



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA



departamento
de engenharia informática
1995 – 2020

Relatório

Trabalho 6 - Estimação de movimento para codificação de vídeo

Unidade Curricular:
Processamento Audiovisual (PA)

Licenciatura em Engenharia e Ciência de Dados

Realizado por:

Diogo Beltran Dória, 2020246139
Mariana Lopes Paulino, 2020190448

Ano Letivo 2022/2023

Introdução

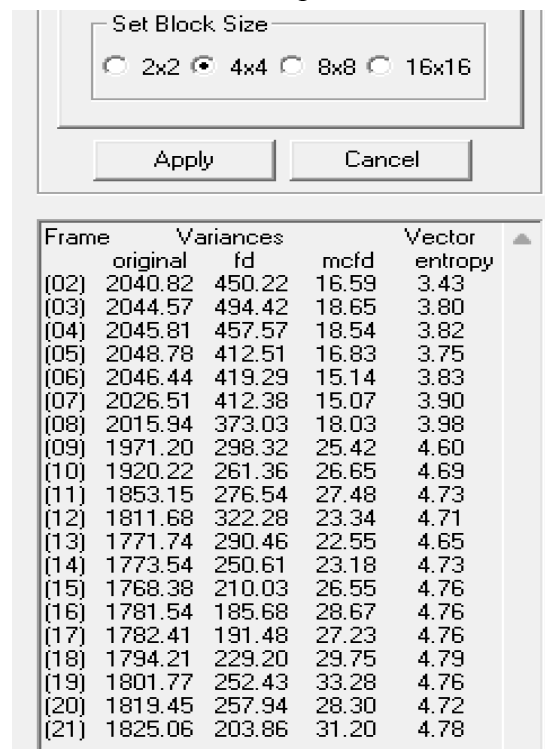
Neste trabalho foi proposta a resolução de várias experiências com a aplicação VCDemo. Para a resolução deste trabalho nesta aplicação que apenas existe para Windows, como sendo ambos utilizadores de MacOS recorremos à aplicação Parallels de modo a conseguirmos realizar este trabalho. Encontrámos algumas dificuldades neste processo, acabando por ser bem sucedidos.

Experiências

Para a experiência pedida, a comparação entre codificação com perda e sem perda temos de estimar o movimento da sequência car utilizamos Full Search variando o tamanho dos blocos utilizando blocos de 4x4, 8x8 e 16x16 comparando o erro de predição, sendo este a diferença entre as tramas e as suas predições com compensação de movimento e os valores da energia do erro e a entropia dos vetores de movimento. Anotamos todos os resultados para os três tamanhos de blocos e analisamos o efeito do tamanho do bloco no erro da predição e na entropia dos vetores. A experiência seguinte baseia-se na anterior utilizando desta vez estimação hierárquica onde variamos o número de níveis e da janela de pesquisa para analisar todos os valores.

Resultados

Para a primeira experiência ao correr a sequência car obtemos para os blocos de 4x4 os seguintes valores, sendo esta figura seguida das figuras 2 e 3 onde estão representados os valores para blocos de tamanho 8x8 e 16x16 respetivamente.



Frame	Variances			Vector
	original	fd	mcfd	entropy
{02}	2040.82	450.22	16.59	3.43
{03}	2044.57	494.42	18.65	3.80
{04}	2045.81	457.57	18.54	3.82
{05}	2048.78	412.51	16.83	3.75
{06}	2046.44	419.29	15.14	3.83
{07}	2026.51	412.38	15.07	3.90
{08}	2015.94	373.03	18.03	3.98
{09}	1971.20	298.32	25.42	4.60
{10}	1920.22	261.36	26.65	4.69
{11}	1853.15	276.54	27.48	4.73
{12}	1811.68	322.28	23.34	4.71
{13}	1771.74	290.46	22.55	4.65
{14}	1773.54	250.61	23.18	4.73
{15}	1768.38	210.03	26.55	4.76
{16}	1781.54	185.68	28.67	4.76
{17}	1782.41	191.48	27.23	4.76
{18}	1794.21	229.20	29.75	4.79
{19}	1801.77	252.43	33.28	4.76
{20}	1819.45	257.94	28.30	4.72
{21}	1825.06	203.86	31.20	4.78

Fig 1 - Valores Obtidos para Blocos 4x4

Set Block Size				
<input type="radio"/> 2x2 <input type="radio"/> 4x4 <input checked="" type="radio"/> 8x8 <input type="radio"/> 16x16				
<input type="button" value="Apply"/> <input type="button" value="Cancel"/>				
Frame	Variances			Vector
	original	fd	mcf	entropy
(02)	2040.82	450.22	31.34	2.50
(03)	2044.57	494.42	31.67	2.83
(04)	2045.81	457.57	32.57	2.81
(05)	2048.78	412.51	31.60	2.71
(06)	2046.44	419.29	27.93	2.94
(07)	2026.51	412.38	27.70	2.88
(08)	2015.94	373.03	34.45	2.92
(09)	1971.20	298.32	48.43	3.54
(10)	1920.22	261.36	54.72	4.29
(11)	1853.15	276.54	53.67	4.56
(12)	1811.68	322.28	46.19	4.54
(13)	1771.74	290.46	41.92	4.59
(14)	1773.54	250.61	43.98	4.54
(15)	1768.38	210.03	52.79	4.60
(16)	1781.54	185.68	59.45	4.58
(17)	1782.41	191.48	53.46	4.31
(18)	1794.21	229.20	54.83	4.21
(19)	1801.77	252.43	59.70	4.13
(20)	1819.45	257.94	51.87	4.08
(21)	1825.06	203.86	57.93	4.17

Fig 2 - Valores Obtidos para blocos 8x8

Set Block Size				
<input type="radio"/> 2x2 <input type="radio"/> 4x4 <input type="radio"/> 8x8 <input checked="" type="radio"/> 16x16				
<input type="button" value="Apply"/> <input type="button" value="Cancel"/>				
Frame	Variances			Vector
	original	fd	mcf	entropy
(02)	2040.82	450.22	49.71	2.20
(03)	2044.57	494.42	52.59	2.22
(04)	2045.81	457.57	60.77	2.28
(05)	2048.78	412.51	58.69	2.35
(06)	2046.44	419.29	50.59	2.48
(07)	2026.51	412.38	48.74	2.39
(08)	2015.94	373.03	52.97	2.39
(09)	1971.20	298.32	77.45	2.66
(10)	1920.22	261.36	94.67	3.11
(11)	1853.15	276.54	92.67	3.72
(12)	1811.68	322.28	78.79	4.06
(13)	1771.74	290.46	71.61	4.10
(14)	1773.54	250.61	67.88	3.97
(15)	1768.38	210.03	83.84	3.77
(16)	1781.54	185.68	93.36	3.71
(17)	1782.41	191.48	86.42	3.16
(18)	1794.21	229.20	83.26	3.19
(19)	1801.77	252.43	90.91	3.26
(20)	1819.45	257.94	84.11	3.20
(21)	1825.06	203.86	94.16	3.27

Fig 3 - Valores para blocos 16x16

Ao realizar estas experiências notamos que existem 21 frames onde também nos são apresentados em várias colunas, sendo três colunas correspondentes à variância (original, diferença de frames e a diferença de frames compensada pelo movimento).

Após uma análise aprofundada dos resultados notamos que apenas a variância de diferença de frames e a entropia alteram, mantendo a variância original da frame e a variância da diferença de frames.

Ao analisar atentamente os resultados da variância da diferença de frames compensada pelo movimento nos blocos de tamanho 4×4 vemos que o valor mínimo é de 16,59 e o máximo de 31,20. Ao passar para blocos de tamanho 8×8 observamos um valor mínimo de 31,34 e um valor máximo de 57,93. Já nos blocos maiores, onde o seu tamanho é 16×16 observamos um valor mínimo de 49,71 e um valor máximo de 94,16.

Numa análise mais aprofundada reparamos que o valor máximo da variância da diferença de frames dos blocos de tamanho 4×4 é mais ou menos igual à do valor mínimo da variância quando os blocos têm o dobro do tamanho, 8×8 e o mesmo acontece quando transitamos de 8×8 para 16×16 .

Ao analisar os valores da entropia observamos que nos blocos de tamanho 4×4 este varia entre 3,43 e 4,78 na primeira e última frame respectivamente, já nos blocos de tamanho 8×8 a entropia na primeira frame é de 2,5 e na última frame é de 4,17. Por último os blocos de 16×16 têm uma entropia que varia entre 2,20 e 3,27 nas primeira e última frame respectivamente.

Apesar de verificarmos a variância entre a primeira e a última frame existem frames nos vários tamanhos de blocos cujo valor é superior que na última frame, sendo estes apresentados nas frames do meio da sequência aproximadamente em todos os tamanhos dos blocos sendo 4×4 , 8×8 ou 16×16 .

Passando para a experiência seguinte os resultados obtidos quando deixamos o número de níveis na resolução original, tal como era expectável, uma vez que nada se altera de uma experiência para a outra. Ao alterar esse número para 2 ou 3 níveis obtemos novos valores para os parâmetros da entropia e da diferença de frames compensada pelo movimento.

Set Number of Resolution Levels				
<input checked="" type="radio"/> Original resolution only <input type="radio"/> Two levels <input type="radio"/> Three levels				
<input type="button" value="Apply"/> <input type="button" value="Cancel"/>				
Frame	Variances			Vector
	original	fd	mcfd	entropy
(02)	2040.82	450.22	16.59	3.43
(03)	2044.57	494.42	18.65	3.80
(04)	2045.81	457.57	18.54	3.82
(05)	2048.78	412.51	16.83	3.75
(06)	2046.44	419.29	15.14	3.83
(07)	2026.51	412.38	15.07	3.90
(08)	2015.94	373.03	18.03	3.98
(09)	1971.20	298.32	25.42	4.60
(10)	1920.22	261.36	26.65	4.69
(11)	1853.15	276.54	27.48	4.73
(12)	1811.68	322.28	23.34	4.71
(13)	1771.74	290.46	22.55	4.65
(14)	1773.54	250.61	23.18	4.73
(15)	1768.38	210.03	26.55	4.76
(16)	1781.54	185.68	28.67	4.76
(17)	1782.41	191.48	27.23	4.76
(18)	1794.21	229.20	29.75	4.79
(19)	1801.77	252.43	33.28	4.76
(20)	1819.45	257.94	28.30	4.72
(21)	1825.06	203.86	31.20	4.78

Fig 4 - Valores para blocos 4x4 (Estimação Hierárquica)

Set Block Size				
<input type="radio"/> 2x2 <input type="radio"/> 4x4 <input type="radio"/> 8x8 <input checked="" type="radio"/> 16x16				
<input type="button" value="Apply"/> <input type="button" value="Cancel"/>				
Frame	Variances			Vector
	original	fd	mcfd	entropy
(02)	2040.82	450.22	49.71	2.20
(03)	2044.57	494.42	52.59	2.22
(04)	2045.81	457.57	60.77	2.28
(05)	2048.78	412.51	58.69	2.35
(06)	2046.44	419.29	50.59	2.48
(07)	2026.51	412.38	48.74	2.39
(08)	2015.94	373.03	52.97	2.39
(09)	1971.20	298.32	77.45	2.66
(10)	1920.22	261.36	94.67	3.11
(11)	1853.15	276.54	92.67	3.72
(12)	1811.68	322.28	78.79	4.06
(13)	1771.74	290.46	71.61	4.10
(14)	1773.54	250.61	67.88	3.97
(15)	1768.38	210.03	83.84	3.77
(16)	1781.54	185.68	93.36	3.71
(17)	1782.41	191.48	86.42	3.16
(18)	1794.21	229.20	83.26	3.19
(19)	1801.77	252.43	90.91	3.26
(20)	1819.45	257.94	84.11	3.20
(21)	1825.06	203.86	94.16	3.27

Fig 5 - Valores para blocos 16x16 (Estimação Hierárquica)

Set Block Size

☐ 2x2 ☒ 4x4 ☐ 8x8 ☐ 16x16

Apply Cancel

Window	32x32	16x16
Subsample	4	1
Max. Displ.	7	3

ESTIMATION RESULTS:

Frame	Variances			Vector entropy
	original	fd	mcfd	
(02)	2040.82	450.22	162.58	1.98
(03)	2044.57	494.42	163.60	2.00
(04)	2045.81	457.57	167.52	2.11
(05)	2048.78	412.51	164.50	2.20
(06)	2046.44	419.29	151.47	2.24
(07)	2026.51	412.38	154.32	2.18
(08)	2015.94	373.03	152.37	2.23
(09)	1971.20	298.32	154.24	2.32
(10)	1920.22	261.36	154.42	2.34
(11)	1853.15	276.54	134.17	2.31
(12)	1811.68	322.28	106.69	2.28
(13)	1771.74	290.46	90.62	2.32
(14)	1773.54	250.61	85.22	2.29
(15)	1768.38	210.03	102.69	2.32
(16)	1781.54	185.68	125.31	2.39
(17)	1782.41	191.48	111.52	2.32
(18)	1794.21	229.20	117.63	2.31
(19)	1801.77	252.43	131.37	2.32
(20)	1819.45	257.94	123.18	2.34
(21)	1825.06	203.86	123.41	2.32

Fig 6 - Valores para blocos 4x4 (Estimação Hierárquica 2 níveis)

Set Block Size

☐ 2x2 ☐ 4x4 ☐ 8x8 ☒ 16x16

Apply Cancel

Window	64x64	32x32
Subsample	8	2
Max. Displ.	7	3

ESTIMATION RESULTS:

Frame	Variances			Vector entropy
	original	fd	mcfd	
(02)	2040.82	450.22	210.29	2.26
(03)	2044.57	494.42	210.50	2.11
(04)	2045.81	457.57	231.43	2.44
(05)	2048.78	412.51	223.43	2.33
(06)	2046.44	419.29	210.17	2.20
(07)	2026.51	412.38	213.07	2.27
(08)	2015.94	373.03	208.22	2.46
(09)	1971.20	298.32	202.61	2.44
(10)	1920.22	261.36	210.81	2.24
(11)	1853.15	276.54	192.70	2.44
(12)	1811.68	322.28	168.10	2.35
(13)	1771.74	290.46	131.99	2.32
(14)	1773.54	250.61	105.71	2.05
(15)	1768.38	210.03	130.50	2.17
(16)	1781.54	185.68	155.94	2.29
(17)	1782.41	191.48	137.99	2.09
(18)	1794.21	229.20	145.32	2.09
(19)	1801.77	252.43	167.33	2.40
(20)	1819.45	257.94	160.37	2.31
(21)	1825.06	203.86	155.78	2.16

Fig 7 - Valores para blocos 16x16 (Estimação Hierárquica 2 níveis)

Set Block Size				
<input type="radio"/>	2x2	<input checked="" type="radio"/>	4x4	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	8x8	<input type="radio"/>	16x16	
Apply Cancel				
Window	64x64	32x32	16x16	
Subsample	4	4	2	
Max. Displ.	7	3	1	
ESTIMATION RESULTS:				
Frame	Variances			Vector
	original	fd	mcfd	entropy
(02)	2040.82	450.22	196.08	1.42
(03)	2044.57	494.42	189.58	1.51
(04)	2045.81	457.57	208.43	1.58
(05)	2048.78	412.51	210.45	1.66
(06)	2046.44	419.29	211.80	1.70
(07)	2026.51	412.38	208.58	1.65
(08)	2015.94	373.03	215.25	1.71
(09)	1971.20	298.32	212.24	1.74
(10)	1920.22	261.36	221.30	1.75
(11)	1853.15	276.54	195.47	1.70
(12)	1811.68	322.28	179.96	1.78
(13)	1771.74	290.46	152.11	1.80
(14)	1773.54	250.61	135.97	1.76
(15)	1768.38	210.03	149.31	1.81
(16)	1781.54	185.68	180.60	1.75
(17)	1782.41	191.48	160.86	1.77
(18)	1794.21	229.20	172.86	1.73
(19)	1801.77	252.43	187.44	1.77
(20)	1819.45	257.94	184.96	1.74
(21)	1825.06	203.86	171.91	1.77

Fig 8 - Valores para blocos 4x4 (Estimação Hierárquica 3 níveis)

Set Block Size				
<input type="radio"/>	2x2	<input type="radio"/>	4x4	<input checked="" type="radio"/>
<input type="radio"/>	8x8	<input checked="" type="radio"/>	16x16	
Apply Cancel				
Window	64x64	64x64	32x32	
Subsample	4	4	2	
Max. Displ.	7	3	1	
ESTIMATION RESULTS:				
Frame	Variances			Vector
	original	fd	mcfd	entropy
(02)	2040.82	450.22	328.38	1.91
(03)	2044.57	494.42	332.47	1.92
(04)	2045.81	457.57	347.36	1.95
(05)	2048.78	412.51	327.38	2.03
(06)	2046.44	419.29	322.24	1.83
(07)	2026.51	412.38	301.06	1.80
(08)	2015.94	373.03	277.95	2.00
(09)	1971.20	298.32	271.23	2.03
(10)	1920.22	261.36	304.20	1.88
(11)	1853.15	276.54	274.66	1.90
(12)	1811.68	322.28	264.75	1.90
(13)	1771.74	290.46	241.65	1.82
(14)	1773.54	250.61	196.67	1.85
(15)	1768.38	210.03	207.09	1.84
(16)	1781.54	185.68	229.15	1.90
(17)	1782.41	191.48	198.15	1.81
(18)	1794.21	229.20	190.94	1.77
(19)	1801.77	252.43	210.88	1.88
(20)	1819.45	257.94	215.70	1.80
(21)	1825.06	203.86	199.80	1.83

Fig 9 - Valores para blocos 16x16 (Estimação Hierárquica 3 níveis)

Ao analisar os resultados da estimação hierárquica de 2 níveis vemos que a diferença de frames compensada pelo movimento tem um valor mínimo 123,41 de e um valor máximo de 162,58 atingido na primeira frame quando os blocos são de tamanho 4x4 e valores mínimo e máximo atingidos também nas última e primeira frame respectivamente com valores de 155,78 e 210,29 com o tamanho dos blocos 16x16. Já quando alteramos os níveis de estimação de 2 para 3 os valores quando os blocos são de tamanho 4x4 são 196,08 e 171,91 e obtemos valores de 328,38 e 199,80 quando os blocos já são de tamanho 16x16.

Na entropia observamos quando estamos perante 2 níveis de estimação valores entre 1,98 e 2,32 para os blocos de tamanho 4x4, já para os blocos de 16x16 os valores estão entre 2,26 e 2,16 na primeira e última frame apesar de os valores oscilarem no meio. Ao alterarmos os níveis de resolução para 3 os valores de entropia também mudam, acabando por obter para blocos de tamanho 4x4 valores entre 1,42 e 1,77 sendo estes retirados das primeira e última frame respectivamente sabendo que os valores mais altos em todas as experiências estão nas frames do meio. Como última experiência nos blocos de 16x16 os valores da primeira e última frame são de 1,91 e 1,83 acontecendo o mesmo que nas restantes experiências.

Como conclusão deste trabalho, retiramos que os níveis de resolução têm um grande impacto na diferença de frames compensada pelo movimento e na variância de todos os frames envolvidos em todas as experiências. Ao aumentar cada vez mais o número de níveis de resolução observamos uma descida considerável nos valores da entropia, observamos ainda que ao contrário do que acontece com o número original de níveis de resolução o valor da diferença de frames compensada pelo movimento é sempre menor na primeira frame que na última descendo este à medida que as frames vão passando ao longo do tempo quando temos 2 ou 3 níveis de resolução. Esta é uma conclusão que conseguimos observar melhor quanto maior é o tamanho dos blocos, sendo menos visível em blocos de tamanho 4x4 no entanto estando também presente, apesar de ser muito mais notável quando os blocos têm tamanho de 16x16.

Ao aumentarmos o tamanho dos blocos em todas as experiências notamos que existe um maior valor na diferença dos frames compensada pelo movimento (mcfd) e um menor valor da entropia e quanto maior for o número de níveis de resolução menos entropia iremos ter aliada também ao tamanho dos blocos, concluindo assim que um maior número de níveis de resolução e um maior tamanho dos blocos em análise leva a números menores na entropia e números maiores na diferença dos frames compensada pelo movimento, sendo estes inversamente proporcionais, à medida que um desce um sobe.