

## HW7-1

Moore machine 與 Mealy machine 的差異：

以此題為例，Moore machine 的 output，rd & ds 都是在只看 state 決定，因此執行是在該 state 之下；Mealy machine 的 output 則依 state & input 決定，因此執行是在 input 輸入時，如果符合條件就直接賦予值。

所以若要使兩者表現出的答案相同，則要將 Mealy machine 的 output 變化延後一個 cycle。

→rd = rd\_next ; ds = ds\_next

問題 1: Testbench 的 pattern 是否足夠？

已經做到在 state = DLY 時，ws=0 or 1 的差別判斷，應該足夠。

問題 2: error 和 error\_count 的用意？

error 代表執行過程中，Moore 與 Mealy 的結果有沒有不同，若有，error = 1。

error\_count 用來記錄執行過程中，出錯(即結果不同的情形)出現多少次。

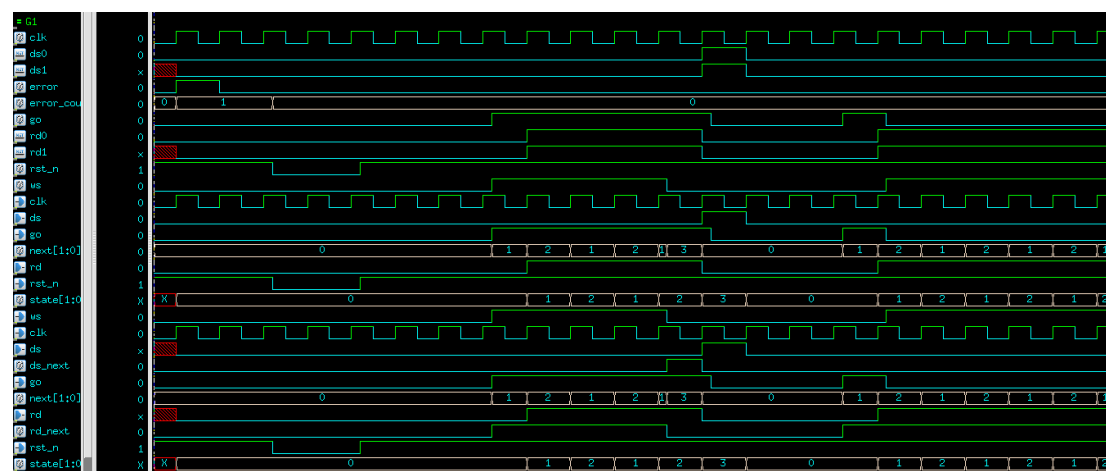
Simulation:

```
FSDB Dumper for IUS, Release Verdi3_J-2014.12-SP3, Linux, 07/05/2015
(C) 1996 - 2015 by Synopsys, Inc.
*Verdi3* FSDB WARNING: The FSDB file already exists. Overwriting the FSDB file may crash the programs that are using this file.
*Verdi3* : Create FSDB file 'hw7_1.fsdb'
*Verdi3* : Begin traversing the scopes, layer (0).
*Verdi3* : End of traversing.

<<<< Passed! >>>>
The output signals of the two FSMs are matched cycle by cycle!

Simulation complete via $finish(1) at time 217 NS + 0
./hw7_1_test.v:91    $finish;
ncsim> exit
```

波形圖：



## HW7-2

GCD 運行規則：

當讀到  $START = 1$ ，開始執行運算。

藉由  $ERROR = error\_next$ ，延後  $ERROR$  一個 cycle 更新。

若  $found = 1$ ，在下一個 cycle 中  $DONE = 1$ ，此 pattern 結束。

一旦  $ERROR = 1$ ，下一個 cycle 中  $DONE$  也  $= 1$ ，此 pattern 亦結束。

每一個 cycle 執行  $state = state\_next$ ,  $ERROR = error\_next$ ,  $reg\_a/b = next\_a/b$ ,  $Y = data\_a$ ，由 DFF 來控制。

計算過程利用“輾轉相減法”，每一個 cycle 執行一次運算。

關於 Y 的問題：

根據 `gcd_golden.fsd`，範例的寫法是每一個 cycle 中均將  $Y = data\_a$ ，最後得到  $GCD(A,B)$ 。但依據筆記的 Timing Diagram，Y 的值應該要只有在  $found = 1$ ，即得到最後的最大公因數，才將  $Y = data\_a$  (即  $GCD(A,B)$ )。

為尊重範例，採用第一種寫法。

過程遇到問題：

一開始以為 DFF 的 trigger 條件可以用 CLK 或 RST\_N 以外的值，因此被筆記上的 found 騙到，讓程式無法正確執行。另外在同一個 always block 內前後更變過同個變數，造成迴圈無法順利停止。以上兩問題都在修正後解決。

Pattern 的增加：

補齊  $A!=0 \ \& \ B=0$  (10,0)，以及  $A<B$  的情形 (14,21)，用來測試一開始若  $A<B$  會不會出錯。

Simulation(修改後的 Testbench):

```
92 CLK=1 RST_N=1 START=1 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 0 ERROR=0
95 CLK=0 RST_N=1 START=1 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 0 ERROR=0
100 CLK=1 RST_N=1 START=1 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 0 ERROR=0
102 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 0 ERROR=0
105 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 0 ERROR=0
110 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 21 ERROR=0
115 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 21 ERROR=0
120 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 15 ERROR=0
125 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 15 ERROR=0
130 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 9 ERROR=0
135 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 9 ERROR=0
140 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 6 ERROR=0
145 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 6 ERROR=0
150 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=1 Y= 3 ERROR=0
155 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=1 Y= 3 ERROR=0
160 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 21 B= 6 | DONE=0 Y= 3 ERROR=0
162 CLK=1 RST_N=1 START=1 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 3 ERROR=0
165 CLK=0 RST_N=1 START=1 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 3 ERROR=0
170 CLK=1 RST_N=1 START=1 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 3 ERROR=0
172 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 3 ERROR=0
175 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 3 ERROR=0
180 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 75 ERROR=0
185 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 75 ERROR=0
190 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 60 ERROR=0
195 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 60 ERROR=0
200 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 45 ERROR=0
205 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 45 ERROR=0
210 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 30 ERROR=0
215 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 30 ERROR=0
220 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=1 Y= 15 ERROR=0
225 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=1 Y= 15 ERROR=0
230 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 75 B= 60 | DONE=0 Y= 15 ERROR=0
232 CLK=1 RST_N=1 START=1 A= 0 B= 75 | DONE=0 Y= 15 ERROR=0
235 CLK=0 RST_N=1 START=1 A= 0 B= 75 | DONE=0 Y= 15 ERROR=0
240 CLK=1 RST_N=1 START=1 A= 0 B= 75 | DONE=0 Y= 15 ERROR=1
242 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 0 B= 75 | DONE=0 Y= 15 ERROR=1
245 CLK=0 RST_N=1 START=0 A= 0 B= 75 | DONE=0 Y= 15 ERROR=1
250 CLK=1 RST_N=1 START=0 A= 0 B= 75 | DONE=1 Y= 75 ERROR=1
```

波形圖：

