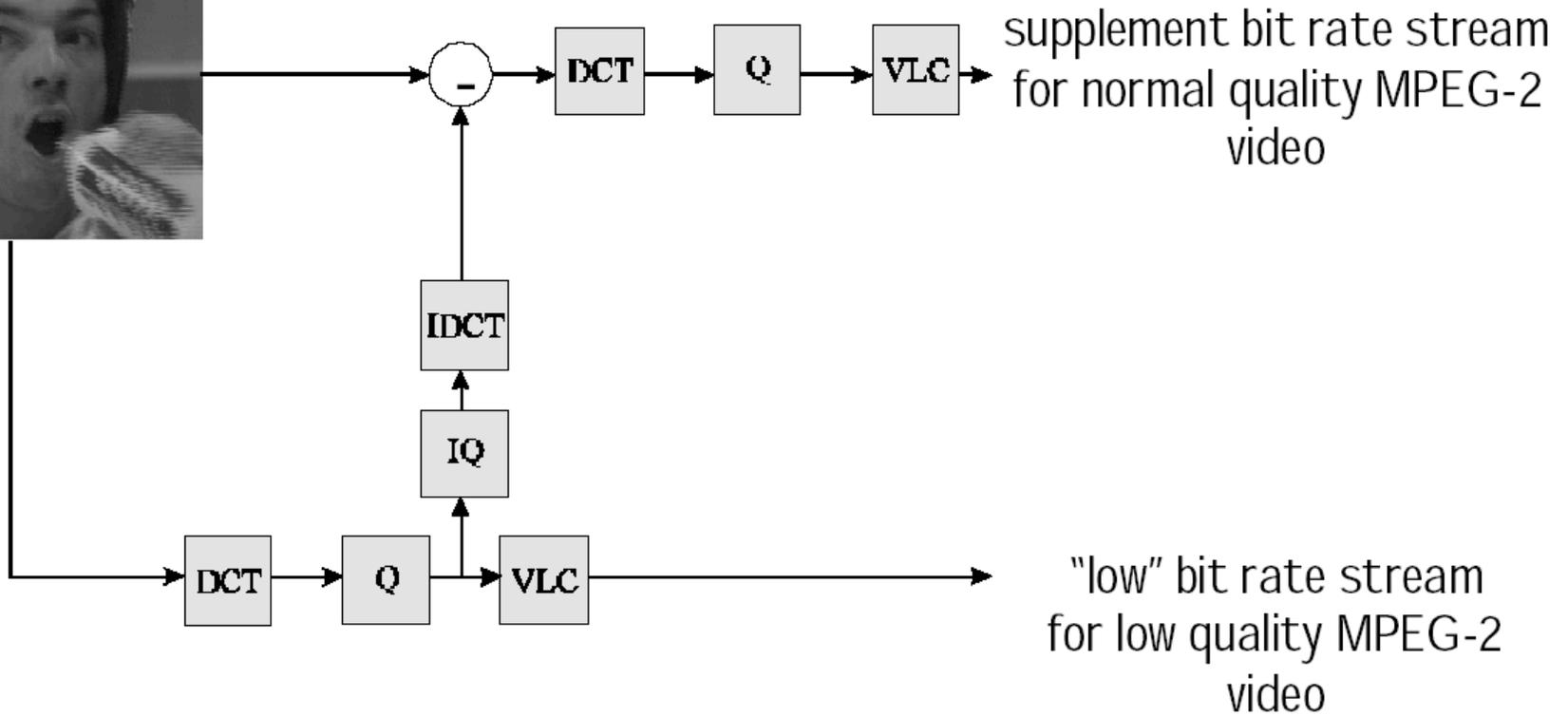
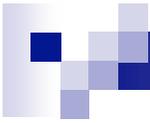


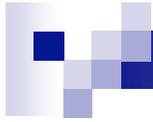
- Un sistema che non vuole ricostruire il video a risoluzione spaziale o temporale più alta ignora il raffinamento dei dati e si limita a prendere la versione base
- I modi di scalabilità forniscono interoperabilità tra sistemi diversi, es. uno stream per HDTV visibile anche su SDTV



■ SNR scalability

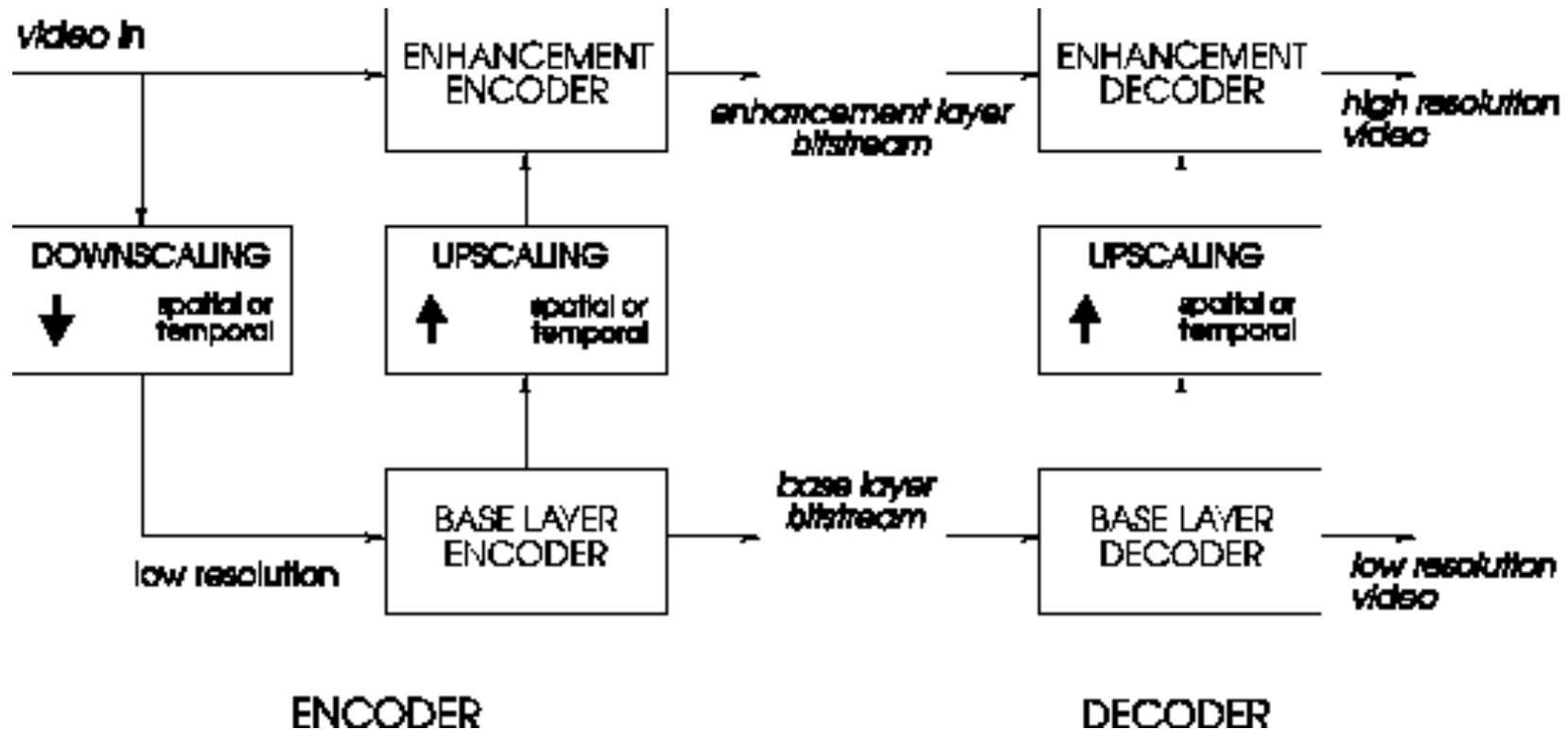
- Per applicazioni che richiedono più livelli di qualità
- Tutti i layer hanno la stessa risoluzione spaziale. Il layer di base fornisce la qualità, quello di enhancement la migliora fornendo dati più raffinati per i coefficienti DCT del layer di base
 - Consente il “graceful degradation”





■ Spatial scalability

- Il layer di base fornisce la risoluzione spaziale e temporale di base
- Il layer di enhancement usa il layer di base interpolato spazialmente per aumentare la risoluzione spaziale



- Uso l'upsampling per predire la codifica della versione ad alta risoluzione
 - L'errore di predizione è codificato nel layer di enhancement



- Temporal scalability

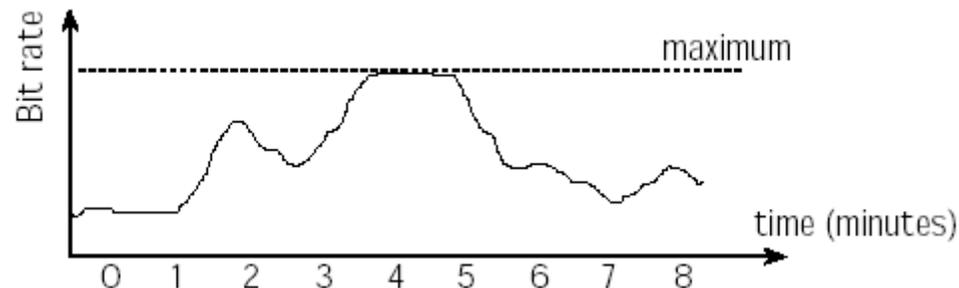
- Simile alla spatial scalability, solo che qui si raffina nel tempo

- Data partitioning

- Fornisce resistenza agli errori di trasmissione
- I coefficienti a bassa frequenza della DCT e altri dati vengono mandati su un canale ad alta priorità, gli altri coeff. DCT su un canale a priorità più bassa (es. su ATM)

CBR vs. VBR

- Anche in MPEG-2 si può scegliere tra
 - CBR: es. per digital broadcast
 - VBR: es. per DVD, la qualità degrada solo se passiamo il massimo consentito





Transport e program stream

- MPEG2 stabilisce due standard per il multiplexing di audio, video e altri dati:
- Program stream: per applicazioni in cui non ci dovrebbero essere errori: i dati sono uniti in un unico bitstream
 - Usato dai DVD (dati specifici DVD uniti a stream audio e video)
- Transport stream: usa pacchetti di 188 byte Unico bitstream. Trasporta più programmi.
 - Usato da standard TV digitale DVB e ATSC