

**OBJETIVO:** Exercitar a manipulação de arquivos/dados binários através da decodificação de um arquivo de vídeo MPEG.

### QUESTÃO ÚNICA

Um vídeo MPEG é formado por uma sequência de imagens (*frames* ou *pictures*). Cada imagem pode ser do tipo “I” (*intra*), que contém uma imagem completa, ou dos tipos “B” ou “P”, que possuem apenas informações do que mudou em relação a uma imagem anterior (Figura 1).

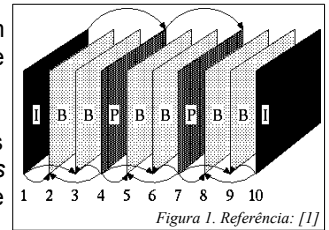


Figura 1. Referência: [1]

Por ser um padrão de vídeo voltado para transmissão, o MPEG possui um formato diferenciado dos estudados até o momento. Mais especificamente, este padrão é formado por uma série de *streams* (fluxos) independentes, permitindo a visualização contínua do vídeo mesmo diante de erros de transmissão em partes anteriores.

Cada *stream* contém um cabeçalho e pode conter outros *streams* dentro dele. Por exemplo, um *stream* do tipo “Sequence” pode ter um ou mais *streams* do tipo “Group of Pictures” que poderá ter um ou mais *streams* do tipo “Picture”, e assim por diante, como mostra a Figura 2, a seguir.

O MPEG possui diversos tipos de *streams* (os da figura ao lado e mais outros), mas todos começam com o mesmo código, conhecido como *start code prefix*:

“\x00\x00\x01” – em caracteres hexadecimais  
“0000 0000 0000 0000 0000 0001” – em Binário

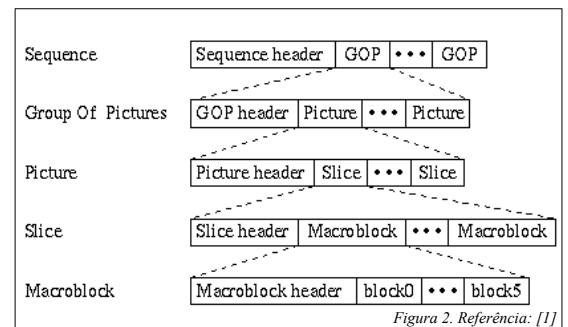


Figura 2. Referência: [1]

Desta forma, sempre que este código (três caracteres/bytes) aparecer em um lugar no arquivo MPEG, já se sabe que o que segue é um *stream*. Após o *start code prefix*, vem um byte identificando o tipo de *stream*, conforme mostra a tabela (incompleta) abaixo:

Código (hexa)	Tipo do Stream	Descrição
0xBA	Pack	Contém algumas referências de tempo e multiplexação.
0xBB	System	Algumas informações de áudios disponíveis e taxas de multiplexação.
0xB3	Sequence	Contém informações de largura e altura das figuras seguintes (normalmente é o mesmo para todas as figuras no vídeo) bem como a taxa de frames por segundo (frame rate).
0xB8	Group of Pictures	Marca o início de uma série de figuras. Contém a marcação de tempo da primeira figura.
0x00	Picture	Contém, dentre outras coisas, o tipo de figura que segue (I, B ou P).
0x01 até 0xAF	Slice	Contém informações para decodificar uma parte da figura atual.
0xC0 até 0xDF	Packet Video	Contém informações para decodificar o vídeo.
0xE0 até 0xEF	Packet Audio	Contém informações para decodificar o áudio.

Referências e mais detalhes: [2], [3]

Se o *stream* for do tipo Sequence, os dados que seguem (após o *start code prefix* + 0xB3) possuem o seguinte formato (incompleto, mas o que importa para este trabalho):

Byte 1								Byte 2								Byte 3								Byte 4							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Horizontal Size (largura das figuras)								Vertical Size (altura das figuras)								Aspect Ratio								Frame Rate							

Note como os dados estão “desalinhados” com os bytes (caracteres) do arquivo. O valor Horizontal Size, por exemplo, ocupa “um byte e meio”, enquanto que o Frame Rate ocupa “meio byte”. Para converter estas informações para inteiro, algumas manipulações binárias são necessárias. Por exemplo, para pegar o Horizontal Size é preciso pegar o valor (em inteiro) do primeiro byte e multiplicá-lo por 16, uma vez que este está 4 bits mais “significante” e, em seguida, somar este valor com o valor dos quatro primeiros (mais significativos) bits do segundo byte. Pra fazer isso, basta fazer quatro “shifts à direita” neste segundo byte (considerando que o tipo do byte é unsigned char). Exemplo:

```
unsigned char byte1 = fgetc(mpg_file);
unsigned char byte2 = fgetc(mpg_file);
unsigned char byte3 = fgetc(mpg_file);
unsigned char byte4 = fgetc(mpg_file);
unsigned int largura = byte1 * 16 + (byte2 >> 4);
unsigned int altura = (byte2 & 0x0F) * 256 + byte3;
unsigned int frame_rate = byte4 & 0x0f;
```

Sobre o *frame rate*, se ele for 1, o *frame rate* do vídeo é 23.976fps. Se for 2, ele é 24.000fps. 3=25.000fps, 4=29.970fps, 5=30.000fps, 6=50.000fps, 7=59.940fps, 8=60.000fps.

Já se o *stream* for do tipo *Picture*, ele possuirá a informação de tipo de figura (I, B ou P) no segundo byte, conforme a figura ao lado. Novamente, note como o dado que queremos está “desalinhado” com o byte. Neste caso, para pegar o valor basta fazer dois “shifts à esquerda” no segundo byte, converter o resultado para `unsigned char` e, em seguida, fazer 5 “shifts à direita”. É importante converter o resultado intermediário para `unsigned char` porque, pela especificação de C, se o número não for `unsigned`, o “shift à direita” preenche os bits à esquerda com 1's, e não com 0's, que é o que queremos. Após pegar este número, se ele for 1, a figura é do tipo “I”, se for 2 ela é do tipo “P” e, se for 3, ela é do tipo “B”. Obs: uma outra solução para pegar o tipo (talvez melhor) é fazer três “shifts à direita” e depois “& 0x07”.

Byte 1								Byte 2							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
...										TIPO		...			

Neste trabalho, você irá ler um arquivo MPEG (`argv[1]`), byte por byte, e procurar por um *start code prefix*, que indicará o início de um novo *stream*. Ao encontrar, leia o próximo byte e imprima qual é este tipo de *stream* (com base na tabela apresentada). Se o *stream* for do tipo *Sequence*, imprima também a largura, altura e *frame rate* contidos no cabeçalho deste *stream*. Se for um *stream* do tipo *Picture*, imprima também o tipo de figura (I, P ou B). Para qualquer outro tipo de *stream*, imprima “--> Código: %x -- Tipo de stream não implementado”.

## Exemplo de Execução:

```
./mpeg_info dodo.mpg
--> Código: b3 -- Sequence Header -- Width = 360, Height = 288 -- Frame rate = 25.000fps
--> Código: b8 -- Group of Pictures
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = I
--> Código: 01 -- Slice
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = P
--> Código: 01 -- Slice
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = B
--> Código: 01 -- Slice
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = B
--> Código: 01 -- Slice
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = P
--> Código: 01 -- Slice
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = B
--> Código: 01 -- Slice
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = B
--> Código: 01 -- Slice
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = P
--> Código: 01 -- Slice
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = B
--> Código: 01 -- Slice
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = B
--> Código: 01 -- Slice
--> Código: b8 -- Group of Pictures
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = I
--> Código: 01 -- Slice
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = B
--> Código: 01 -- Slice
--> Código: 00 -- Picture -- Tipo = B
...
```

## Dicas:

Uma possível solução é ler o arquivo MPEG de três em três bytes (`fread`) e, se esses três bytes lidos não forem igual ao *start code prefix* (`memcmp`), retorne dois bytes (`fseek`) e siga para a próxima iteração (lendo novamente os três próximos bytes). Outra possibilidade é manter em variáveis os dois últimos bytes lidos das iterações anteriores.

O arquivo usado no exemplo (`dodo.mpeg`) pode ser baixado em <https://beans.icomp.ufam.edu.br/dodo.mpg>

## Referências

- [1] Soderquist, P., Leiser, M. (1997). *Optimizing the data cache performance of a software MPEG-2 video decoder*. MULTIMEDIA '97: Proceedings of the fifth ACM international conference on Multimedia. Pg 291-301. New York, NY, USA. ACM
- [2] DVD-Video Information. *MPEG Headers Quick Reference*. <http://dvd.sourceforge.net/dvdinfo/mpeghdrs.html>. Acessado em Novembro de 2020.
- [3] Duncan, Andrew. *MPEG-1 Pictorial Guide - A graphical guide to the ISO 11172 (MPEG-1) digital audio/video standard*. <http://andrewduncan.net/mpeg/mpeg-1.html>. Acessado em Novembro de 2020.

A seguir, cenas do próximo capítulo ...

→ Dividir um arquivo MPEG em vários menores (que funcionem!).

## **ENTREGA DO LABORATÓRIO**

Envie, até 05/01/2023 às 23:59, o código-fonte para [horacio@icomp.ufam.edu.br](mailto:horacio@icomp.ufam.edu.br) com o assunto "Entrega do 8o Laboratório de LPA".