

HDL 記述による設計法をマスターする

実験で学ぶ ロジック回路設計

木村 真也

Shinya Kimura

第11回 コントローラでラケットを操作する

今回はゲームの要素である壁とラケット(写真11-1)の表示部分(図11-1)を解説します。

ラケットは、コントローラに従って動くので、コントローラ部分についても解説します。

回路規模を小さくするために 画面表示を荒くする

● VGAの全ドットを扱うのは大変

ゲームを表示するVGAの描画エリアは、水平方向に640ドット、垂直方向は480ドットです。

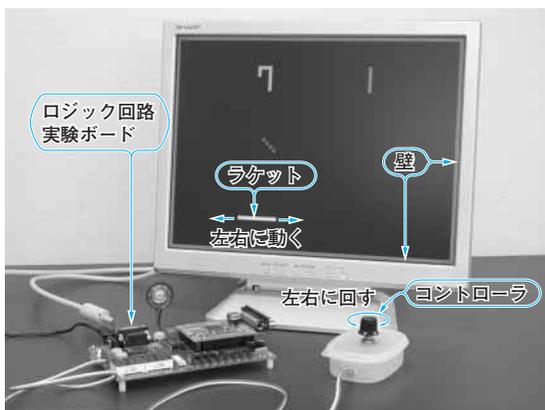


写真11-1 壁とラケットとコントローラ

単純に計算するとゲーム回路で制御すべきドットの総数は307200ドットとなり、これをすべて扱う回路は相当規模が大きくなりそうです。

制御対象を減らすために、1ドットを大きくします。具体的には、ゲームにおける表示要素である「壁」、「ボール」、「ラケット」を8×8ドット・サイズが基本の図形にします。図11-2に示すように、制御するゲーム・エリアを実質80×60サイズに縮小できます。こうすると、制御対象とする点を4800個に減らせます。

● 8×8のサイズを1ゲーム・ドットとする

ディスプレイのドットで8×8サイズのエリアを、このゲームでは1ドットのように扱うのです。以降、この8×8のエリアを「ゲーム・ドット」と呼びます。

ゲーム・ドットへの対応は、描画点の座標情報であるx_count信号とy_count信号の下位3ビットを無視するだけで可能です(下位3ビットは8ドットぶんの座標情報)。特別な配慮や回路は必要ありません。

図11-2に示すように壁はゲーム・エリアの上下左右の端に配置します。

ラケットは上から50行目(50ゲーム・ドット目)に配置し、幅を10ゲーム・ドットとして水平移動のみ可能とします。

輝度信号は本来アナログ信号ですが、回路規模を小

Keyword 1

VGA (Video Graphics Array)

VGAは、1987年にIBM社が自社のパソコンPS/2用に開発したモニター表示規格の名前です。

その後のパソコンは、必ずこの規格での表示モードを持っていると言っても過言ではないくらいで、パソコン用モニター・ディスプレイでは標準的な規格となっています。

表示は640ドット×480ライン、正確な規格は16色です。16色以外の場合など、正確な規格とは異なる場合でもVGAと呼ばれることがあります。

信号のタイミングにはいくつかの種類があります。本連載のテレビ・ゲーム回路は、ドット・クロックが

25.175 MHz、水平同期信号周波数が31.469 kHz、垂直同期信号周波数が59.940 Hzのタイミングに基づいて作成しています。ただし、部品の関係でドット・クロックを25 MHzにしているのが、少し異なる値になっています。

信号のレベルは、輝度信号(R, G, B)が0.7 V_{p-p}、同期信号はTTLレベルとなっています。

信号接続用コネクタはミニDサブ15ピンで、ピンが3段に配置されているものです。ミニDサブ15ピンにはピンが2段に配置されているものもあるので、部品入手時は間違えないように注意してください。

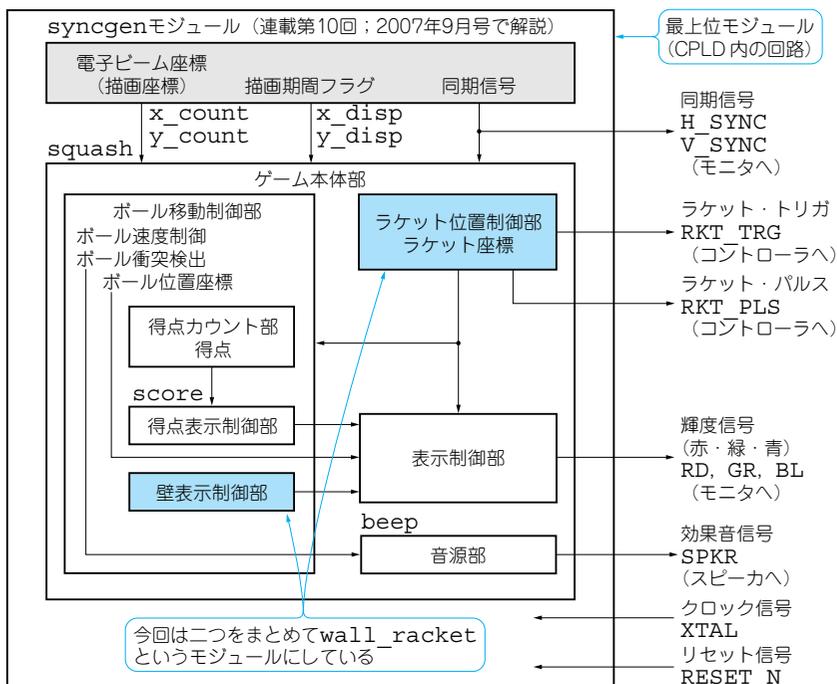
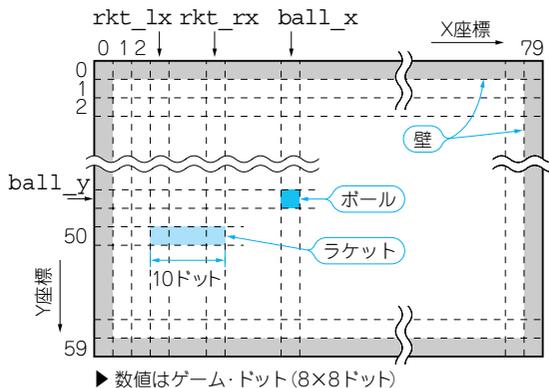


図 11-1 今回は壁とラケットの制御/表示部分を作る
syncgen モジュールは前回解説した

さくするため、ロジック回路から出力するHレベルかLレベルで扱います。赤、青、緑の3本ありますから、白や黒を含めて8色を作れます。

ラケットの位置を決める コントローラを作る

- どんな入力装置からどんな信号を得るか
- ▶ 左と右を指定するスイッチ2個では物足りない
簡単にラケットを操作する方法として考えられるのは、スイッチを2個用意して、一方を右方向移動に、他方を左方向移動に対応させ、ゲームのプレイヤーがスイッチを操作する方法です。
しかし、この方法ではラケットの移動速度をコントロールできません。



▶ 数値はゲーム・ドット(8×8ドット)
図 11-2 荒くした描画エリアで壁やラケット、ボールを表示する
ラケットのY座標は50、幅を10ゲーム・ドットと決める

Keyword 2

トリガ信号

トリガ信号とはフリップフロップやレジスタ、カウンタの動作、つまり記憶や動作のきっかけ、引き金になる信号を言います。

ロジック回路を構成する部品には、エッジ・トリガ・タイプとレベル・トリガ・タイプ(レベル・センシティブ・タイプ)があり、いずれも Verilog HDL で記述し、論理合成ツールでロジック回路化することができます。

エッジとは信号が“L”→“H”や“H”→“L”と変わるときの、変わり目のことで、エッジ・トリガとは、トリガ信号のエッジで動作するタイプです。

最近のロジック回路設計では、エッジ・トリガ・タイプを使用し、トリガ信号としてクロック信号を直結する「完全クロック同期方式」がよく用いられます。今回のゲームもそうしています。posedge XTAL という記述に注目してみてください。

開発ツールによっては、レベル・トリガの記述をするとうーニング(注意表示)を出すものもあります。

今回使った74HC123もエッジ・トリガの入力を持ちます。A入力を使ったので、トリガ信号(RKT_TRG、実際はV_syncと同じ)の立ち下がりで動作を開始します。