

SEP-Eを使った 組み込みプログラミング事例

菅原 尚伸

第5章で解説したCPUシミュレータを使って、より組み込みシステムらしいプログラムとして、ディップ・スイッチの状態によりLEDの点灯パターンを制御するプログラムを組んでみる。CPUの内部動作やスイッチ入力、LED点灯出力時のI/Oアクセスのようすを試しながら理解してほしい。
(編集部)

第5章で解説されているCPUシミュレータを使って、もう少し組み込みシステムっぽい意味のあるプログラムを組んでみましょう。最も簡単でシンプルな組み込み制御のプログラムといえば、やはりスイッチ入力とLED点灯出力制御でしょう。

ここでは、第5章で解説されているSEP-Eシミュレータを使って、CPUの外部に接続されたディップ・スイッチとLEDを点灯制御するプログラムを作ってみます。

1. 入出力装置 ～ディップ・スイッチとLED～

●シミュレータで用意されているI/O

CPUシミュレータを起動し、メニュー・バーから「表示」→「IOウィンドウ」を選択してください(図1)。すると、図2のようなウィンドウが開きます。CPUの外部に、LEDが8個と、8ビット分のディップ・スイッチが接続されている回路のイメージが表示されます。

LEDは消灯状態で灰色に、点灯状態で赤色に点灯します。ディップ・スイッチは白いノッチが上にあるとスイ

チON状態、下にあるとスイッチOFF状態です。

またディップ・スイッチのON/OFFはマウスで操作できます。ディップ・スイッチの該当ビット位置にマウス・カーソルをもっていき左ボタンでクリックすると、図3のようにOFFだったスイッチがONに切り替わります。ONだったスイッチをクリックするとOFFになります。マウスの左ボタン操作でONとOFFをトグル動作するわけです。

●ディップ・スイッチ&LED接続回路

このIOウィンドウの表示では、74LS30や74LS540といった74シリーズの型番が示され、回路図に近い形で表示されています。これをあらためて回路図で示したのが図4です。

このCPUはI/Oアドレス空間が0～255までの8本分のアドレス・バスが出力されています。256個あるI/Oアドレス空間のうち、ディップ・スイッチやLEDがどのアドレスに接続されているかを定めるのが、アドレス・デコーダです。この回路では、CPUのアドレス・バスが8本あるので74LS30を使ってNANDをとり、8ビットすべてが“H”レベル、つまりアドレスFFhなら出力が“L”レベル

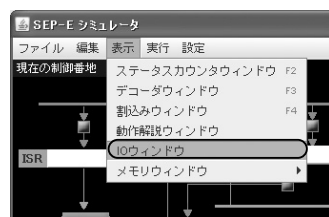


図1 IOウィンドウの表示方法

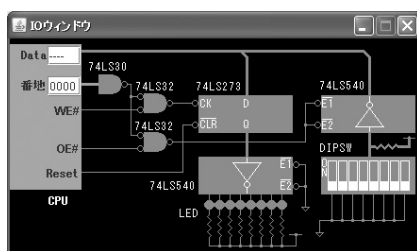


図2 IOウィンドウ

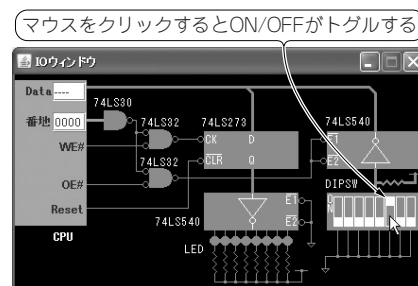


図3 ディップ・スイッチのON/OFF

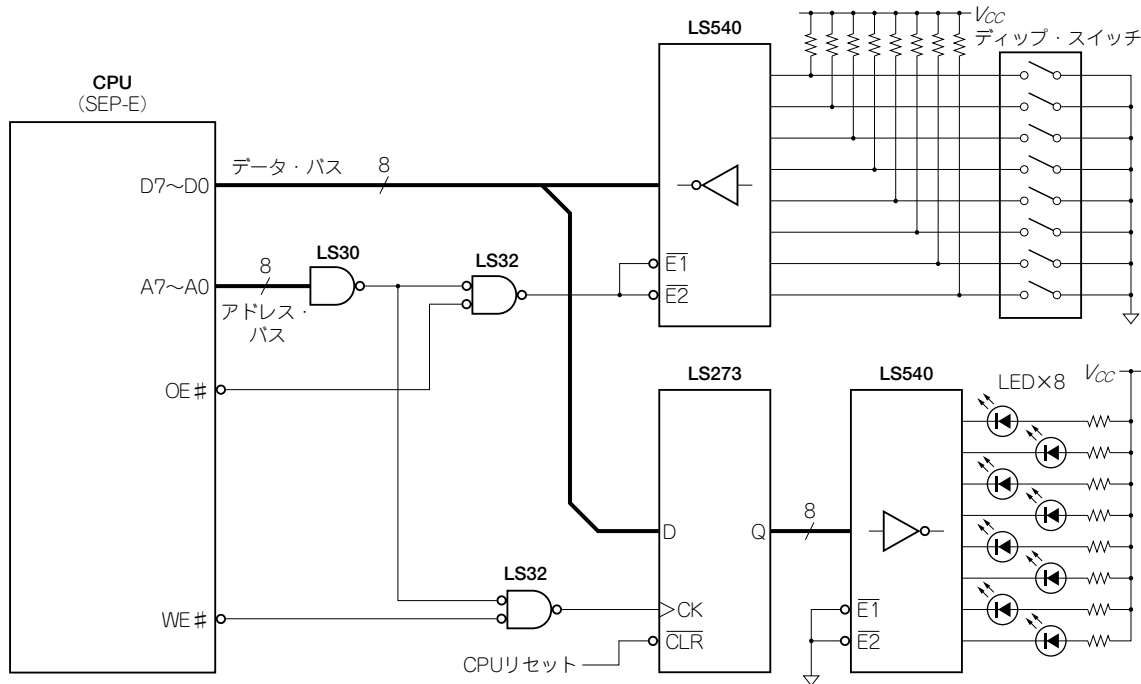


図4 ディップ・スイッチとLED接続回路図

になる回路で、アドレス・デコーダを構成しています。

またこのI/Oアドレスに対して、読み出し動作(OE#信号に“L”レベルが出力される)が行われたときにディップ・スイッチが選択されるように、アドレス・デコード結果とOE#信号を負論理ANDしています。74LS32は正論理ではORですが、負論理で考えるとANDに変換できることは、第2章で説明しました。

同じように、このI/Oアドレスに対して書き込み動作(WE#信号に“L”レベルが出力される)が行われたときにLEDが選択されるように、アドレス・デコード結果とWE#信号を負論理ANDしています。

● LEDの点灯制御出力

このCPUはデータ・バスが16ビットありますが、ディップ・スイッチとLED接続回路ではデータ・バスの下位8ビット分(D7~D0)だけを使っています。データ・バスには、LED点灯制御用のデータを保持するためのD

フリップフロップとして74LS273を、ディップ・スイッチの状態をデータ・バスに出力するための3ステート・バッファとして74LS540を接続しています。

Dフリップフロップ74LS273は、CK信号に“L”レベルから“H”レベルに変化する信号(立ち上がりエッジと呼ぶ)が入力されたとき、データ・バスの値を取り込んで保持します。つまり、I/OアドレスFFhに書き込み動作が行われたときにデータ・バスに出力されている値が保持されます。

Dフリップフロップで保持された値は、3ステート・バッファ74LS540を経由してLEDに接続されています。74LS540のイネーブル信号($\overline{E1}$ と $\overline{E2}$)がどちらも“L”レベルになっているので、このバッファは入力信号を論理反転して常時出力することになります。そしてその先には、LEDが負論理で接続されています。

以上の接続関係から、例えばCPUから‘1’を書き込んだビットは、74LS273で“H”レベルが保持されますが、このバッファで反転して“L”レベルになり、負論理でドライブされているLEDは点灯します。

なお74LS273のクリア(CLR)信号には、CPUのリセット信号を接続しています。図5のように、シミュレータのメニュー・バーから「編集」→「CPUのリセット」を選択すると、LEDが全消灯します。



図5 CPUのリセットでLED全消灯