



Medias Dinâmicos

Vídeo Digital



Vídeo Digital

- O vídeo digital em vez de ter uma representação electrónica analógica (n° infinito de estados) usa uma representação finita de estados (dois: zero e um).
- O vídeo digital pode ser obtido de duas formas:
 - Por síntese - rendering;
 - Digitalização de vídeo analógico;



Representação do Vídeo Digital

- No caso do da **digitalização de vídeo analógico** é necessário lidar com grandezas que determinam a **qualidade** final da sequência de vídeo digital:
 - **Taxa de amostragem** - número de amostras de vídeo digital por segundo. Condiciona o **espaço de armazenamento necessário** e a **taxa de transferência de dados (data rate)**. Pelo menos o dobro da taxa de refrescamento.
 - **Dimensão das amostras** - Número de bits usados para a representação dos valores amostrados.



Digitalização de Vídeo Analógico

- As placas de captura de vídeo digitalizam o sinal analógico de vídeo através da conversão de cada **frame** numa imagem **bitmap**.
- Processam uma linha de cada vez, sendo estas divididas em pixels. Por exemplo: para o PAL as linhas são divididas em 768 Pixels.
- Para cada pixel é calculado o valor de cada componente RGB.



Digitalização de Vídeo Analógico

- O valor 768 resulta do **aspect-ratio** do PAL que é 4:3.
- Como o PAL tem 625 linhas, onde 50 são usadas para teletexto não tendo visibilidade na imagem, apenas 575 linhas são verdadeiramente usadas.



Digitalização de Vídeo Analógico

- Para obter a proporção 4:3: $575 \times \frac{4}{3} = 766,7$. Como estamos a tratar de tecnologia digital têm de ser considerados valores inteiros. Assume-se que o número de linhas é 576.
- Para calcular o número de pixels em cada linha basta fazer o seguinte cálculo: **$576 \times \frac{4}{3} = 768$**
- Generalizando: O número de pixels por linha é calculado da seguinte forma: **nº de linhas \times aspect ratio**



Digitalização de Vídeo Analógico

- Após a digitalização cada frame será uma imagem bitmap com a resolução de 768×576 .
- Cada um desses pixels necessita de 3 Bytes para representar as cores: 8 bits para o R, 8 bits para o G e 8 bits para o B. **Total = 24 bits.**
- Desta forma pode dizer-se que para representar um frame são necessários: $768 \times 576 \times 24 = 1,327$ MBytes.



Digitalização de Vídeo Analógico

- Quantos Bytes seriam necessários para a representação de 1 segundo de vídeo PAL ?
- O PAL usa 25fps, então:
 - $1,327 \times 25 = 33,175$ MBytes
- E se fosse 1 hora de vídeo ?



Digitalização de Vídeo Analógico

- 1 hora de vídeo: $33,17 \text{ MB} \times 60 \text{ segundos} \times 60 \text{ minutos} = 119430 \text{ MBytes} / 1024 \approx 116 \text{ GBytes}$
- A maior parte das placas de aquisição de vídeo usa o modelo YUV onde apenas são usados 16 bits na representação de cada pixel.
- Neste caso para 1 segundo seria necessário: $768 \times 576 \times 16 \times 25 = 22 \text{ MBytes}$.



Digitalização de Vídeo Analógico

- Nos EUA e no Japão a corrente eléctrica é distribuída a 60Hz e por isso a norma NTSC usa essa frequência de varrimento.
- Como o NTSC usa 525 linhas, onde apenas são usadas 480. $480 \times 4/3 = 640$.
- A resolução 640×480 é exactamente a resolução VGA (Video Graphic Adapter) usada inicialmente pelos PC. Será coincidência ?



Digitalização de Vídeo Analógico

- Não é coincidência. Os primeiros PCs foram pensados para poderem ser ligados a TVs.



Digitalização de Vídeo Analógico

- O PAL integral usa a resolução de 768×576 para sinais com qualidade de difusão.
- A edição de vídeo analógico necessita de sinais com este nível de qualidade.
- Porém, a a captura de vídeo destinada a aplicações multimédia não é necessário usar o PAL integral.



Digitalização de Vídeo Analógico

- Normalmente usam-se apenas metade das linhas, 288 linhas de cada campo par e 288 linhas de cada campo ímpar.
- Para se obter as proporções de 4:3 cada linha terá de ser dividida em 384 pixels, o que origina frames com 384×288 (ou 320×240 para o NTSC).



Formatos de Vídeo Digital

- Os formatos de vídeo digital encontram-se classificados em duas categorias:
 - Formatos de alto débito (High Data Rate HDR);
 - Formatos de baixo débito (Low Data Rate LDR).



Formatos de Vídeo Digital

- HDR:
 - Baixa compressão ou inexistente;
 - Grande qualidade de imagem;
 - Facilidade no processamento.
 - Usados na pós-produção profissional.



Formatos de Vídeo Digital

- LDR:
 - Elevadas taxas de compressão e baixa qualidade;
 - Destinados às aplicações multimédia interactivas e à transmissão de vídeo sobre redes de comunicações, como por exemplo a internet (videofone, videoconferências, etc).



Formatos de Alto Débito

- Digital Component Video (ITU-R BT.601, conhecido por CCIR-601)
 - Recomendação do CCIR - The International Consultative Committee on Broadcasting
 - Família de formatos para vídeo digital por componentes
 - Taxa de amostragem de 3,375 MHz para NTSC (YUV 525/60) e PAL (YUV 625/50)
 - A dimensão da amostra é geralmente de 8 bits por canal, mas pode em alguns casos ser de 10 bits.



Formatos de Alto Débito

- Digital Component Video (ITU-R BT.601, conhecido por CCIR-601)
- Os formatos da família CCIR-601 são dados por **m:n:l**, em que m,n e l **são factores multiplicativos sobre as taxas de amostragem** relativas a Y (**luminância**), a U (**diferença entre Y e o azul**) e V (**diferença entre Y e o Vermelho**);
- Por exemplo, o formato 4:4:4 produz um data rate elevado e precisão na cor é adequado ao processamento. O formato 4:2:2 menos precisão na cor, usado em pós-produção. O formato 4:1:1 é usado na conversão de vídeo digital em vídeo analógico.



Formatos de Alto Débito

- Digital Composite Video
 - O formato de **vídeo digital composto** é o preferido pelos estúdios de vídeo profissionais, porque:
 - simplifica o tipo de cabos necessário;
 - o equipamento de vídeo composto é mais comum.
 - Este formato resulta da digitalização de vídeo analógico composto, em que a taxa de amostragem para o PAL é normalmente de $4 \times 4,43\text{MHz}$ e para o NTSC é de $4 \times 3,58\text{MHz}$, isto é, o quádruplo da frequência da sub-portadora da cor.



Formatos de Alto Débito

- CIF e QCIF (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique)
 - Orientado à video-conferência;
 - YUV (4:1:1);
 - Fronteira com os LDR;
 - Data rate e qualidade inferiores ao CCIR 601 4:1:1.
 - CIF - 352×288 , QCIF - 176×144 (PAL)



Formatos de Alto Débito

- HDTV Digital (High Definition TeleVision)
 - Melhorar o PAL e o NTSC (SDTV - Standard Definition TV)
 - Data rates mais elevados que os formatos digitais para PAL e NTSC;
 - Integração das normas: **DTV** (Digital TV) - internacional; **DVB** (Digital Video Broadcasting) - europeia; **ATSC** (Advanced Television Systems Committee) - EUA e a **ISBD** (Integrated Services Digital Broadcasting) - Japão.
 - Compressão de imagem - MPEG-2 (Motion Picture Experts Group)



Formatos de Alto Débito

Formato	Formato Analógico Amostrado	Taxa de Amostragem (MHz)	Dimensão da Amostra (bits)	Data Rate (Mbps)	Resolução
PAL digital composto	PAL	17,7	8	109,6	768 × 576
NTSC digital composto	NTSC	14,3	8 (ou 10)	89,6	640 × 480
PAL digital por componentes CCIR 601	625/50 YUV	13,5 para Y	8 (ou 10)	247,2 - 4:4:4 164,8 - 4:2:2 123,2 - 4:1:1	768 × 576
NTSC digital por componentes CCIR 601	525/60 YUV	13,5 para Y	8 (ou 10)	247,2 - 4:4:4 164,8 - 4:2:2 123,2 - 4:1:1	640 × 480
CIF	Vários	Várias	8	36	360 × 288
QCIF	Vários	Várias	8	8,8	180 × 144
HDTV	Vários	MPEG-2	-	60 80	1440 × 1080 1920 × 1152



Formatos de Baixo Débito

- **Objectivos:** permitir a utilização de vídeo em aplicações multimédia e permitir a difusão de vídeo através da Internet.
- Como é isso possível ?
- Combinando **compressão de dados** com a **redução da resolução** / **profundidade da cor** e com a **redução do frame rate**.



Formatos de Baixo Débito

- Exemplo: Considere um sinal digital de alto débito 10MBps por segundo.
 - Reduzindo para metade as resoluções vertical e horizontal obtém-se uma qualidade semelhante ao vídeo VHS.
 - Dividindo o frame rate por 2 e
 - aplicando um factor de compressão de 10:1
- O **bit rate resultante** seria aproximadamente 1/50 do tamanho do inicial, isto é, aproximadamente 2Mbps (256KBps), já possível para alguns tipos de ligações à internet de banda larga.
- A 15fps o vídeo é apresentado com cintilação mas a taxa de transferência fica bastante reduzida.



Formatos de Baixo Débito

- A **compressão do vídeo digital** é fundamental para que seja possível apresentar vídeo LDR com qualidade (*full-motion - 24 a 30fps*).
- As técnicas de **compressão/ decompressão** de vídeo digital designam-se por **codecs**.
- Os **codecs** podem ser hardware ou software.



Formatos de Baixo Débito

- Geralmente, o full-motion vídeo com 24bits de profundidade de cor só pode ser obtido por descompressão por hardware (pela placa gráfica).
- Os codecs podem ser classificados segundo os seguintes eixos:
 - Compressão **sem perdas** vs. compressão **com perdas**;
 - Compressão **espacial** vs. compressão **temporal**.



Formatos de Baixo Débito

- Os codecs **sem perdas** utilizam processos de compressão que preservam os frames originais, isto é, **aplicando a descompressão é obtido o vídeo sem compressão inicial.**
- **Técnicas usadas:** eliminar zonas contínuas da mesma cor, por exemplo RLE (Run-Length Encoding).
- **Não é muito eficiente** porque no vídeo obtido a partir de câmaras raramente se verificam situações onde exista repetição de cores.



Formatos de Baixo Débito

- Os codecs **com perdas** tentam retirar informação à imagem de forma que isso não seja perceptível pelo utilizador, desta forma, os frames originais **não podem ser obtidos por um processo de descompressão**.
- Sempre que uma imagem (um frame) é comprimida, descomprimida e comprimida novamente a perda de informação aumenta.
- A qualidade depende da taxa de compressão.



Formatos de Baixo Débito

- O processo de compressão **espacial ou *intraframe*** comprime a informação de cada frame da sequência de vídeo. A compressão explora a redundância existente em cada frame.



Formatos de Baixo Débito

- O processo de compressão **temporal ou interframe** explora a redundância temporal, isto é, explora a semelhança existente entre os frames.
- Frames chaves são codificados de forma independente (**keyframes**) e os **frames intermédios** são calculados por técnicas predictivas.



Formatos de Baixo Débito

- Por exemplo o ***frame differencing*** é uma técnica de compressão temporal em que, nos frames intermédios, apenas se mantém informação sobre as diferenças relativas aos frames anteriores.
- Ou seja com a exceção dos **keyframes**, cada frame possui apenas informação sobre as diferenças entre si e o anterior.



Formatos de Baixo Débito

- Às técnicas em que o tempo de compressão é igual ao tempo de descompressão dá-se-lhes o nome de **simétricas**.
- Os formatos de LDR devem permitir a utilização de **vários codecs** para que o utilizador **possa ajustar a qualidade** face às **suas condições em termos de data rate**.



Formatos de Baixo Débito

- Principais formatos de LDR:
 - **DV** (digital vídeo) para equipamento do mercado de consumo e semi-profissional (câmaras de vídeo digitais);
 - A família de formatos **MPEG** (Motion Pictures Expert Group) para equipamento profissional e DVD-Vídeo;
 - **AVI** (Audio Vídeo Interleaved) MS Windows (Inicialmente);
 - **QuickTime** da Apple;
 - **H.261** para vídeo conferências.



Formatos de Baixo Débito

- **DV (Digital Video)**
 - **Uso:** Câmaras de vídeo digitais de consumo;
 - **Codec usado: DV** - digitaliza e comprime enquanto filma;
 - **Digitalização:** 4:1:1 - CCIR 601;
 - **Compressão:** Método da transformada do coseno;
 - **Bit-Rate:** constante a 25Mbps implica variação dinâmica da qualidade porque há frames que exigem maior numero de bits na sua representação.



Formatos de Baixo Débito

- **MPEG (Motion Pictures Expert Group)**
 - **Codec usado:** compressão *interframe* com a técnica DCT (Discrete Cosine Transform), incluindo ainda codificação de áudio e a combinação de fluxos áudio e vídeo.
- **MPEG-I**
 - **Uso:** VideoCD;
 - **Bit-Rate:** 1Mbps para poderem ser lidos por CD-ROMs 1x.
 - **Qualidade:** VHS (352×288).



Formatos de Baixo Débito

- **MPEG**
- **MPEG-2**
 - **Compressão:** Variável. Quatro **perfis** e **níveis** distintos. Possibilidade de ajuste da qualidade pelo utilizador.
 - **Perfis** permitem definir subconjuntos de **características dos fluxos de dados** tais como a compressão (espacial e temporal) e a resolução cromática.
 - Os **níveis** definem conjuntos de parâmetros, como por exemplo a resolução máxima dos frames e o bit-rate máximo.



Formatos de Baixo Débito

- **MPEG**
- **MPEG-2**
 - **Qualidade:** Cada perfil pode ser implementado a um ou mais níveis. A combinação mais comum é MP@ML - Main Profile at Main Level com um **bit-rate** máximo de 15Mbps.
 - **Uso:** MP@ML é usado nos DVDs e na TV digital.



Formatos de Baixo Débito

- MPEG-2

MPEG-2 Profiles

Abbr.	Name	Frames	YUV	Streams	Comment
SP	Simple Profile	P, I	4:2:0	1	no interlacing
MP	Main Profile	P, I, B	4:2:0	1	
422P	4:2:2 Profile	P, I, B	4:2:2	1	
SNR	SNR Profile	P, I, B	4:2:0	1-2	SNR: Signal to Noise Ratio
SP	Spatial Profile	P, I, B	4:2:0	1-3	low, normal and high quality decoding
HP	High Profile	P, I, B	4:2:2	1-3	

MPEG-2 Levels

Abbr.	Name	Pixel/line	Lines	Framerate (Hz)	Bitrate (Mbit/s)
LL	Low Level	352	288	30	4
ML	Main Level	720	576	30	15
H-14	High 1440	1440	1152	30	60
HL	High Level	1920	1152	30	80



Formatos de Baixo Débito

- MPEG-2

Profile @ Level	Resolution (px)	Framerate max. (Hz)	Sampling	Bitrate (Mbit/s)	Application
SP@LL	176 × 144	15	4:2:0	0.096	Wireless handsets
SP@ML	352 × 288	15	4:2:0	0.384	PDAs
	320 × 240	24			
MP@LL	352 × 288	30	4:2:0	4	Set-top boxes (STB)
MP@ML	720 × 480	30	4:2:0	15 (DVD: 9.8)	DVD, SD-DVB
	720 × 576	25			
MP@H-14	1440 × 1080i	30	4:2:0	60 (HDV: 25)	HDV
	1280 × 720p	30			
MP@HL	1920 × 1080i	30	4:2:0	80	ATSC 1080i, 720p60, HD-DVB (HDTV)
	1280 × 720p	60			
422P@LL			4:2:2		
422P@ML	720 × 480	30	4:2:2	50	Sony IMX using I-frame only
422P@H-14	1440 × 1080i	30	4:2:2	80	Potential future MPEG-2-based HD products from Sony and Panasonic
	1280 × 720p	60			
422P@HL	1920 × 1080i	30	4:2:2	300	Potential future MPEG-2-based HD products from Panasonic
	1280 × 720p	60			



Formatos de Baixo Débito

- **MPEG**

- **MPEG-3** foi criado para o HDTV mas constatou-se que o MPEG-2 era suficiente (Não confundir com MPEG-1 Audio Layer 3 ou **MP3**).

- **MPEG-4**

- Introdução do conceito de **Media Objects** que podem ser unidades de informação **imagens, áudio, vídeo, áudio+vídeo**, ou objectos mais complexos designados por **cenar**;
- **Sincronização** entre distintos media objects com o intuito de poderem ser transmitidos através de redes de computadores;
- **Interactividade** - possibilitar a interacção entre o utilizador e os objectos presentes numa cena



Formatos de Baixo Débito

- **MPEG**
- **MPEG-4 - Compressão**
 - débito menor com maior tolerância a erros;
 - maior flexibilidade que o MPEG-2, frame-rates e resoluções parametrizáveis;
 - **bit-rates** variáveis 5 a 64Kbps para aplicações em rede, 1Mbps para aplicações stand-alone.
 - **áudio:** codec AAC (Advanced Audio Coding) - dobro da qualidade do MP3, débitos iguais. Com a qualidade dos MP3 ficheiros com bastante menor dimensão. (MPEG 2 Parte 7 ou MPEG-4 Parte 3)



Formatos de Baixo Débito

- **MPEG**

- **MPEG-4 - Vantagens**

- Permite **usar vídeo e áudio digital de alta qualidade** em **aplicações** onde tradicionalmente **nem sequer era possível usar vídeo**. Redes sem fios, PDAs, telemóveis, Internet, etc.
- **Flexibilidade;**
- **Interactividade;**
- **Conversão de DVDs em MPEG-2 para CD-ROMs com o codec DIVX** que consiste em MPEG-4 para vídeo e MP3 para áudio. Desvantagem para as produtoras de cinema - Favorece os downloads ilegais e a pirataria de filmes.



Formatos de Baixo Débito

- **AVI (Audio Video Interleaved)**
 - Formato do vídeo digital para o MS-Windows;
 - anterior ao WMA (Windows Media Audio) WMV (Windows Media Video);
- **Codecs:**
 - **Microsoft Video I** - compressão espacial com perdas;
 - **Microsoft RLE** - compressão espacial sem perdas para conteúdos com cores uniformes (8 bits cor);



Formatos de Baixo Débito

- **AVI (Audio Video Interleaved)**
 - **Codecs:**
 - **Radius Cinepack** - compressão para vídeo com 24 bits de profundidade de cor que se destina a ser lido por CD-ROM;
 - **Intel Indeo R3.x** - semelhante ao anterior, para ser lido por CD-ROM e para aplicações multimédia interactivas;
 - **Intel Video Interactive ou Indeo 4.0** - compressão wavelet com resultados superiores ao MPEG -I embora um pouco mais lento na descompressão;
 - **Motion JPEG** - comprime e guarda cada frame em vez de guardar as diferenças.



Formatos de Baixo Débito

- Apple QuickTime (QT)
 - Tem-se afirmado **superior ao AVI** porque possui uma **estrutura abstracta** que lhe permite suportar uma **grande quantidade de codecs** incluindo todos os que são suportados pelo formato AVI,
 - Os objectos manipulados no QT designa-se por **movies**, consistindo em **representações abstractas** de sequências de vídeo, audio ou imagens.
 - O leitor QT **decide o frame rate** a reproduzir o filme de forma a **adaptar-se as condições de reprodução** (data rate) permitindo **manter a duração correcta e sincronização com o áudio**.



Formatos de Baixo Débito

- Apple QuickTime (QT)
 - Componentes incluído no QT:
 - **Codecs:** Sorenson Video, Cinepack e Intel Indeo, e outros;
 - **Digitalizadores de Vídeo:** Permitem digitalizar vídeo a partir de várias fontes;
 - **Leitor de Vídeo:** Permite apresentar a reprodução dos vídeos.
 - Permite **manipular vídeo noutros formatos:** MPEG (sobretudo MPEG-4), AVI ou DV;
 - Existe QT para **várias plataformas** incluindo Mac Os e OSX, Windows e JAVA.



Formatos de Baixo Débito

- **H.261**

- Norma de codificação e compressão de vídeo ajustada a utilização em RDIS (Rede Digital de Integração de Serviços);
- **bit-rate**: Produz taxas de transferência (bit rates) em múltiplos de canais B RDIS (64Kbps);
- **compressão**: interframe;
- **uso**: Video-conferências e videofone.



Formatos de Baixo Débito

- RealVideo
 - Baseia-se no protocolo RTSP (Real Time Streaming Protocol) que é usado para **controlar a transmissão de fluxos de vídeo através de redes de computadores.**
 - O **codec RealVideo** permite **ajustar** os débitos binários (bit rate) ao **tipo de ligação à rede.** Os valores podem variar entre os 19Kbps e os 105Mbps.