

# 作業五: Average

2022/05/16



### 設計規格描述

- · 請用設計出一個取平均值之電路-Average
  - ▶ 輸入/輸出腳位

訊號名稱	I/O	Bit數	描述
clk	I	1	本電路同步於時脈正緣之同步設計
reset	I	1	高準位非同步(active high asynchronous)之電路重置訊號
data	I	8	八位元無號數輸入
valid	0	1	有效輸出資料之通知訊號 當為 High 時,表示目前輸出out為有效輸出
out	0	8	八位元無符號平均值輸出

#### · 提供檔案

檔案名稱	描述									
Average.v	/erilog檔案(自行設計),用於RTL模擬。注意 : I/O 腳位已定義,請勿更改!									
testfixture.v	Testbench(測試檔),用於RTL模擬、Gate-Level模擬									
pattern.dat	作為電路模擬時,輸入訊號測試資料  一同放入ModelSim專案內									
golden.dat	作為電路模擬時,比對輸出結果的資料 一同放入ModelSim專案內									

### 功能描述

- 資料輸入:當reset訊號送出後,data線會在每個clk開始給值,並在128個clk後結束輸入。組成16x8陣列
- 資料輸出:運算出平均值(四捨五入),後將結果在每個clk輸出至out線,並且把valid拉成High

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	255	49	126	146	146	198	101	217
1	255	242	138	211	28	84	116	60
2	115	151	242	175	29	49	115	222
3	137	198	208	126	95	154	8	182
4	62	249	40	254	88	20	218	31
5	130	94	113	168	246	233	228	158
6	100	222	156	179	123	122	129	188
7	143	189	41	197	139	45	149	124
8	215	216	101	56	75	0	224	119
9	241	138	203	2	166	185	101	148
10	76	43	125	65	184	185	254	98
11	254	47	228	96	74	107	0	13
12	224	236	106	229	127	86	19	251
13	191	247	90	214	150	206	19	7
14	178	37	218	197	203	66	40	82
15	145	48	11	116	101	52	235	196

						•	
0	1	2	3	4	5	6	7
255	146	132	179	87	141	109	139
185	197	190	193	29	67	116	141
126	175	225	151	62	102	62	202
100	224	124	190	92	87	113	107
96	172	77	211	167	127	223	95
115	158	135	174	185	178	179	173
122	206	99	188	131	84	139	156
179	203	71	127	107	23	187	122
228	177	152	29	121	93	163	134
159	91	164	34	175	185	178	123
165	45	177	81	129	146	127	56
239	142	167	163	101	97	10	132
208	242	98	222	139	146	19	129
185	142	154	206	177	136	30	45
162	43	115	157	152	59	138	139
	255 185 126 100 96 115 122 179 228 159 165 239 208 185	255   146 185   197 126   175 100   224 96   172 115   158 122   206 179   203 228   177 159   91 165   45 239   142 208   242 185   142	255       146       132         185       197       190         126       175       225         100       224       124         96       172       77         115       158       135         122       206       99         179       203       71         228       177       152         159       91       164         165       45       177         239       142       167         208       242       98         185       142       154	255       146       132       179         185       197       190       193         126       175       225       151         100       224       124       190         96       172       77       211         115       158       135       174         122       206       99       188         179       203       71       127         228       177       152       29         159       91       164       34         165       45       177       81         239       142       167       163         208       242       98       222         185       142       154       206	255       146       132       179       87         185       197       190       193       29         126       175       225       151       62         100       224       124       190       92         96       172       77       211       167         115       158       135       174       185         122       206       99       188       131         179       203       71       127       107         228       177       152       29       121         159       91       164       34       175         165       45       177       81       129         239       142       167       163       101         208       242       98       222       139         185       142       154       206       177	255       146       132       179       87       141         185       197       190       193       29       67         126       175       225       151       62       102         100       224       124       190       92       87         96       172       77       211       167       127         115       158       135       174       185       178         122       206       99       188       131       84         179       203       71       127       107       23         228       177       152       29       121       93         159       91       164       34       175       185         165       45       177       81       129       146         239       142       167       163       101       97         208       242       98       222       139       146         185       142       154       206       177       136	255       146       132       179       87       141       109         185       197       190       193       29       67       116         126       175       225       151       62       102       62         100       224       124       190       92       87       113         96       172       77       211       167       127       223         115       158       135       174       185       178       179         122       206       99       188       131       84       139         179       203       71       127       107       23       187         228       177       152       29       121       93       163         159       91       164       34       175       185       178         165       45       177       81       129       146       127         239       142       167       163       101       97       10         208       242       98       222       139       146       19         185       142       154       206 </td

pattern.dat

golden.dat

# 功能描述

0	1	2	3	4	5	6	7
255	49	126	146	146	198	101	217
255	242	138	211	28	84	116	60
115	151	242	175	29	49	115	222
137	198	208	126	95	154	8	182
62	249	40	254	88	20	218	31
130	94	113	168	246	233	228	158
100	222	156	179	123	122	129	188
143	189	41	197	139	45	149	124
215	216	101	56	75	0	224	119
241	138	203	2	166	185	101	148
76	43	125	65	184	185	254	98
254	47	228	96	74	107	0	13
224	236	106	229	127	86	19	251
191	247	90	214	150	206	19	7
178	37	218	197	203	66	40	82
145	48	11	116	101	52	235	196
	255 115 137 62 130 100 143 215 241 76 254 224 191 178	255 49 255 242 115 151 137 198 62 249 130 94 100 222 143 189 215 216 241 138 76 43 254 47 224 236 191 247 178 37	255     49     126       255     242     138       115     151     242       137     198     208       62     249     40       130     94     113       100     222     156       143     189     41       215     216     101       241     138     203       76     43     125       254     47     228       224     236     106       191     247     90       178     37     218	255       49       126       146         255       242       138       211         115       151       242       175         137       198       208       126         62       249       40       254         130       94       113       168         100       222       156       179         143       189       41       197         215       216       101       56         241       138       203       2         76       43       125       65         254       47       228       96         224       236       106       229         191       247       90       214         178       37       218       197	255       49       126       146       146         255       242       138       211       28         115       151       242       175       29         137       198       208       126       95         62       249       40       254       88         130       94       113       168       246         100       222       156       179       123         143       189       41       197       139         215       216       101       56       75         241       138       203       2       166         76       43       125       65       184         254       47       228       96       74         224       236       106       229       127         191       247       90       214       150         178       37       218       197       203	255       49       126       146       146       198         255       242       138       211       28       84         115       151       242       175       29       49         137       198       208       126       95       154         62       249       40       254       88       20         130       94       113       168       246       233         100       222       156       179       123       122         143       189       41       197       139       45         215       216       101       56       75       0         241       138       203       2       166       185         76       43       125       65       184       185         254       47       228       96       74       107         224       236       106       229       127       86         191       247       90       214       150       206         178       37       218       197       203       66	255       49       126       146       146       198       101         255       242       138       211       28       84       116         115       151       242       175       29       49       115         137       198       208       126       95       154       8         62       249       40       254       88       20       218         130       94       113       168       246       233       228         100       222       156       179       123       122       129         143       189       41       197       139       45       149         215       216       101       56       75       0       224         241       138       203       2       166       185       101         76       43       125       65       184       185       254         254       47       228       96       74       107       0         224       236       106       229       127       86       19         191       247       90       214

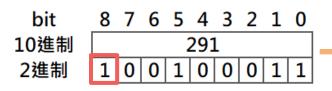
				( \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \						
0	1	2	3	4	5	6	7			
255	146	132	179	87	141	109	139			
185	197	190	193	29	67	116	141			
126	175	225	151	62	102	62	202			
100	224	124	190	92	87	113	107			
96	172	77	211	167	127	223	95			
115	158	135	174	185	178	179	173			
122	206 99		188	131	84	139	156			
179	203	71	127	107	23	187	122			
228	177	152	29	121 93		163	134			
159	91	164	34	175	185	178	123			
165	45	177	81	129	146	127	56			
239	142	167	163	101	97	10	132			
208	242	98	222	139	146	19	129			
185	142	154	206	177	136	30	45			
162	43	115	157	152	59	138	139			
	255 185 126 100 96 115 122 179 228 159 165 239 208 185	255     146       185     197       126     175       100     224       96     172       115     158       122     206       179     203       228     177       159     91       165     45       239     142       208     242       185     142	255       146       132         185       197       190         126       175       225         100       224       124         96       172       77         115       158       135         122       206       99         179       203       71         228       177       152         159       91       164         165       45       177         239       142       167         208       242       98         185       142       154	255       146       132       179         185       197       190       193         126       175       225       151         100       224       124       190         96       172       77       211         115       158       135       174         122       206       99       188         179       203       71       127         228       177       152       29         159       91       164       34         165       45       177       81         239       142       167       163         208       242       98       222         185       142       154       206	255       146       132       179       87         185       197       190       193       29         126       175       225       151       62         100       224       124       190       92         96       172       77       211       167         115       158       135       174       185         122       206       99       188       131         179       203       71       127       107         228       177       152       29       121         159       91       164       34       175         165       45       177       81       129         239       142       167       163       101         208       242       98       222       139         185       142       154       206       177	255       146       132       179       87       141         185       197       190       193       29       67         126       175       225       151       62       102         100       224       124       190       92       87         96       172       77       211       167       127         115       158       135       174       185       178         122       206       99       188       131       84         179       203       71       127       107       23         228       177       152       29       121       93         159       91       164       34       175       185         165       45       177       81       129       146         239       142       167       163       101       97         208       242       98       222       139       146         185       142       154       206       177       136	255       146       132       179       87       141       109         185       197       190       193       29       67       116         126       175       225       151       62       102       62         100       224       124       190       92       87       113         96       172       77       211       167       127       223         115       158       135       174       185       178       179         122       206       99       188       131       84       139         179       203       71       127       107       23       187         228       177       152       29       121       93       163         159       91       164       34       175       185       178         165       45       177       81       129       146       127         239       142       167       163       101       97       10         208       242       98       222       139       146       19         185       142       154       206 </td			

pattern.dat

golden.dat

#### 注意事項

• bit數擴展: (49 + 242) = 291。但由於只有8bit,當相加結果大於255時會產生溢位,所以只會得到35



bit 10進制 2進制

7	6	5	4	3	2	1 0					
35											
0	0 0 1 0 0 0 1										

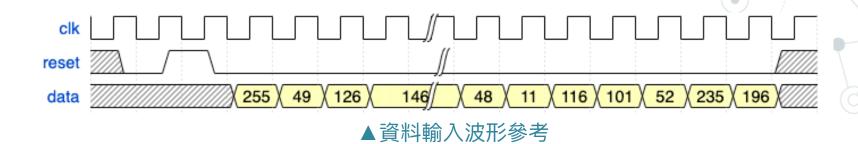


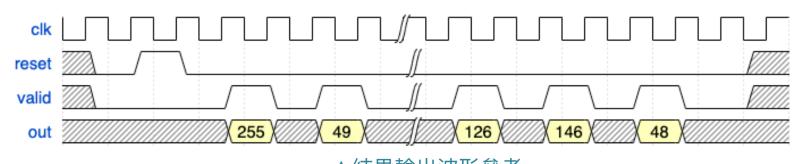
#### 範例寫法

• 四捨五入: 291 / 2 = 145.5

#### 範例寫法

### 電路波形範例





### 解題方法一

• 步驟一: 先花128個clk將整個陣列存起來

? reg宣告: (1) 8位元, 128大小的一維陣列、(2) 8位元, 16 x 8大小的二維陣列

• 步驟二: 運算

_							_
0	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55
56	57	58	59	59 60		61 62	
64	65	66	67	68	69	70	71
72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87
88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103
104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127

[7:0] a [127:0]

								T
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	2	3	4	5	6	7
2	0	1	2	3	4	5	6	7
3	0	1	2	3	4	5	6	7
4	0	1	2	3	4	5	6	7
5	0	1	2	3	4	5	6	7
6	0	1	2	3	4	5	6	7
7	0	1	2	3	4	5	6	7
8	0	1	2	3	4	5	6	7
9	0	1	2	3	4	5	6	7
10	0	1	2	3	4	5	6	7
11	0	1	2	3	4	5	6	7
12	0	1	2	3	4	5	6	7
13	0	1	2	3	4	5	6	7
14	0	1	2	3	4	5	6	7
15	0	1	2	3	4	5	6	7

[7:0] b [15:0][7:0]

## 解題方法二

#### • Line Buffer

? reg宣告: 8位元 · 8大小的一維陣列(例: reg [7:0] buffer [7:0])

運作流程														ニケットリナイ	, •						
clk				bu	ffer				data			pa	ttern	資料輔							
reset 後。	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]		255	49	126	1/6	146	198	101	217				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	255			120	140	146	190	TOT	21/				
										255 2	242			•••••	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	••					
1	0	0	0	0	0	0	0	255	49												
2	0	0	0	0	0	0	255	49	126												
3	0	0	0	0	0	255	49	126	146			4	許伽尼	ョ;土							
											範例寫法										
4	0	0	0	0	255	49	126	146	146		int	eger	i;								
5	0	0	0	255	49	126	146	146	198		hu	ffor	[ <b>7</b> ] /	= da	ta:						
															•						
6	0	0	255	49	126	146	146	198	101		toi	(1=0)	;  ;</td <td> = +]</td> <td>.)begi</td> <td>n</td> <td></td>	= +]	.)begi	n					
												data	[i] <	= da <sup>-</sup>	ta[i+1	.];					
7	0	255	49	126	146	146	198	101	217		en				-	٠,					
												u									
8	255	49	126	146	146	198	101	217	255	valid拉high											
9	49	126	146	146	198	101	217	242	242												

#### 電路模擬範例

- RTL 、 Gate-Level模擬 -> PASS
  - ▶ Modelsim模擬步驟、Quartus合成步驟請參考tools教學

#### 助教只檢查Gate-Level模擬 是否通過

#### 上傳檔案

- RTL File
  - 1. Average.v (你所有的Verilog RTL Code)
- Gate-Level File
  - 1. Average.vo (Quartus 生成的Gate-Level Netlist)
  - 2. Average.sdo (Quartus 生成的 SDF 時序資訊)
- Document
  - 1. report.pdf (你的設計報告文件 <mark>請轉成PDF格式</mark>)

▲請包成zip格式,並命名為學號\_\_HW5.zip

#### 上傳檔案注意事項

- 1.Quartus 請一律使用 Cyclonell 晶片
- 2.請勿將整個專案資料夾包進zip檔上傳,如發現上傳整個專案者一律視同未繳交
- 3.設計未完成的檔案請勿上傳
- 4.上傳後請再次檢查上傳是否有誤,如上傳錯誤一律視同未繳交
- 5.補交作業一律在5/30當天補交