实验八 状态机及键盘输入

实验报告

181860085 汤昊

数字电路与数字系统二班

邮箱：1174639585@qq.com

2019.10.16

一．实验目的

学习状态机的工作原理，了解状态机的编码方式，并利用 PS/2 键盘输入实现简单状态机的设计。

二．实验原理

状态机由状态寄存器和组合逻辑电路构成，能够根据控制信号按照预先设定的状态进行状态转移，是协调相关信号动作、完成特定操作的控制中心。有限状态机主要分为 2 大类：

第一类，若输出只和状态有关而与输入无关，则称为 Moore 状态机。

第二类，输出不仅和状态有关而且和输入有关系，则称为 Mealy 状态机。

状态机的设计可以有两种方法，一种是对状态进行逻辑抽象和化简，再进行状态分配和编码，推导出输出方程和状态转移方程，优势还需要进行自启动检查。另一种简化的方法是先进行逻辑抽象和状态设定，之后分析各个状态的可能输入以及各个输入下的输出和下一状态。对于本实验 ps2 键盘实验将采用此种方法进行复杂的状态机设计。

三．实验环境及器材

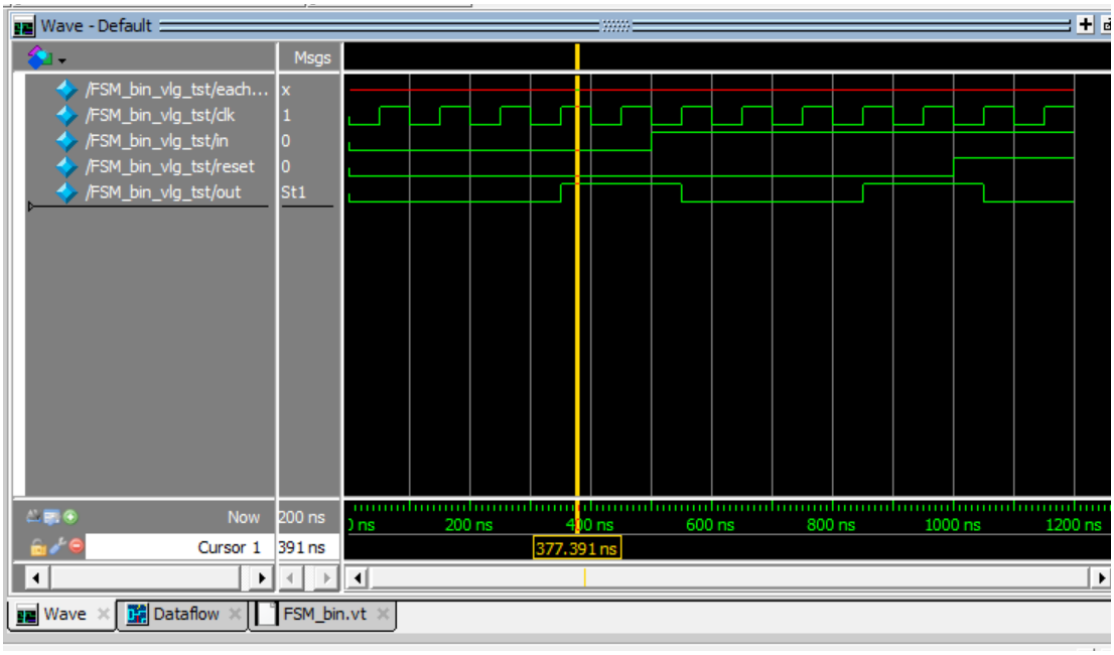
开发软件：quartus prime 17.1

开发器材：DE-standard 开发板

ps2 键盘

四．简单状态机

Moore 型状态机仿真模拟结果



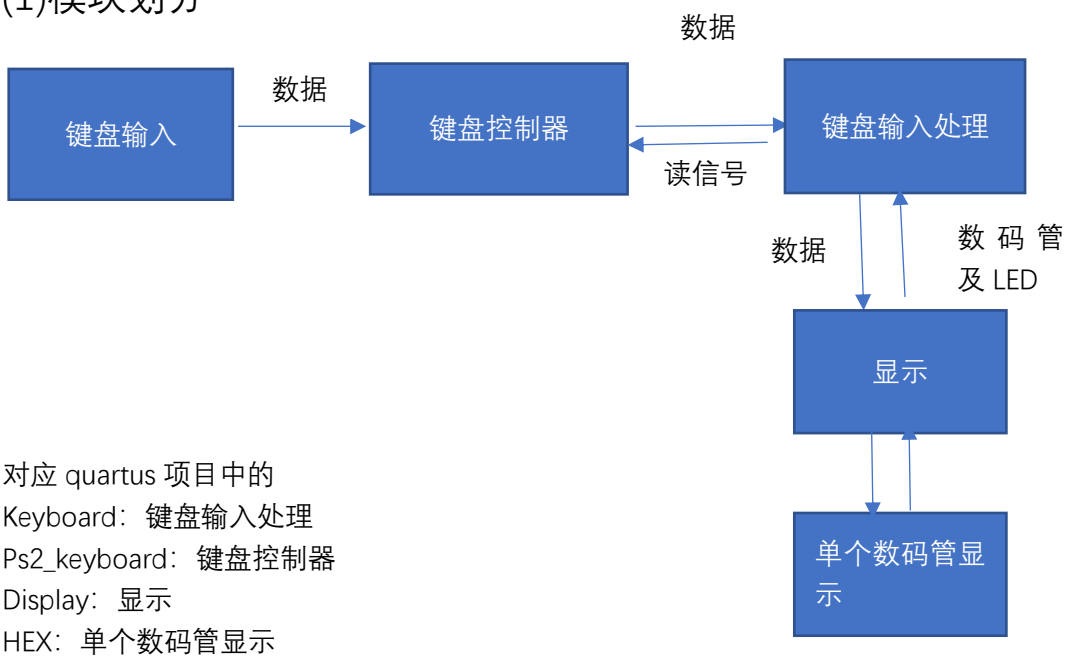
可以看到在 in=0 保持了四个上升沿后，out=1，同样 in=1 保持了四个上升沿后 out=1，且输出在 in 改变之前一直保持。另外 out 并不是立即响应 in 的变化，而是等到下一个上升沿状态变化才改变，这体现了 Moore 型状态机的特点。

问题：米里型状态 的设计与此有何不同?

答：米里型的设计输出不仅与状态有关，还和当前输入有关，因此在决定输出时还要考虑当前的输入。

五 ．ps2 接口控制器及键盘输入

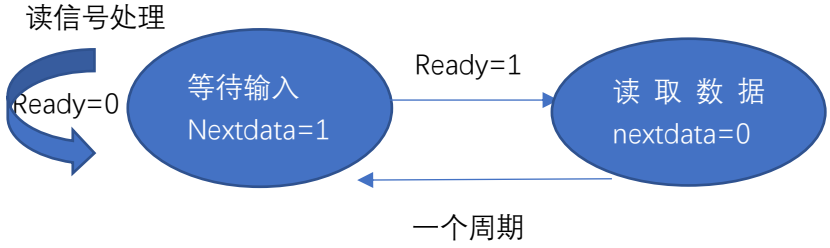
(1)模块划分



对应 quartus 项目中的
Keyboard：键盘输入处理
Ps2_keyboard：键盘控制器
Display：显示
HEX：单个数码管显示

(2)状态分析及功能设计

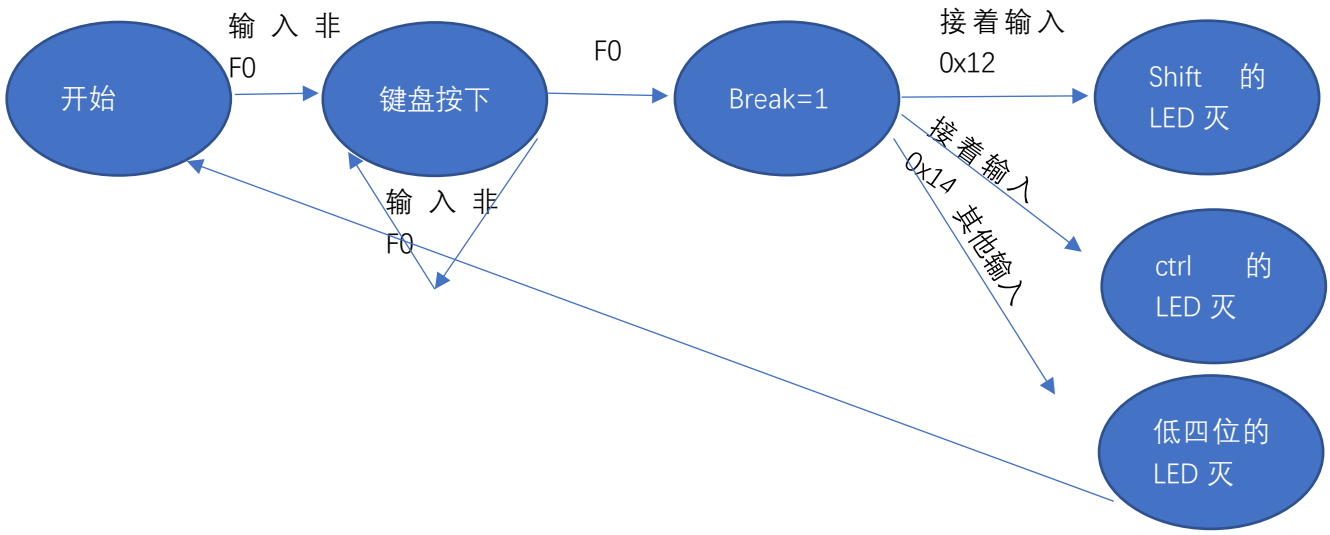
- 读信号处理



读完 nextdata=0 置零一个周期:

键盘处理模块设置寄存器 data1，在 ready 有效时接收键盘控制器的数据 data0，同时将 nextdata_n 置 0，每次上升沿都判断 nextdata_n 是否为 0，是则置为 1，由于采用非阻塞式赋值，读完数据 nextdata_n 置 0 的结果要在下一个周期才能体现，故实现了读完数据将 nextdata_n 置 0 一个周期的要求

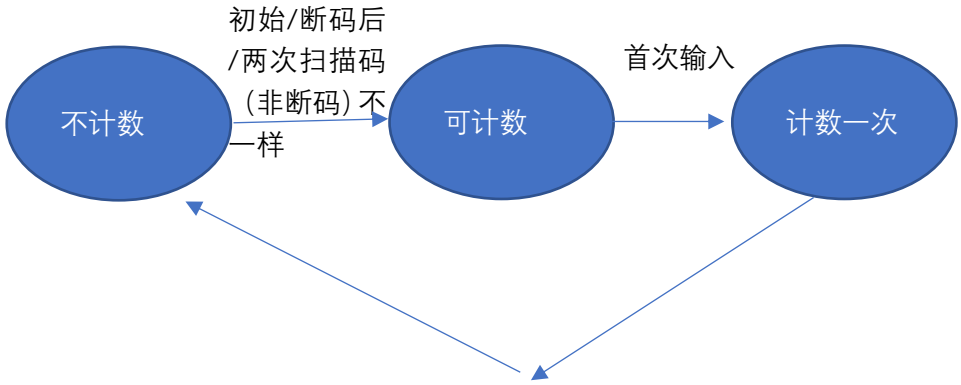
- 按键按下和释放



对断码的处理:

接受到 F0 时，设置标志位 break=1，这样下一次就不是正常读取，而是根据扫描码决定显示的变化，如果是 shift，ctrl 则对应 LED 灭；而对 caps（不是松开就灭，而是松开代表一次切换结束）要设置可以改变的标志，以便下次按下 caps 可以改变信号，其余把给显示模块的使能信号 en 置 0，低四位数码管全灭。

- 按键按下次数计数

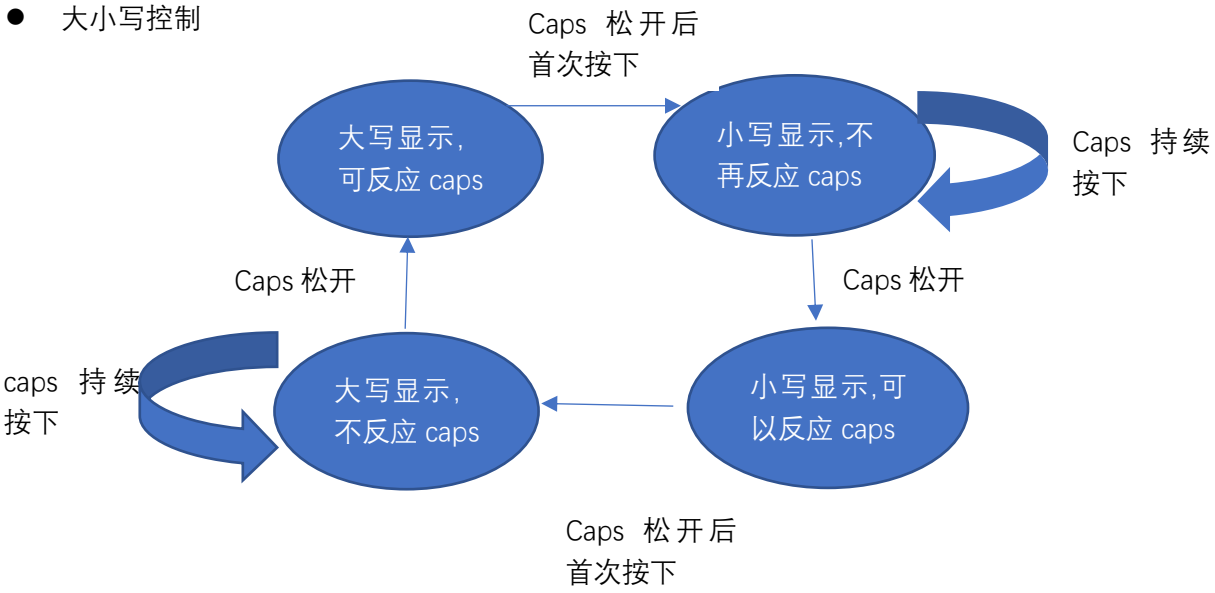


持续按下只计数一次:

设置标志位 countable，在第一次读取时计数，countable 置 0，接收到断码后 countable 置 1。但这样 shift，ctrl 键就不能和字母数字键同时按下，因此将每次的扫描码还送到一个 temp 寄存器保存，和送来的扫描码比较，这样上一次的扫描码和这一次的扫描码不一样时也可计数一次，当字母和功能键一起按下时，必然会出现一次不一样的情况。

这里不需要考虑断码，断码会进入 break=1 的状态，其扫描码不会被记录，不会计数，只会影响显示。

- 大小写控制



实际的大小写切换是按下即切换状态，一直按下保持不变，松开后再按一下切换状态。因此使用标志位 change_caps，为 1 代表状态可切换，为 0 代表状态不可切换，在第一次读取时就将其置 0，在接收到断码后再将其置 1。

- 显示模块的设计

（1）扫描码显示：

送来的扫描码已经被顶层模块过滤掉了断码，因此直接给数码管显示。

（2）ASCII 码显示：

用 case 语句将扫描码转换为 ASCII 码

（3）编码显示设置：

对于扫描码和 ASCII 码都采用十六进制显示，而按键次数采用十进制显示，因此在显示模块中给数码管传入一个进制信号，决定按什么进制显示

16 进制的数码管显示如下（9 之前与十进制相同，省略）：

4'b1010:HEX0=7'b0001000;

4'b1011:HEX0=7'b0001100;

4'b1100:HEX0=7'b1000110;

4'b1101:HEX0=7'b0100001;

4'b1110:HEX0=7'b0000110;

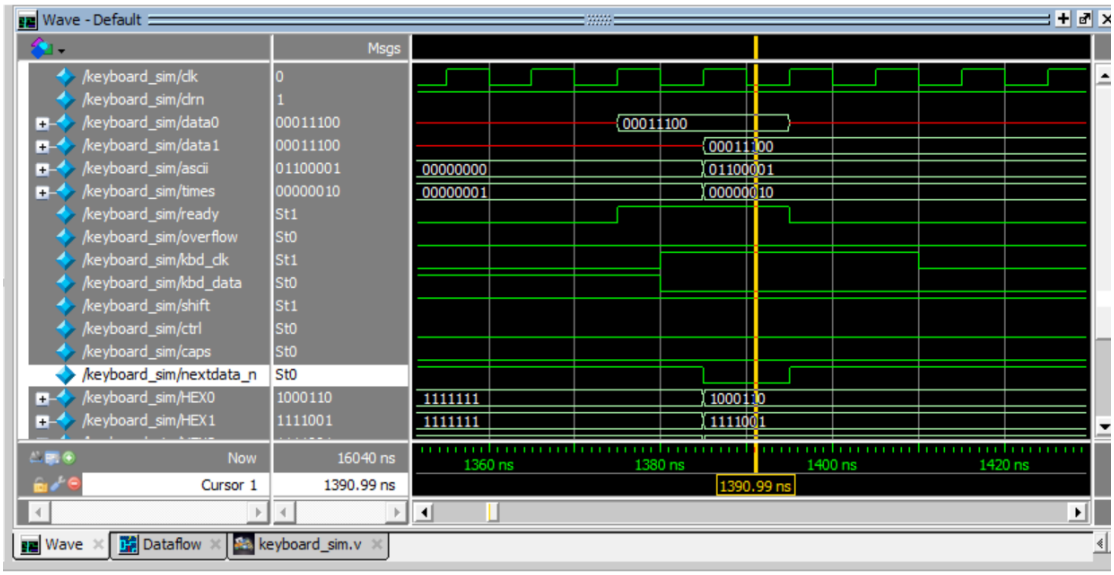
4'b1111:HEX0=7'b0001110;

（4）使能端设置：

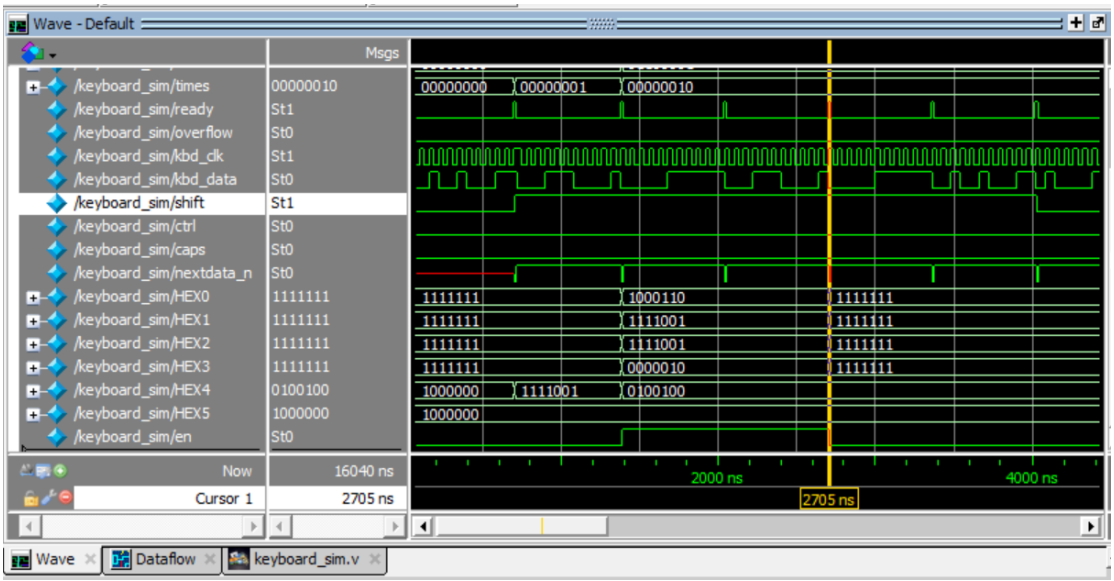
每个 HEX 模块都有使能端，在输入断码时，处理模块发送显示使能无效的信号，通过显示模块给 HEX 模块。

（3）仿真模拟

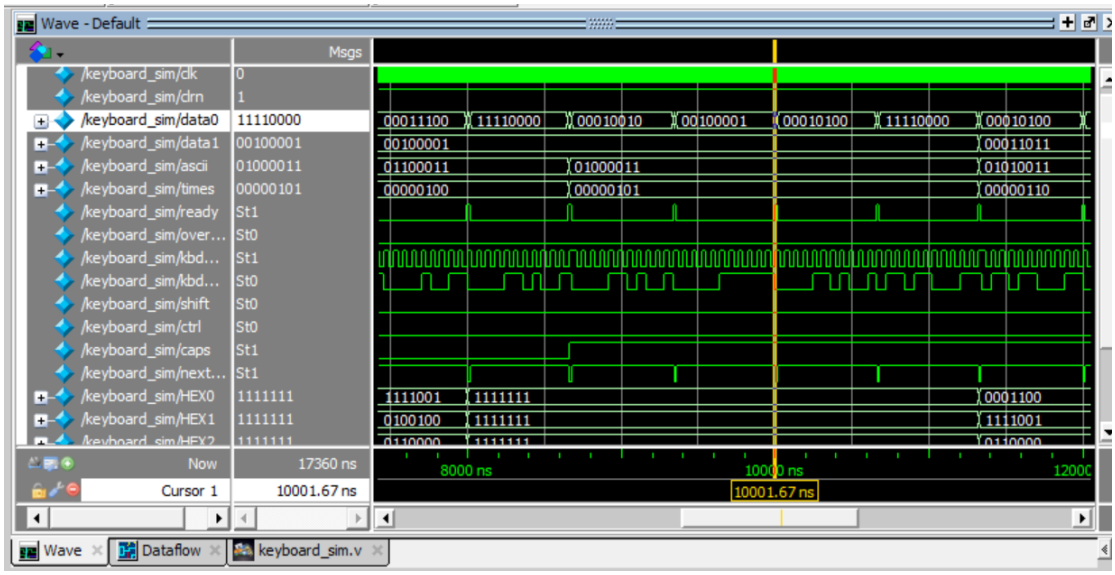
- Nextdata_n 置为 0 一个周期

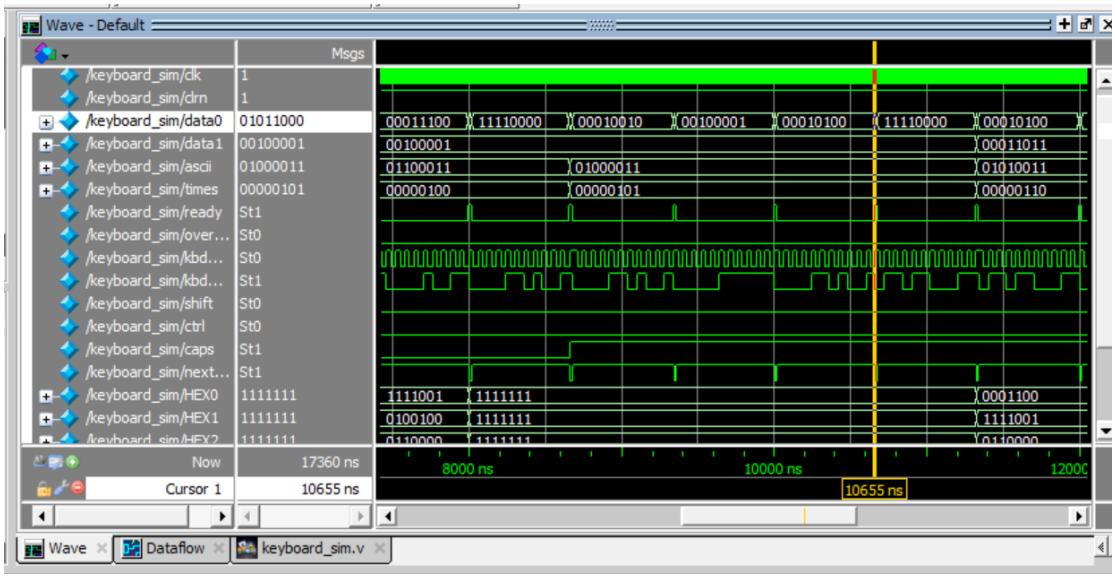


- Shift 和 A 同时按下，HEX4，HEX5 表示按键次数，可以看到显示分别在 shift 被按下和 A 被按下时变化，此时 shift 标志有效，HEX0，HEX1 显示的是 A 的扫描码 0x1C，HEX2,HEX3 显示的是 A 的 ASCII 码 0x61。
  A 松开后，低四个数码管都为全 1，即全灭，最后 shift 也松开。

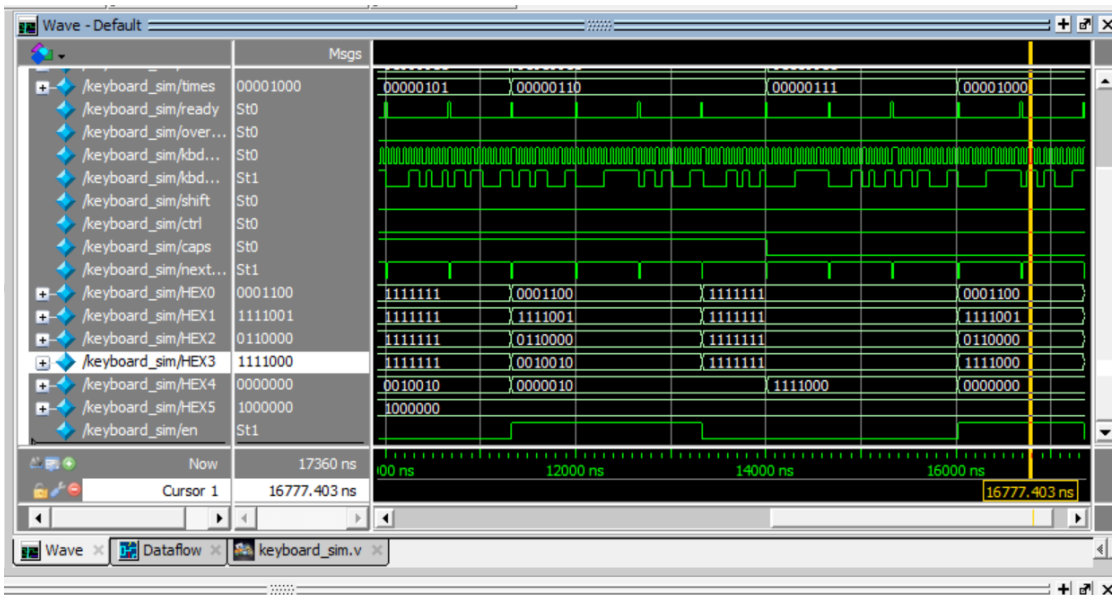


- 下面两张仿真图显示在接到 caps 断码时的反应(第一张 data0:0XF0, 第二张 data0:0x58)而 caps 保持不变





- 按下两次 S，当 caps 有效时，HEX3，HEX2 代表的 ASCII 码为 0x53（HEX3=7'b0010010）第二张 caps 无效，HEX3，HEX2 代表的 ASCII 码为 0x73(HEX3=7'b111100)，实现了大小写的切换。
  两次按下 S 都是按住不放，可以看到计数器只在第一次按下时计数（HEX4 的值变化）

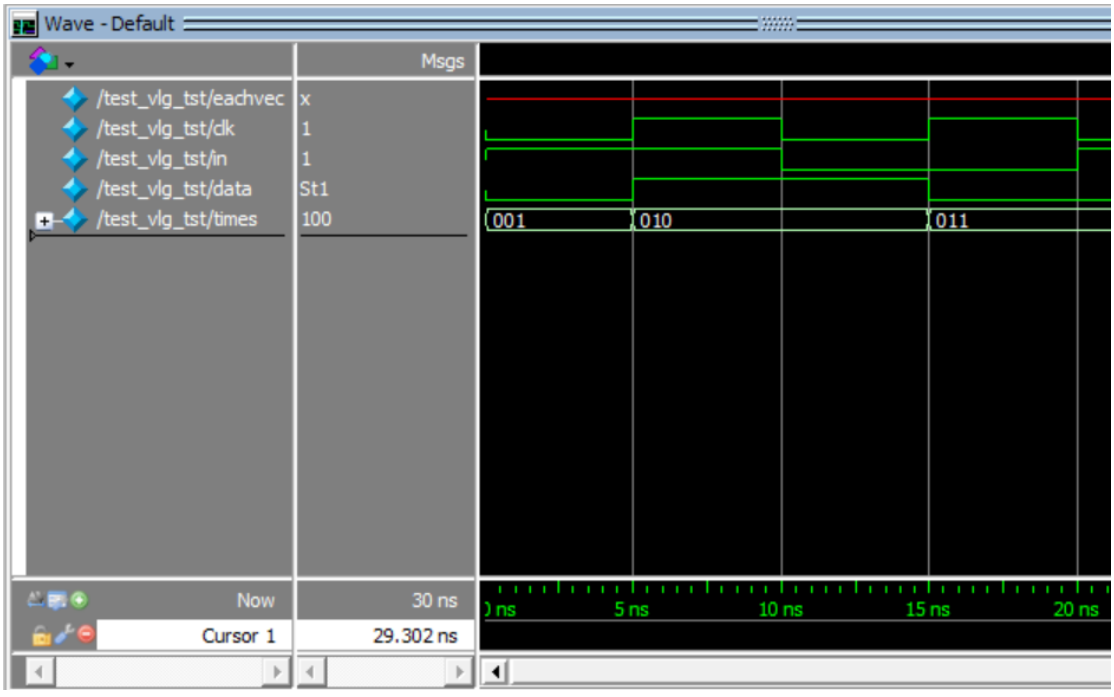


六．实验反思与收获

- 开始划分模块时，计数功能也由显示模块完成，在数据变化时计数，但这样在模拟时发现在开始时就计了一次数，猜测可能是变量初始化也被算作一次数据变化，因此编写了简短的程序测试

  测试方法为：data 在时钟上升沿接受输入 in，每次 data 变化，times 计数（设定为三位）

  可以看到在模拟开始 times 就变为 001，此时 clk 还未变化，in 还没有改变 data 的值，故只可能是赋初值导致了 times 的变化。



因此后来将计数部分放在键盘数据处理模块，这样模块划分也更加清晰

- 建立了较为完整的数码管显示模块，支持使能端，十六进制和十进制，可以为之后实验复用。
- 自己在.v 文件编写的测试模块只要添加好模块名和文件也可像 testbench 一样测试。
- 了解了在顶层模块和底层模块使用 FIFO 队列缓存数据的设计方法。