

Proiect FPGA

Temă: Joc de Snake

FPGA utilizat: Altera DE1

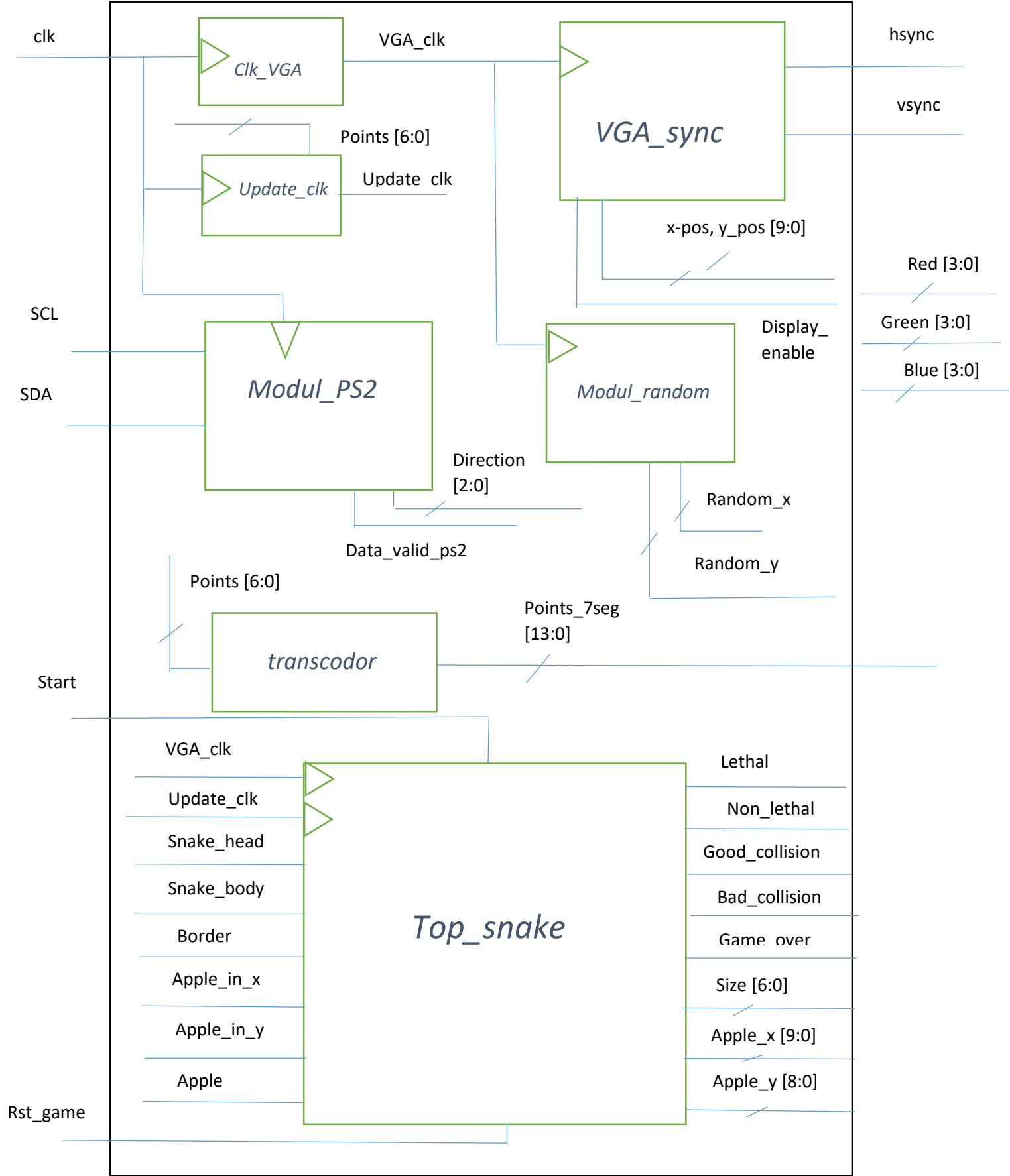
Limbaj de programare: Verilog

Student: Valentin-Ioan Antonescu

Introducere

- Jocul a fost implementat pe un monitor prin tehnologie VGA (Video Graphics Array), rezoluție de 640x480 și rata de actualizare a ecranului de 60Hz.
- Controlul jocului se face printr-o tastatură cu port PS2, butoanele 'W', 'A', 'S' și 'D' fiind utile pentru deplasare, iar 'spacebar' pentru resetarea jocului.
- Punctajul este afișat pe FPGA pe 7 segmente (2 cifre), fiind posibilă atingerea punctajului maxim de 63. La atingerea acestui punctaj, jucătorului îi este semnalată victoria prin colorarea completă a ecranului în verde.
- Direct de pe FPGA se poate restarta jocul (SW0) sau se poate restarta numărul de puncte și, în același timp, se poziționează șarpele pe mijlocul ecranului (KEY1).
- "Merele" se generează aleatoriu pe ecran, iar fiecare măr consumat de șarpe produce creșterea sa cu o unitate.
- Cu fiecare măr consumat, viteza șarpelui crește odată cu dificultatea jocului.
- Ecranul este înconjurat de un contur care produce încheierea jocului dacă șarpele ia contact cu el (încheierea jocului se manifestă prin apariția unui ecran în totalitate roșu). De asemenea, coliziunea șarpelui cu el însuși este fatală.

Schemă bloc



Pinii semnalelor de input și output

- Semnalul de ceas „clk” este legat la ceasul intern al FPGA-ului de 50 de MHz. Această frecvență este redusă la 25 de MHz prin modulul „Clk_VGA” pentru ca monitorul să funcționeze la parametri normali, conform timing-ului VGA.

General timing

Screen refresh rate	60 Hz
Vertical refresh	31.46875 kHz
Pixel freq.	25.175 MHz

Horizontal timing (line)

Polarity of horizontal sync pulse is negative.

Scanline part	Pixels	Time [μs]
Visible area	640	25.422045680238
Front porch	16	0.63555114200596
Sync pulse	96	3.8133068520357
Back porch	48	1.9066534260179
Whole line	800	31.777557100298

Vertical timing (frame)

Polarity of vertical sync pulse is negative.

Frame part	Lines	Time [ms]
Visible area	480	15.253227408143
Front porch	10	0.31777557100298
Sync pulse	2	0.063555114200596
Back porch	33	1.0486593843098
Whole frame	525	16.683217477656

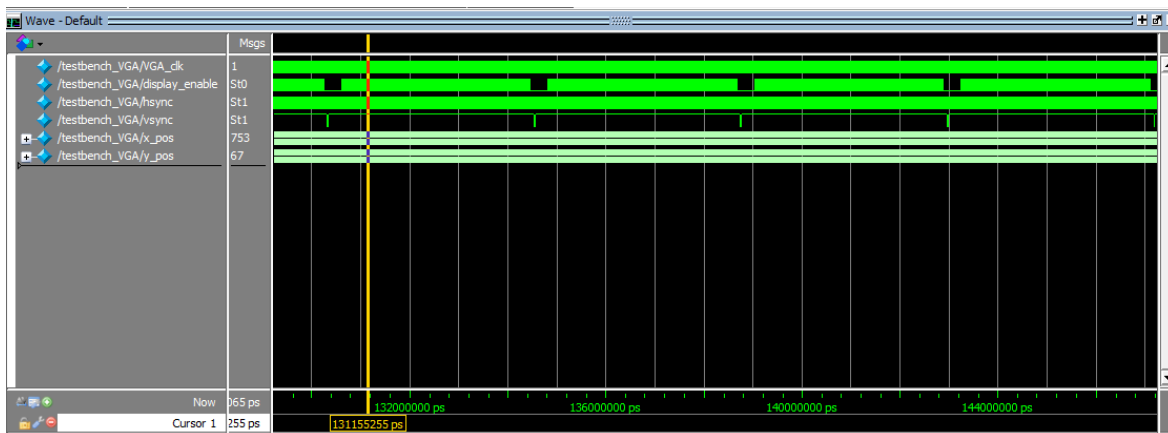
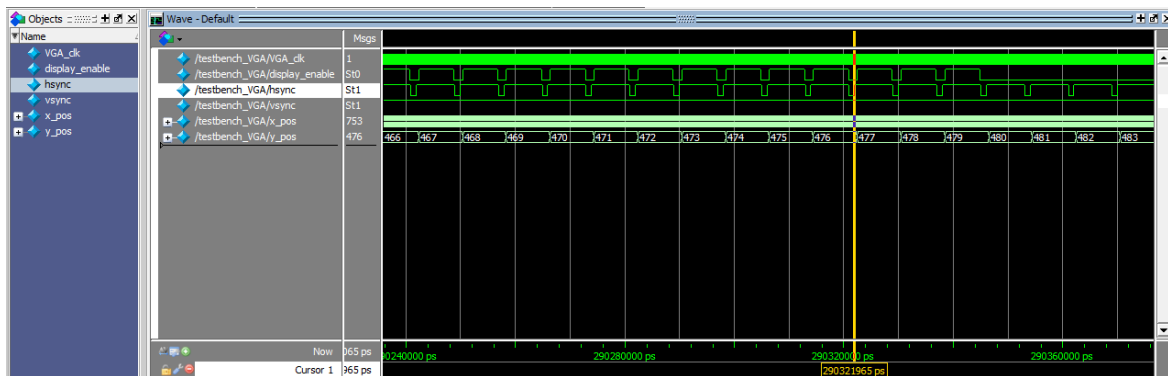
- De asemenea, semnalele de ieșire „hsync” și „vsync” sunt legate la pinii specifici interfeței VGA de pe placa DE1, precum și magistralele de 4 biți ale culorilor roșu, verde și albastru.

- Semnalul de ceas de 50 Mhz este redus și de modulul „update_clk”, care oferă modulului de top frecvența efectivă a jocului, care se mărește odată cu acumularea de puncte.
- Modulul „random” are ca scop apariția aleatoare a merelor pe ecran (bineînțeles, în ecranul vizibil și disponibil, nu în border).
- În ceea ce privește modulul PS2, și semnalele SCL și SDA au pini dedicați în pe FPGA pentru conectarea cu o tastatură cu port PS2.
- Afișajul pe 7 segmente se face prin ieșirea modulului „transcodor”, legată la 2 din cele 4 digit-uri disponibile, celelalte 2 fiind stinse.
- Butoanele de „Start” și „Rst_game” sunt, cum mai menționat mai sus, legate chiar pe FPGA, la Switch 0, respectiv Key 1.

Modulul de VGA

Scopul modulului este de a genera poziții (orizontală, dar și verticală) a pixelilor pe ecran și de a oferi monitorului rezoluția de 640x480, cu frecvența de reîmprospătare a ecranului de 60 Hz.

Testbench-ul în Modelsim este atașat proiectului. Urmează două screenshot-uri cu formele de undă menite să demonstreze periodicitatea semnalelor de sincronizare „hsync” și „vsync”:

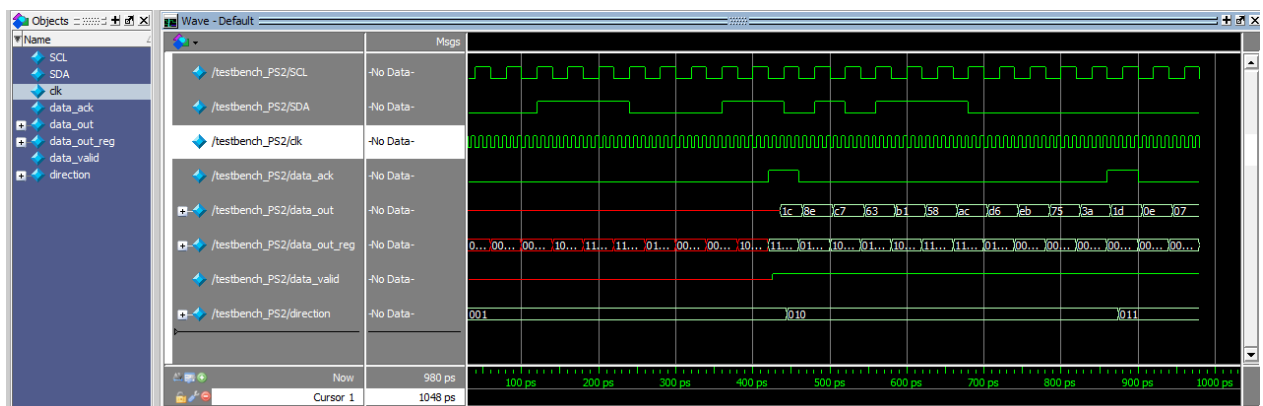


Modulul de PS2

Scopul acestui modul este de a crea conexiunea între o tastatură cu tehnologie PS2 și FPGA. Butoanele W, A, S și D sunt codate pentru a oferi direcții șarpelui. Scancode-ul specific fiecărui buton (8 biți specifici) este recunoscut și transmis jocului. Butonul Spacebar oprește șarpele dacă jucătorul are încă 0 puncte și restartează jocul dacă jucătorul a depășit 0 puncte.

Testbench-ul în Modelsim este atașat proiectului. Urmează un screenshot cu formele de undă menit să demonstreze faptul ca apăsarea butoanelor A și W provoacă direcția să se schimbe. De asemenea, iată scancode-urile utile acestei aplicații:

- W – 1D
- A – 1C
- S – 1B
- D – 23
- Spacebar – 29



Observații

Jocul meu de „snake” nu este nici pe departe complet sau perfect. Timpul de compilare în Quartus II nu este deloc avantajos, din cauza unor funcții „for” greu de sintetizat, iar estetica șarpelui în sine lasă de dorit, el fiind organizat, atât în structura jocului, cât și pe ecran, pe unități. Aceste minus-uri nu le-am putut repara.

Totuși, sunt mulțumit de lipsa de bug-uri în ceea ce privește afișarea corectă a punctelor și accelerarea constantă a șarpelui.

De asemenea, țin să menționez că, în timpul deplasării, apăsarea butonului pentru deplasarea în sens opus celui actual nu va încheia jocul, ci deplasarea se va continua. Acest bug inițial a fost reparat cu ajutorul unui registru de shiftare și a unui registru în care se reține direcția anterioară, în modulul de PS2.