

組み込み分野でのフラッシュ・メモリ・カード採用の必要性

熊谷 あき

組み込み機器にストレージが欲しいとき

ちょっとしたログを記録してPCで読み出したり、PCで作成したデータを組み込み機器に読み込ませたいという要求があった場合、皆さんはどのようなインターフェースを採用するでしょうか。

最近では小さな組み込み機器でもネットワークにつながるようになってきていますが、ネットワークに接続せず、スタンドアロンで使用する機器もまだまだ存在します。

また、ネットワークにつながるからといって、ストレージが不要というわけでもありません。ネットワークは接続が切れてしまう場合も考えられるので、ローカルに最低限のストレージを確保しておくほうが安全でしょう。

組み込み機器に最適なストレージ

数十Gバイト・オーダの容量が必要な用途では、実質的にHDDが必要です。しかしHDDはモータを駆動するために消費電力や発熱が大きく、ヘッドが動かなくなるなどの機械的なトラブルも発生します。

容量を多少がまんしても、低消費電力で機構部分のないストレージが必要であれば、半導体メモリを使ったものが最適でしょう。容量が少ないといっても、最近のNAND型フラッシュ・メモリは大容量化してきているので、1G～4Gバイト程度の容量ではフラッシュ・メモリの採用も検討の余地があります。

内蔵かリムーバブル形式か

ほかの機器とデータのやり取りを行わないのであれば、システム基板上に直接NAND型フラッシュ・メモリを実装してしまう方法もあります。その場合でも、EthernetやUSBインターフェースを併用することで、ほかの機器からオンボードのフラッシュ・メモリの領域を読み書きすることも可能です。

また、コストや用途に合わせてメモリの容量を変えたいといった場合は、取り外し可能なリムーバブル形態を採用するのがよいでしょう。

ストレージ接続インターフェースのいろいろ

組み込み機器で採用可能なストレージ・インターフェース/メディア(写真1)には、どのようなものがあるでしょうか。

▶IDE(ATA/ATAPI)インターフェースで接続

ストレージ・インターフェースの代表格といえばIDEでしょう。標準のものは2.54mmピッチ40ピンのコネクタ、より小型の2.5インチHDDなどでは2mmピッチ44ピンのコネクタで接続します。

接続に必要なリソースとしては、データ・バスは16ビット、

アドレス空間は16バイトもあれば接続できます。それに割り込みも1本あったほうがよいでしょう。電気的特性もTTL互換なので、組み込みマイコンにIDEインターフェースを搭載するのも容易です。

▶PCカード/CompactFlashカードを接続

PCカードやCompactFlashカード(以下CFカード)にも、ATAカードと呼ばれるストレージ・カードが数多く市販されています。PCカードは大きく分けて、16ビットPCカードと32ビットCardBusカードの2種類の仕様があります。CardBusカードは中身はPCIバスと同等なので、組み込みシステムの内部バスにPCIバスが採用されている場合は、CardBusも検討の余地があります。

一般的なローカル・バスしかもっていない組み込みマイコンの場合は、16ビットPCカードが最適でしょう。なお16ビットPCカードから、アドレス・バスの本数を少なくしたものがCFカードであるとも考えられます。また、16ビットPCカードのアドレス空間は最大64Mバイトありますが、実質的にはアドレスの下位ビットしか使っていないカードがほとんどなので、アドレス空間の狭いマイコンでも問題なく接続できます。

さらにPCカードやCFカードはストレージだけでなく、汎用拡張バスという側面ももっています。そのためネットワーク・カードや各種拡張カードも存在します。したがって、ストレージ以外の拡張性も期待する場合には、これらのインターフェースがよいでしょう。

ただし拡張バスということで、16ビットPCカードは68ピン、CFカードでも50ピンと、コネクタのピン数も多くなり、基板上に実装するソケット・コネクタの面積も大きくなります。

▶USBインターフェースで接続

USBは、今やありとあらゆる拡張機器が接続可能な万能インターフェースとなっています。ストレージも例外ではなく、さまざまなスティック状のUSBメモリ・アダプタが市販されています。またUSBハブでポートを拡張することもできるので、たとえばストレージとネットワークとキーボードを同時に接続するといったことも可能です。

しかし、USB周辺機器を組み込み機器から制御するのは、そう簡単ではありません。先に説明したIDEやPCカードでは、マイコンのローカル・バスにバス・バッファをつないだ程度で簡単に接続できます。しかしUSBではUSBホスト・コントローラが必要になり、さらにさまざまなUSB機器やUSBハブにも対応させようとする、クラス・ドライバなどと呼ばれる



写真1
フラッシュ・メモリを内蔵した各種ストレージ・メディア

上段左から：USBメモリ、CompactFlash、スマートメディア、メモリスティック
下段左から：xDピクチャーカード、SDカード(上から見た大きさはMMCカードも同じ)、メモリスティック Duo、miniSD、RS-MMC、microSD(TransFlash)

プロトコル・スタック・ソフトウェアが必要になります。

▶ フラッシュ・メモリ・カードを接続

接続に必要な信号線の本数も少なく、USBのようにややこしい(?)プロトコル・スタックも必要としない、とにかく“簡単にマイコンにつなぎたい”という要求には、本特集で解説するフラッシュ・メモリ・カードが最適でしょう。

●スマートメディア/xDピクチャーカード

これらはNAND型フラッシュ・メモリをカード化したものと考えることができます。後述するメモリ・カードよりは信号ピンが多く、論理・物理アドレス変換処理を機器側に実装する必要があります。

NAND型フラッシュ・メモリについては第2章を、スマートメディアへのアクセス事例については特集関連記事を参照してください。

●SDカード/MMCカード

ホストとカードの間にシリアル通信を採用したメモリ・カードです。NANDフラッシュ・メモリを読み書きするときに発生する論理・物理アドレス変換をカード側で処理してくれるため、HDDと同様にセクタ単位で任意に読み書きできるので、非常に扱いやすいカードです。

MMCカードについての詳細は第3章と第4章を、SDカードについては第5章を参照してください。

●メモリスティック

SDカード/MMCカードと同様にシリアル通信を採用したメモリ・カードです。以前のメモリスティックは、論理・物理アドレス変換処理を機器側に実装する必要がありましたが、メモリスティックPRO以降はカード側で処理するので、SDカード/MMCカードと同様にセクタ単位でリード/ライトが可能になりました。

メモリスティックについての詳細は、第6章を参照してください。

汎用組み込みボードを設計するなら...

もし筆者が汎用組み込みボードを設計するなら、どのようなインターフェースを採用するかを考えてみます。

今後の組み込み機器はネットワーク対応が求められるため、10Base-TでもかまわないのでEthernetはオンボードで載せたいところです。

筆者はUSBにはあまり詳しくないのですが、PCカード関連は得意なこともあり、汎用拡張バスとしてPCカード系を採用したいところです。16ビットPCカードはピン数も多くコネクタ実装面積も取るので、ここはCFカード・ソケットの1スロットになるでしょう。しかし一つのスロットには1枚のカードしか差し込めないため、たとえばストレージ・カードとネットワーク・カードのどちらで使うか悩む場面も出てきます。

そうすると、やはりストレージ専用のインターフェースも欲しいところです。ここで、以前ならIDEを採用していたのですが、今後は最小4本の信号線で接続できるSDカード/MMCカード・ソケットを採用しようと考えています。

組み込み機器にストレージが欲しいときの選択肢をまとめると、次のようになるでしょうか。

- ネットワーク専用としてEthernetポート
- ストレージ専用としてSDカード/MMCカード・ソケット
- 汎用拡張バスとしてCFカード・ソケット
- 将来の拡張性を期待してUSBホスト

参考文献

- (1) PCカード/メモリカードの徹底研究, TECH I Vol.14, CQ出版社.
- (2) ATA(IDE)/ATAPIの徹底研究, TECH I Vol.10, CQ出版社.
- (3) 改訂新版 USBハード&ソフト開発のすべて, TECH I Vol.30, CQ出版社.
- (4) 特集 USBホスト機能の組み込み機器への実装, Interface, 2005年12月号, CQ出版社.
- (5) PC周辺機器オリジナル設計ガイド1, Interface, 2005年10月号別冊付録, CQ出版社.

くまがい・あき