Hardware System Design

Term project V0 submission

이다운 2016-13919

0. Overview

lab06 에서 V x V 연산을 위한 pe_controller를 구현하였다. 이를 수정 및 보안해서 M x V 연산이 가능하게 만드는 것이 이번 Term project V0 submission의 목표이다.

1. Code

```
module pe_control#(
    parameter MSIZE = 4,
    parameter VSIZE =4
)
(
input start,
input areset,
input clk,
input [31:0] rddata,
output reg [MSIZE+VSIZE:0] raddr,
output reg done,
output  [31:0] wrdata0,
output  [31:0] wrdata1,
output  [31:0] wrdata2,
output  [31:0] wrdata3,
output  [31:0] wrdata4,
output  [31:0] wrdata5,
output  [31:0] wrdata6,
output  [31:0] wrdata7,
output  [31:0] wrdata8,
output  [31:0] wrdata9,
output  [31:0] wrdata10,
output  [31:0] wrdata11,
output  [31:0] wrdata12,
output  [31:0] wrdata13,
```

위 사진은 모듈의 parameter와 port 코드 사진이다. parameter 에서 MSIZE, VSIZE는 각각 Matrix의 크기를 의미하는데 Matrix의 row가 2^{MSIZE}, column이 2^{VSIZE} 라는 의미이다. PORT는 lab06 과 비교하면 output만 다른데 M x V의 output으로 1 x 2^{VSIZE} Matrix를 출력해야 한다. 그래서 1 x 2^{VSIZE} Matrix 의 원소 값을 동시에 출력하게 여러 output port를 두었다. 이 report에서는 MSIZE, VSIZE 둘 다 4로 가정하고 할 것 이므로 16개의 wrdata output을 만들었다.

```
LOAD: begin
    if(counterdata <= 2**(MSIZE+VSIZE) -1)begin
        globalram[counterdata] <= rddata;
        raddr <= counterdata;
    end
    if(counterdata >  2**(MSIZE+VSIZE) -1)begin
        we <= 1;
        raddr <= counterdata- 2**(MSIZE+VSIZE);
        local_addr<= counterdata- 2**(MSIZE+VSIZE);
        din <= rddata;
    end
end
```

기본적인 뼈대는 lab06과 같다. LOAD단계에서 M의 원소 $2^{MSIZE+VSIZE}$ 개 받고 V의 원소 2^{VSIZE}개를 받아 MY_PE의 local 버퍼에 저장해준다.

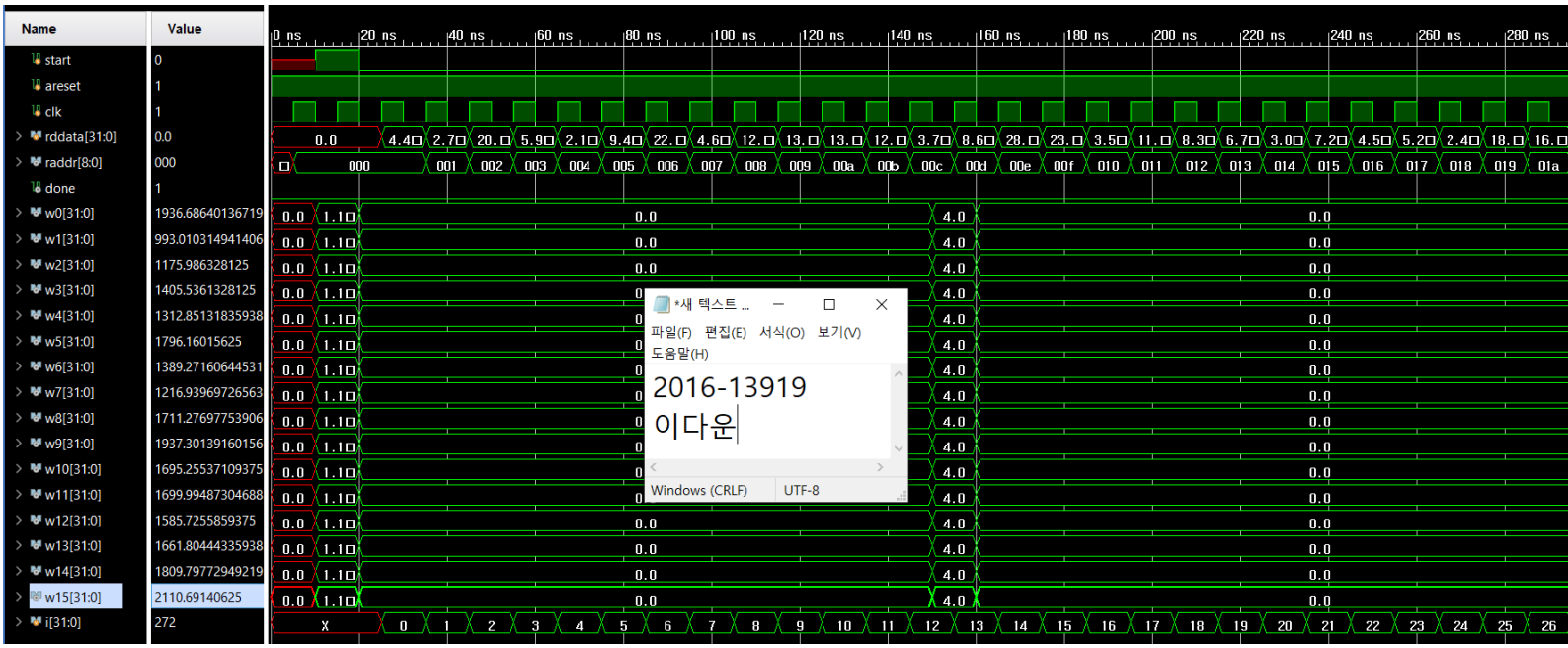
```
generate for(i=0; i<2**MSIZE; i=i+1) begin : pe
wire [31:0]douti;
my_pe # (.L_RAM_SIZE(VSIZE))
pe(
    .aclk(~clk),
    .aresetn(pe_areset),
    .ain(ain[i]),
    .din(din),
    .addr(local_addr),
    .we(we),
    .valid(valid),
    .dvalid(dvalid),
    .dout(douti)
);
end
endgenerate
```

그리고 행렬 곱셈의 각 행들의 연산을 동시에 할 수 있도록 generate for문으로 2^{MSIZE}개의 MY_PE모듈을 만들어줬다. 각 MY_PE[I]의 output port인 douti는 전체 모듈 output port와 연결될 것이다.

3. Testbench & Simulation

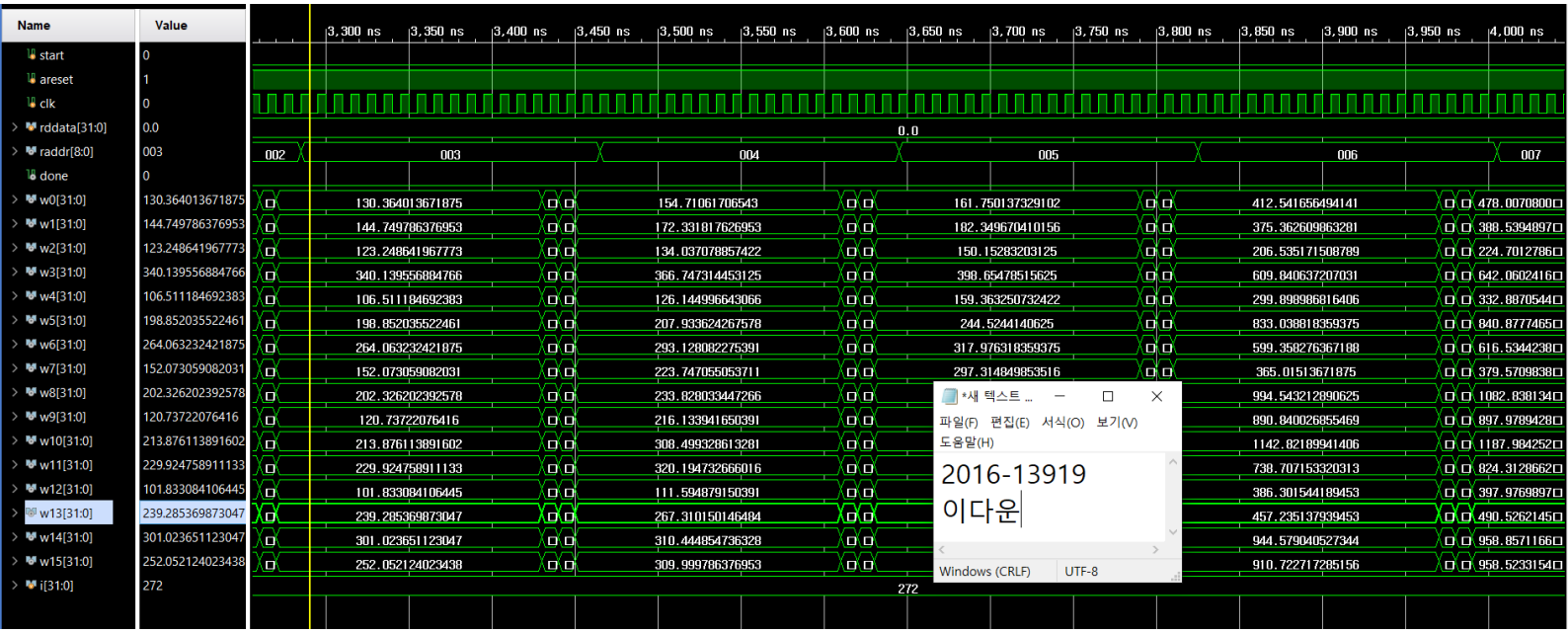
```
start =1;
#10 start= 0;
#5;


for(i=0; i<272; i=i+1)begin
     rddata = $urandom%(2**31);
     rddata = {7'b0100000, rddata[24:0]};
     #10;

end
rddata = 0;

#3000;
areset =0;
```

Simulation은 MV연산 크기를 (16x16) X 16 연산으로 진행할 것이다.
testbench는 start신호를 준 다음에 input으로 M,V의 원소 총 272개를 매 클럭마다 차례대로 입력해주었다. 이때 $urandom 함수에서 너무 큰 수가 나오면 overflow가 나올 수 있으니 부동소수점의 exp부분을 조정해 주었다.

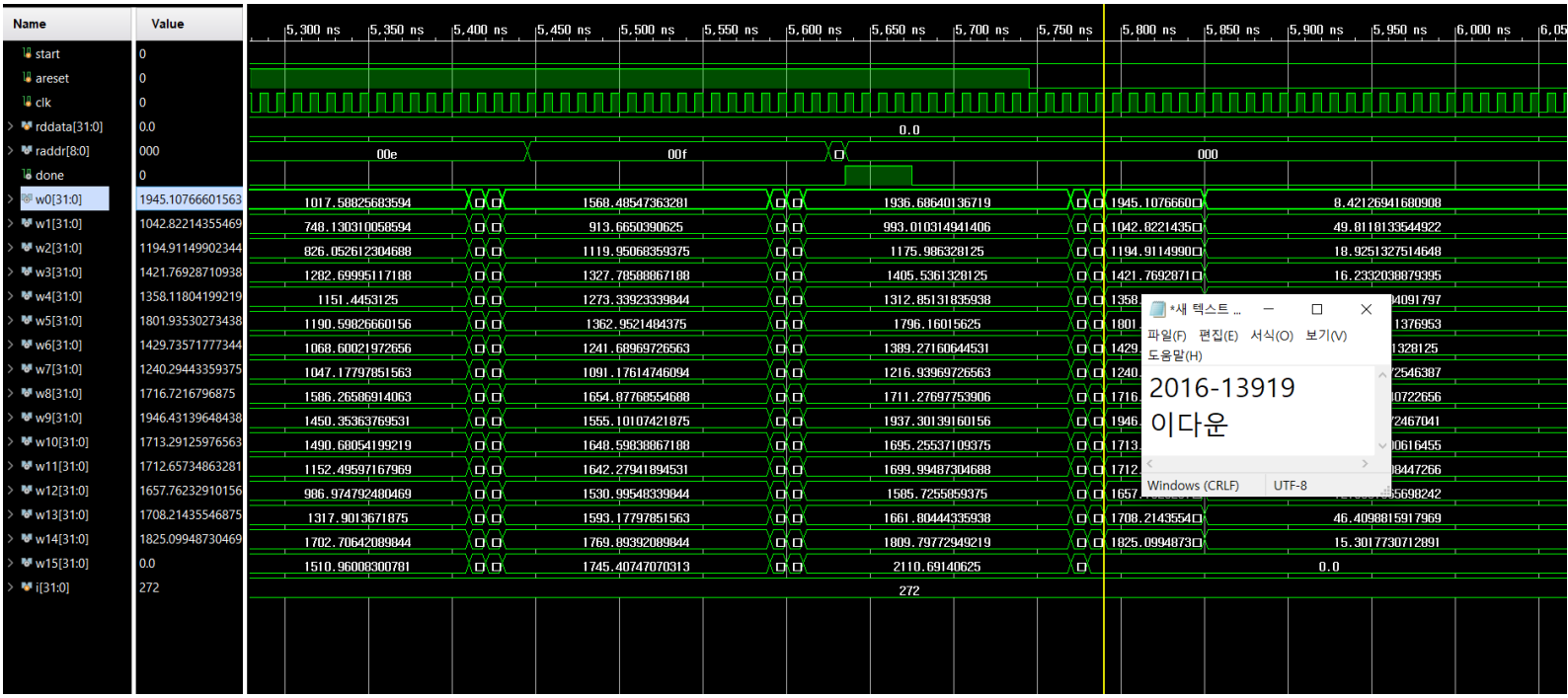


(확대하면 보입니다.)

simulation의 초기 부분이다. start신호가 1이 되고 rddata 포트로 Matrix의 원소가 될 값들이 입력되고 있는 것을 확인할 수 있다.



CALC state 중간의 스크린샷으로 raddr의 값에 해당하는 위치까지의 결과를 확인할 수 있다.



마지막으로 CALC state가 끝나고 DONE state로 들어가는 것을 확인할 수 있다. 모든 연산이 끝난 뒤 DONE 시그널이 1이 된다. done이 1일때의 output값이 MxV의 연산 결과 값이다.

4. Discussion

MxV 원소를 읽어올 때 readmemh 함수를 사용하면 훨씬 빠르게 LOAD단계가 끝날 것이다. 이를 사용하여 수행시간을 줄일 수 있을 것 이다.

Submission에서는 MxV의 연산만 보이면 돼서 최적화에 대해서는 고려하지 않았다.

output을 각 포트마다 출력해야 하는지 writememh함수를 사용 해야 하는지 아직 확실하게 모르겠어서 일단 port로 출력하는 방식을 택했다.