

組み込みマイコン・システムの基礎知識

熊谷 あき

プロログで出された課題システムを実現する前に、まずは組み込みシステム全般の基礎知識について解説する。まず市販されている組み込みマイコンにはどのようなものがあるか、またその選択方法について、そして一般的な評価ボードの構成と、課題システムを実現する場合に増設する必要がある LED やスイッチの接続方法について取り上げる。

(編集部)

1 組み込みマイコンのいろいろ

「とりあえず、何でもいから評価ボードを手配しろ」と言われても、さまざまな CPU を載せたいろいろな評価ボードが市販されています。ここではまず、世の中にはどのような CPU があるかを整理してみましょう。

● CPU のいろいろ

世の中にはさまざまな種類の CPU が存在します。分類の方法にはいくつか考え方があるかと思いますが、今回は図1のように分類してみました。

▶ プロセッサ・タイプ

パソコンの CPU として使われているタイプです。メモリや周辺機能は内蔵していないので、システムを構成するにはチップセット・デバイスと呼ばれる周辺機能を提供するデバイスとセットで使われます〔図2(a)〕。

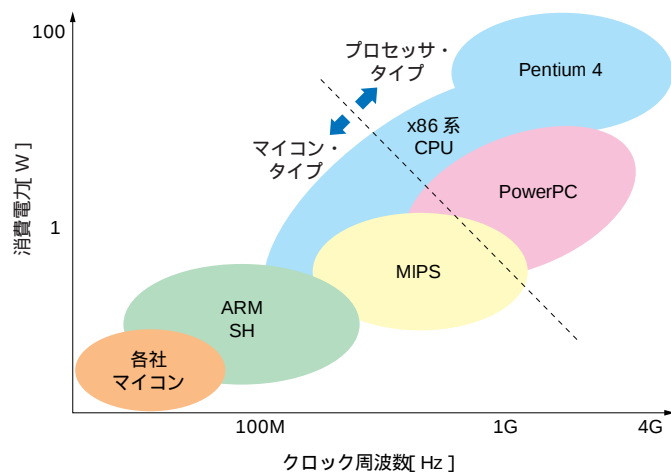


図1 CPU のいろいろ

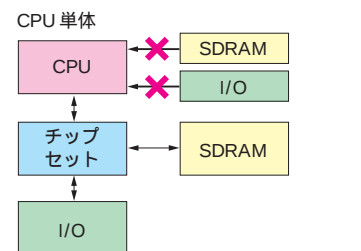
このタイプは性能を重視するので、クロック周波数が高く消費電力も高いのが一般的です。

▶ マイコン・タイプ

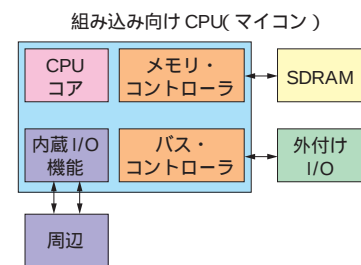
組み込みシステムで多用されているのがこのタイプです。「マイクロコントローラ」の略とも言われています。メモリ・コントローラや周辺コントローラが内蔵され、メモリなど最小限の部品を外付けすれば、それだけでシステムを構成できる CPU です〔図2(b)〕。一般的にはこのようなタイプを組み込み向け CPU と呼びます。

このタイプは、小型で低消費電力であることが求められるので、プロセッサ・タイプと比較してクロック周波数は低くなります。

また CPU の規模を指し示すものとして、4/8/16/32 ビット CPU という分類があります。一般的に数字が大きくなるほうが高性能な CPU といえます。



(a) プロセッサ・タイプ



(b) マイコン・タイプ

図2 プロセッサ・タイプとマイコン・タイプ

● 32 ビット CPU

情報家電機器などに使われる、クロック周波数が数十 MHz ~ 200MHz クラスの CPU が該当します。このクラスで代表的な CPU アーキテクチャとしては、ARM, MIPS, SH, PowerPC の 4 種類でしょう。いずれも 32 ビットの RISC CPU に分類され、100 ピン前後の QFP(後述)や、数百ピンの BGA(後述)などの形状のものが多くあります。

● 4/8/16 ビット CPU

このクラスは非常に混沌としていて、さまざまなアーキテクチャの CPU が存在します。クロック周波数は数 MHz から 20MHz 程度までです。ピン数がたった 8 ピンしかないものから、100 ピンの QFP など、用途にあわせてさまざまな形状のものがあります。

● マイコンは周辺機能を内蔵

組み込みマイコンの特徴として、周辺機能を内蔵している点があげられます。周辺機能とは、クロックや時間をカウントするタイマ/カウンタ機能、LED の点灯出力を制御したり、スイッチの状態を入力したりする GPIO(General Purpose I/O)機能、また外部のアナログ信号をデジタル信号に変換する A-D コンバータや、その逆にデジタル信号をアナログ信号に変換する D-A コンバータなども含まれます(図 3)。組み込みマイコンは、これらさまざまな周辺機能を、CPU といっしょに一つのデバイスの中に実装したものが一般的です。

タイマ/カウンタ機能や GPIO 機能、またシリアル通信コントローラは、組み込みマイコンであればほとんどのもので内蔵されている一般的な機能です。

また、単純にタイマ/カウンタやシリアル通信コントローラといっても、その詳細機能にはさまざまなものがあります。たとえば、H8 や SH-2 に見られるタイマ/カウンタ機能は、さまざまな条件下のクロックをカウントしたり、外部信号によってカウントアップ/カウントダウンを行ったり、位相をずらしたクロックを出力できるなどの多機能ぶりです(図 4)。

またシリアル通信コントローラでも、RS-232-C に使われる調歩同期式から、I²C や SPI などといったクロック同期シリアルに対応するなど、複数の通信モードにも対応した高機能なコントローラもあります。

● メモリを内蔵するもの

CPU がプログラムを実行するにはメモリが必要です。メモリには大きく分けて、読み出し専用の ROM(Read Only Memory)と、読み書き可能な RAM(Random Access Memory)があります。一般的にはプログラム格納用として ROM を、スタックや変数格納用として RAM を使用します(図 5)。

組み込みマイコンにはメモリを内蔵したものもあります。ただし、クロック周波数が 200MHz 以上になってくると、メモリを内蔵したタイプはほとんどありません。100MHz 以下の CPU であればメモリも内蔵したタイプがあります。数十 MHz 前後のマイコンでは、ほとんどがメモリを内蔵しており、これを使

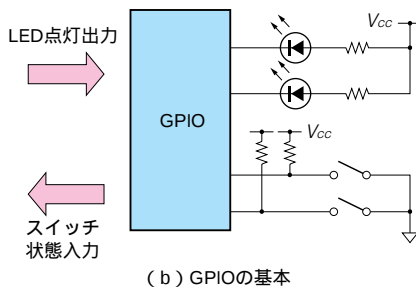
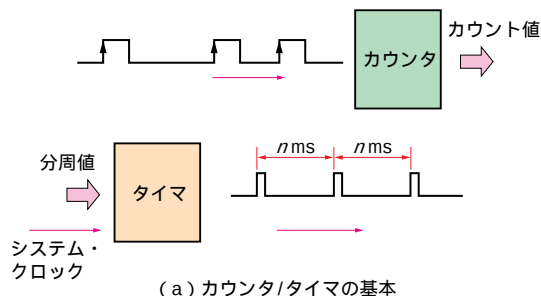


図 3 周辺機能のいろいろ

うと基本的には1チップ構成も可能になります。

内蔵メモリ容量ですが、4/8 ビット CPU のクラスは、CPU が扱えるアドレス空間が狭いこともあり、数 K バイトの ROM と数百バイトの RAM を内蔵する程度です。16/32 ビット CPU クラスでは、数十 K バイトから数百 K バイトもの ROM と、数 K バイトの RAM を内蔵するマイコンもあります。

また、内蔵している容量よりも大容量のメモリが必要な場合は、外部バスをもった CPU を選択し、メモリを外付けする必要があります。

2 組み込みマイコンの選択方法

いろいろな CPU があることはわかりましたが、どのような点に注意して CPU を選んだらよいのでしょうか。ここではいくつかの視点から選択基準を考えて見ます。

● CPU アーキテクチャで選択する

一昔前(いや、もっと前?)は、こっちの CPU がいい、いやあっちの CPU がいい...という議論がよく聞かれていましたが、CPU の進化の過程で、現在ではお互い相手の良いところを取り込んで、より使いやすくなってきているので、CPU アーキテクチャの違いは、あまり大きな違いではないと思います。とくに最近では C 言語でプログラムを開発するので、アセンブラの出番も少なく、CPU アーキテクチャを意識する必要のある場面も少なくなってきました。

CPU アーキテクチャで選ぶとすれば、使い慣れた CPU であるかどうかや、参考書などが多数存在するか、などが選択の基準となるでしょうか。