

ピンポン・ゲームの製作

インターネットなどで公開されている ソフト・マクロCPUの活用

阿部玲二

ここでは、インターネットなどで公開されているCPUコアとソフトウェアによって実現したビデオ・ゲームの製作事例を紹介する。ソフトウェア開発環境も無償で利用できるものを使用した。大容量のメモリを内蔵するCycloneの特徴を生かし、ソフトウェア・コードだけでなくキャラクタ・データもFPGAの内蔵メモリに搭載した。

(編集部)

FPGAにCPUコアを実装し、そのCPUをハードウェア・レベルで自由にカスタマイズすると、とてもおもしろいと考えました。しかしそのためには、CPUコアの設計だけでなく、アセンブラやデバッガといったソフトウェア開発環境も作らなければならず、たいへんな労力がかかります。こうなると、気軽に設計できる工数ではなくなります。

筆者は、インターネットなどで公開されているソフト・マクロの8ビットRISCプロセッサを使い、ビデオ・ゲームを製作しました(写真1)。パソコンからシリアル・ポート

を介して操作し、ゲーム画面はVGAディスプレイに出力されます。VGAディスプレイにゲーム画面を出力するために、ビデオ信号生成回路を設計し、CPUコアに接続しています。試作した回路を図1に示します。ソフトウェア・コードとキャラクタ・データの保持には、FPGAの内蔵メモリ・ブロックを使用しました。

今回使用したCPUコアは、米国Atmel社のATmega103相当の機能を備えています。また、Atmel社が無償で提供しているATmega103向けのソフトウェア開発環境をそのまま利用しました。

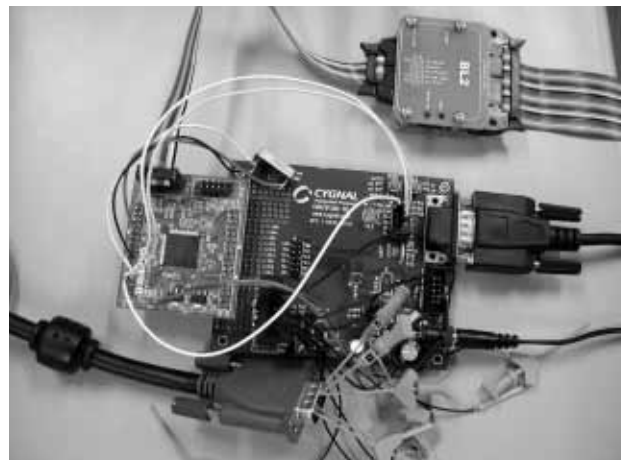
ビデオ・ゲーム回路の構成

今回製作したのは、「ピンポン・ゲーム」です。これは画面内をボールとラケットが動き回る定番のゲームです。

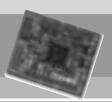


(a) ビデオ・ゲーム・システム

〔写真1〕 製作したビデオ・ゲームの外観



(b) 製作したビデオ・ゲーム回路



●ゲーム仕様の決定

製作するビデオ・ゲーム回路の仕様を表1に示します。

VGA (640×480ピクセル) 出力, 表示フレーム周波数を60Hzとすると, 必要なドット・クロックは25.17MHzになります。今回は, 手持ちの水晶発振器の関係から, ドット・クロックを12.5MHzとしました。表示フレーム周波数を60Hzにするため, 表示サイズを320×480とします。表示色数は, RGBそれぞれに1ビットずつ割り当て, 8色とします。

ゲーム操作は, シリアル・ポート経由のキー入力によって行います。1回キーを押せば, 1バイトのデータが送信されるシリアル端末を使います。通信速度は9,600bpsにします。この1バイトのデータを送信するには, 約1msかかります。ピンポン・ゲームであれば, この速度で十分な操作性が得られます。

ピンポン・ゲームの画面デザインを, 図2に示します。画面に表示するキャラクターは, ラケット, ボール, 得点の三つです。画面左にあるラケットは, 上下に移動します。ボールは壁で跳ね返ります。画面右上には4けたの得点表示を付けます。三つのキャラクターに加えて, 背景を表示します。

●回路構成の決定

回路構成を図3に示します。ピンポン・ゲームをすべてハードウェアで設計するのはたいへんなので, ビデオ信号生成部だけをハードウェアで実現し, ゲームの機能はソフトウェアで記述します。このため, CPUが必要になります。

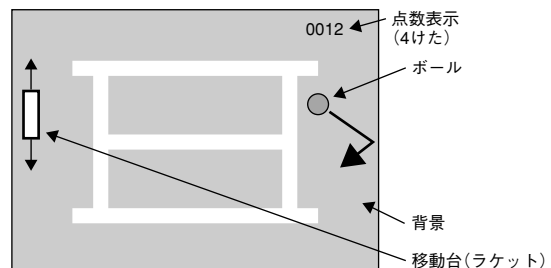
次にビデオ信号生成部を考えます。画面表示方法の一つとして, フレーム・バッファを持たせる方法があります。1画面分の表示データをFPGA内のRAMに保存するとすれば, 今回の仕様なら, 1画面分の表示に,

$$320 \times 480 \times 3 = 460k \text{ ビット}$$

が必要になります。しかし, EP1C3の内蔵メモリ容量は59,904ビットです。フレーム・バッファとして使うには不足です。そこでメモリ容量が少なくてもすむように, 今回はラケット, ボールなどのキャラクタ・データだけを内蔵メモリに格納することにします。

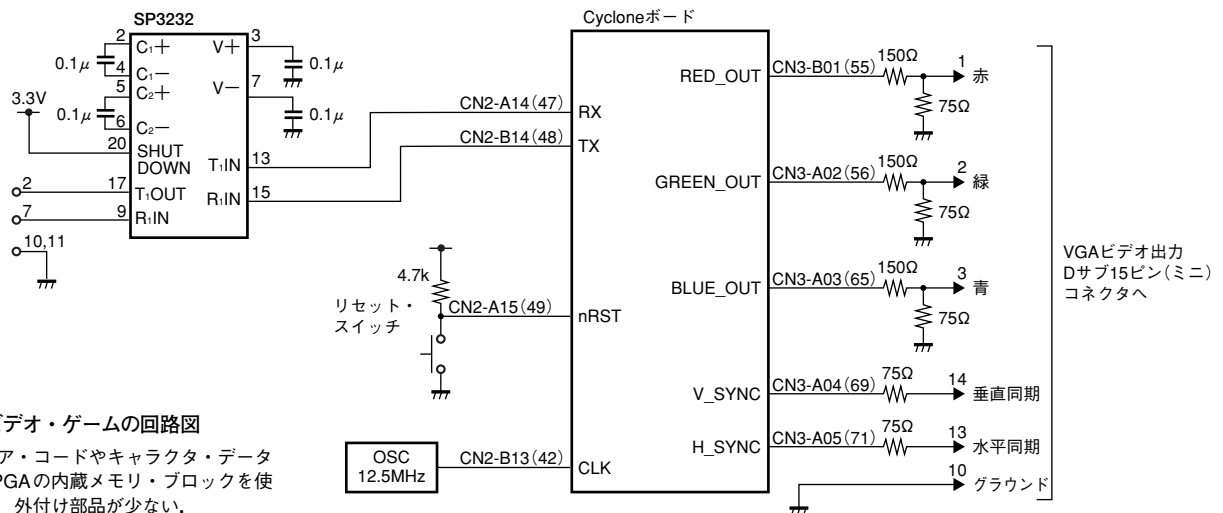
〔表1〕ピンポン・ゲームの仕様

ゲーム内容	ピンポン・ゲーム
表示フレーム周期	17ms (12.5MHz動作クロック時)
表示カラー	8色 (R, G, Bそれぞれ1ビット)
表示サイズ	320×480ピクセル
ビット速度	9,600bps
データ長	8ビット
パリティ	なし
ストップ・ビット	1ビット
フロー制御	なし



〔図2〕画面デザイン

ラケット, ボール, 得点のほか, 背景を表示する。ラケットは上下に移動する。ボールは壁で跳ね返る。



〔図1〕

製作したビデオ・ゲームの回路図

ソフトウェア・コードやキャラクタ・データの保持にFPGAの内蔵メモリ・ブロックを使用したため, 外付け部品が少ない。