

EECS 2070 02 Digital Design Labs 2020

Lab 1

學號：108062303 姓名：郭珈源

1. 實作過程

```
119     always @* begin
120         if(state == 3'd0 || state == 3'd1 || state == 3'd2)begin
121             |     clk_temp = clk_div16;
122         end
123         else if(state == 3'd3 || state == 3'd4)begin
124             |     clk_temp = clk_div27;
125         end
126         else begin
127             |     clk_temp = clk_div27;
128         end
129     end
```

我將 state 分成 5 個

Initial : state = 0

deposit : state = 1

amount : state = 2

release : state = 3

change : state = 4

我用 clk_select 來選擇切換到哪個 state 時用哪個 clk。

```

135     always @(posedge clk_temp or posedge rst)begin
136         if(rst == 1)begin
137             value1 = 4'd0;
138             value2 = 4'd0;
139             value3 = 4'd0;
140             value4 = 4'd0;
141             led = 16'b0000000000000000;
142             state = 3'd0;
143         end

```

我只用一個 always 來包裝 5 個 state，首先判斷 rst 是否 == 1，若 rst == 1 則燈號為 0，led 也為 0，state 切換到 1。

```
144 //INITIAL
145 else if(state == 3'd0)begin
146     value1 = 4'd0;
147     value2 = 4'd0;
148     value3 = 4'd0;
149     value4 = 4'd0;
150     led = 16'b0000000000000000;
151     state = 3'd1;
152     max = 4'd0;
153 end
```

當 state == 0 時，進入 initial，做的事跟 rst 類似，但我多初始化了 max=0 (紀錄投入的錢所能買的最大口罩數量)，結束後 state 切換到 1 (deposit)。

```

154 //DEPOSIT
155 else if(state == 3'd1)begin
156     if(money_5_temp == 1)begin
157         if(value1 == 4'd0 && value2 == 4'd5)begin
158             value1 = value1;
159             value2 = value2;
160             value3 = value3;
161             value4 = value4;
162         end
163         else if(value1 == 4'd5)begin
164             value1 = 4'd0;
165             value2 = value2 + 4'd1;
166             if(value3 < 4'd9)begin
167                 value3 = value3 + 4'd1;
168             end
169             else begin
170                 value3 = value3;
171             end
172             value4 = value4;
173         end
174         else if(value1 == 4'd0)begin
175             value1 = 4'd5;
176             if(value3 < 4'd9)begin
177                 value3 = value3 + 4'd1;
178             end
179             else begin
180                 value3 = value3;
181             end
182         end
183     end
184     else begin
185         value3 = value3;
186     end
187 end

```

此處是 state = 1，deposit 部分，當 money_5 按下去時，用三個特判來對錢做加法。

- A、若錢 == 50，則不增加。
 - B、若錢的個位數 == 5，則個位數 = 0，十位數進位。
 - C、若錢的個位數 == 0，則個位數 = 5。
- 同時口罩數量皆 +1。

```

188         else if(money_10_temp == 1)begin
189             if((value1 == 4'd5 && value2 == 4'd4) || (value1 == 4'd0 && value2 == 4'd5))begin
190                 value1 = 4'd0;
191                 value2 = 4'd5;
192             end
193             else begin
194                 value2 = value2 + 4'd1;
195                 if(value3 == 4'd9)begin
196                     value3 = value3;
197                 end
198                 else if(value3 == 4'd8)begin
199                     value3 = value3 + 4'd1;
200                 end
201                 else if(value3 < 4'd8)begin
202                     value3 = value3 + 4'd2;
203                 end
204                 else begin
205                     value3 = value3;
206                 end
207             end
208         end

```

此處是 state = 1，deposit 部分，當 money_10 按下去時，用 2 個特判來對錢做加法。

A、當錢 == 45 或 == 50 時，錢 = 50。

B、其他時候，錢的十位數 + 1。

當數量 == 8 時，口罩數量 + 1；當數量 == 9，口罩數量不增加；其餘數量 + 2。

```

209   if(cancel_temp == 1 && (value1 > 4'd0 || value2 > 4'd0))begin
210       state = 3'd4;
211       value3 = 4'd0;
212       value4 = 4'd0;
213   end
214   else if(check_temp == 1 && (value1 > 4'd0 || value2 > 4'd0))begin
215       state = 3'd2;
216       max = value3;
217       bonus = 16'd0;
218   end

```

此處還在 deposit 中，當按下 cancel 且 balance > 0 時，將口罩數量歸零，並將 state 切換到 4 (change)。

另外，當按下 check 且 balance > 0 時，max = 投入的錢所能買的最大口罩數量，並初始化 bonus (紀錄 5 秒的 counter)，將 state 切換到 2 (amount)。

```

223      //AMOUNT = 2
224      else if(state == 3'd2)begin
225          if(count_down_temp == 1)begin
226              value3 = value3 - 4'd1;
227              if(value3 == 4'd0)begin
228                  value3 = max;
229              end
230              bonus = 16'd0;
231          end
232          else if(cancel_temp)begin
233              state = 3'd4;
234              value3 = 4'd0;
235              value4 = 4'd0;
236          end
237          else if(check_temp)begin
238              state = 3'd3;
239              if(value2 == 4'd5)begin
240                  max = 50;
241              end
242              else begin
243                  max = max * 5;
244              end
245              temp = value3 * 5;
246              temp = max - temp;
247              value1_temp = temp % 10;
248              value2_temp = temp / 10;
249              value3_temp = value3;
250              value4_temp = value4;
251          end

```

此處是 state = 2，amount 部分，分成三部分。

- A、當按下 count_down，可以調整口罩數量，當口罩數量 == 0 時，將口罩數量 = max (投入的錢所能買的最大口罩數)，即可繼續調整數量。
每按一次 count_down，bonus 會歸零重新數秒。
- B、當按下 cancel，口罩數量歸零，state 切換到 4 (change)。
- C、當按下 check，計算出退錢金額，並將退錢金額及口罩數量紀錄在 temp，以免等等亮 mask 字樣時就忘記原本的金額及口罩數量，state 切換到 3 (release)。

```

252         else begin
253             if(bonus < 8192)begin
254                 bonus = bonus + 16'd1;
255             end
256             else begin
257                 state = 3'd4;
258                 value3 = 4'd0;
259                 value4 = 4'd0;
260             end
261         end
262     end

```

此處是 amount 部分，由於 amount 的 clk 是 2^{16} ，經過計算後，5 秒需要 counter 數 8192 次，所以當 counter 數到 8192 時，state 會自動切換到 4 (change)，口罩數量歸零。


```

263 //RELEASE = 3
264 else if(state == 3'd3)begin
265     if(led == 16'b0000000000000000 && flag1 < 4)begin
266         led = 16'b1111111111111111;
267         flag1 = flag1 + 1;
268     end
269     else if(led == 16'b1111111111111111 && flag1 < 4)begin
270         led = 16'b0000000000000000;
271     end
272     else begin
273         flag1 = flag1;
274     end
275     if(flag1 < 4)begin
276         value4 = 4'd10;
277         value3 = 4'd11;
278         value2 = 4'd12;
279         value1 = 4'd13;
280     end
281     else if(flag1 == 4)begin
282         led = 16'b0000000000000000;
283         flag1 = 0;
284         state = 3'd4;
285         value1 = value1_temp;
286         value2 = value2_temp;
287         value3 = 4'd0;
288         value4 = 4'd0;
289     end
290     else begin
291         state = state;
292     end
293 end

```

此處是 state = 3，release 部分。由於 release 的 clk 是 27，也就是 counter 數一次 = 一秒。所以我用 flag1 判斷，當 led 亮一次，flag1 + 1，因為 flag1 須 < 4，所以亮完三次後，剛好五秒，led 就會暗掉並將存在 temp 的退錢金額及口罩數量存回燈號中，state 切換到 4 (change)。

```

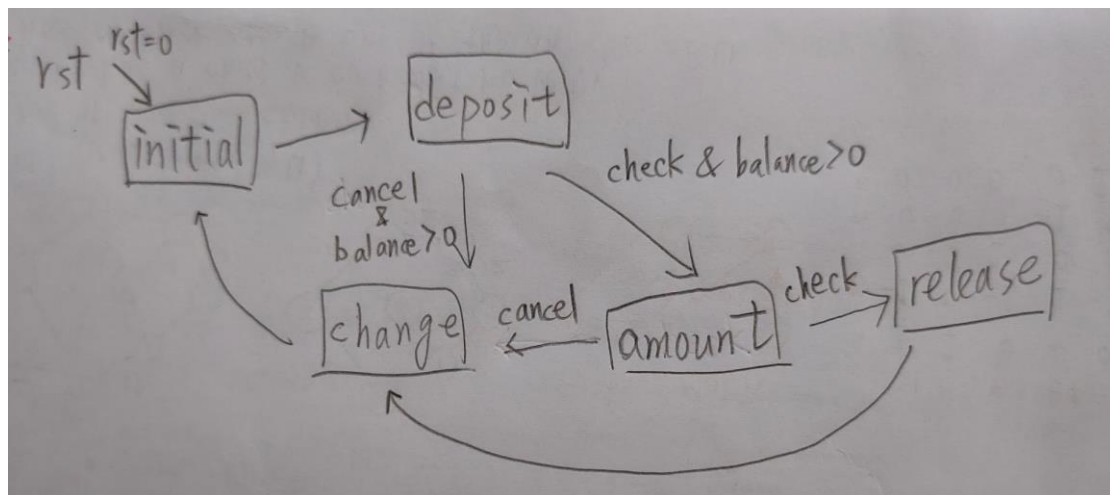
294      //CHANGE = 4
295      else if(state == 3'd4)begin
296          value3 = 4'd0;
297          value4 = 4'd0;
298          if(value2 >= 4'd1)begin
299              value2 = value2 - 4'd1;
300          end
301          else if(value2 == 4'd0 && value1 == 4'd5)begin
302              value1 = 4'd0;
303          end
304          else if(value1 == 4'd0 && value2 == 4'd0)begin
305              state = 3'd0;
306          end
307          else begin
308              value2 = value2;
309          end
310      end
311      else begin
312          state = state;
313      end
314  end

```

此處是 state = 4，change 部分。先確認口罩數量有歸零，開始用三個特判對錢做減法。

- A、若錢的十位數 > 1，十位數 - 1。
- B、若錢 == 5，錢 = 0。
- C、若錢 == 0，state 切換到 0 (initial)。

Diagram :



2. 學到的東西與遇到的困難

- A、 這次我 debug 花很久時間，最後才了解是因為所有 if 都要配一個 else，否則當錯過 if 也錯過 else if，顯示器就會顯示一些奇怪的圖形。
- B、第一次寫切換 state 的題目，所以一開始 button 寫的方向有點錯誤，以為按下去某顆 button 後，那顆 button 就會一直 = 1，一直待在某個 state，直到按下另個 button 後，才會跳出那個 state。
- C、學到用 clk_16 來計時 5 秒需要數 8192 次。

3. 想對老師或助教說的話

Q：一條內褲可以穿 20 年，猜一個地名。(三個字，日本某縣)

A：神奈川（神耐穿）