



組み込みパソコンによるリアルタイム制御の世界

組み込みコンピュータの 使い方の基礎

町井 和美

ここでは、ピンポン球を跳ね返し続ける装置の設計を通じて、ボード・コンピュータとWindows、リアルタイムOSを用いたリアルタイム・システムの開発手法の基本を学ぶ。
(編集部)

1. Windows を リアルタイム・システムに利用する

「組み込みシステム」に使われるコンピュータといえば、SHなどのCPUを用いて、独自のボードを起こして使うことを想像しがちです。しかし最近では、産業用の組み込みシステムなどにおいて、しばしば産業用パソコンのようなボード・コンピュータが採用されています。

ここではx86アーキテクチャのボード・コンピュータを組み込み制御システムに採用するための基本的な開発手法や注意点などについて説明します。

パソコンを組み込む？

一般のパソコンのOSといえばWindows系(Windows

XPなど)の独壇場です。パソコンやボード・コンピュータを組み込みシステムに利用する場合も、最近では、Windowsがよく使われます。この背景には、パソコンの性能向上や低価格化、開発環境の使いやすさ、資産の再利用などの理由があるかと思えます。

もちろん、量産用組み込みシステムにおいて、1円、2円のコスト削減が問われている場合に、パソコンを採用することは必ずしも賢い選択ではないかもしれません。しかし、パソコンと同じx86アーキテクチャを組み込みシステムに採用することで、今まで実現が難しかった機能やサービスを提供できる可能性があります。もしかしたら、思いもよらなかった画期的な機能を実現できるかもしれません。

Windowsでリアルタイム制御できるのか？

Windowsを制御に使おうとすると真っ先に出てくる疑問が、リアルタイム性を確保できるかどうかということです。

Windowsは、要求に対して応答が少しルーズなときがあります。Windowsが比較的忙しく処理を行っているときにしばしば見られる現象で、Windowsの構造上どうしようもありません。装置をリアルタイムに制御したい場合、このように負荷に連動した処理遅延は許されません。

そんなWindowsの課題を解消するために、「Windowsリアルタイム拡張」と呼ばれるソフトウェアがいくつか存在します。仕組みはそれぞれ異なりますが、Windowsに不足しているリアルタイム性能を補うことを目的としたアドオン・ソフトウェアです。

ここではWindowsリアルタイム拡張ソフトウェアを利用して、Windowsパソコンでリアルタイム制御システムを実現するまでの開発工程を解説します。リアルタイム

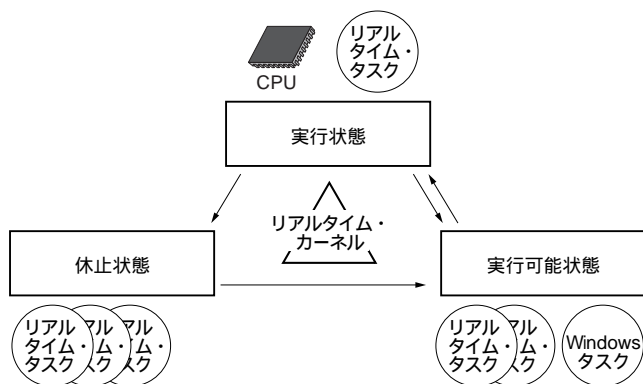
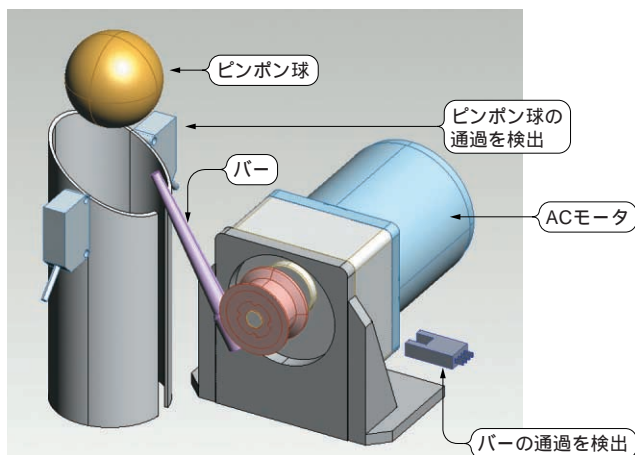


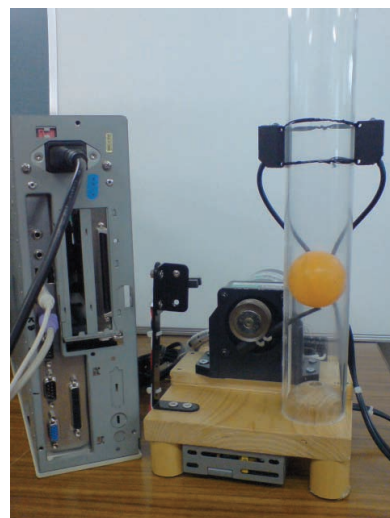
図1 Windowsリアルタイム拡張の仕組み

Intimeなどのリアルタイム拡張ソフトウェアがWindowsシステムにリアルタイム性能を与える仕組みとして、Windows全体を一つのタスクとしてまとめあげる技術が使われている。Windows全体はリアルタイム拡張ソフトウェアのタスク・スケジューリングの最低優先度タスクとして位置づけられる。



◀ 図2
ピンポン・システム
の完成図

筒にピンポン球の通過センサを取り付け、ACモータに取り付けたバーでピンポン球を跳ね上げる。ACモータのバー回転を検出する。



▶ 写真1
ピンポン・システム
の外観

拡張ソフトウェアの例として、ここではTenAsys社の「INtime」を利用します。INtimeなどのリアルタイム拡張ソフトウェアを用いると、Windowsのカーネルやドライバ、プロセスなどは一つのタスクとしてカプセル化され、リアルタイム・カーネルのタスク管理に吸収されます(図1)。この構造によって、WindowsはリアルタイムOSの管理の下で動作することになります。なお、INtimeの試用版は、<http://www.tenasys.com/resources/trials.php> からダウンロードできます。

2. サンプル・システムの概要

ピンポン球を空振りせず跳ね上げ続けるシステム

それでは具体的なサンプル・システムを用いて、パソコンによる制御システムの設計から、環境の構築、開発、デバッグまでを解説します。

今回はACモータとセンサを組み合わせて、ピンポン球を落とすことなく跳ね上げ続ける、通称「ピンポン・システム」を開発します(図2、写真1)。

ピンポン球が通り抜けられる大きさの透明なアクリル筒にピンポン球を一つ投下します。筒の中には光学式の通過センサが1組(投光側と受光側)取り付けられており、ピンポン球が横切ることを見出します。ピンポン球の通過を検出した制御プログラムはACモータの回転を開始します。

ACモータの軸にはバーを取り付けて、このバーによってピンポン球を跳ね上げます。ACモータは、デジタル接点出力1点でリレーを制御することでON/OFFします。リレーはAC100Vの通電を制御します。ACモータが1回

転したら停止させるために、バーの回転を検知するセンサを取り付けます。

市販の拡張ボードを使ってハードウェアを構成

今回のピンポン・システム開発においては、外部接点の入出力制御を行います。入出力基板を新規に設計・開発する必要はありません。

システム・トラブルが生じた際によくある話として、トラブルの原因がハードウェアにあるのかソフトウェアにあるのかを切り分けられないという議論があります。x86アーキテクチャを採用すると、信頼性が証明されている市販のさまざまな拡張ボードを利用できるため、ソフトウェアの開発やデバッグに全精力を注ぎます。

パソコンを使った組み込みシステム設計で求められるスキルは、ボードの設計スキルではなく、豊富に存在するボードを用いて、いかに要求に合ったハードウェアを組み立てられるかということにあるといってもよいでしょう。

ピンポン・システムの回路構成

サンプル・システムは、ボード・ベンダであるインタフェースのPCI-2726C PCIボードをパソコンに挿入し、ピンポン装置と接続します。二つのセンサの接点入力と、一つのリレーに対する接点出力制御を行います。今回のPCIボードは、入力と出力をそれぞれ32点ずつ持つタイプです。図3は、PCIボードのコネクタ部分を示したものです。信号線の詳細な情報についてはPCIボードのマニュアルを参照してください。

次に、ピンポン・システムの回路構成を理解するため