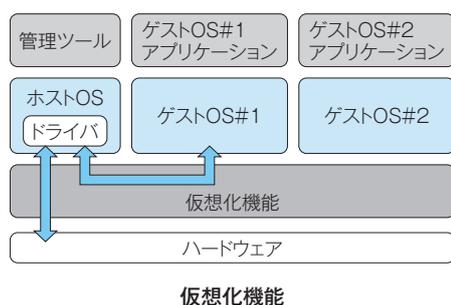


仮想化OS (Operating System) 技術

大竹康弘 Yasuhiro Otake

キーワード 既設システム、延命、仮想化機能、拡張ボード

概要



制御システムの延命によって、現行パソコン（PC）を最新機種に代替する際に、OS（Operating System）の世代交代を強いられることがある。OSを世代交代すると、現行アプリケーション・プログラムにも相応の改造が必要となることがあり、大きな追加コストが発生するが多い。

このような場合に仮想化機能を利用すると、最新機種上で旧世代の現行OSが動作するため、アプリケーションへの影響を軽減できる。ただし、仮想化機能には仮想化されたOSから拡張ボードが扱えなくなる弱点があるため、拡張ボードを使用しているPCを代替する際に大きな障壁となる。

このような背景から、拡張ボードを仮想OS上のアプリケーションから使用するためのリダイレクト機構を試作して、仮想化によるPC代替の実現性を検証した。

1 まえがき

当社製品を使用した制御システムは、長期間にわたり使用される傾向がある。このため既設パソコン（PC）の保守や、システムの別案件への展開の際に、代替PCの最新機種への世代交代が必要となることが多い。

この時、現行機種で使用していたOS（Operating System）が最新機種に対応していないと、OSの世代交代も強いられることとなる。

OSはある程度の互換性を保っているものの、アプリケーション・プログラムの改造が必要となることが多い。このためOSの世代交代は、アプリケーション機能には特に変更がないにもかかわらず、追加コストの発生要因となる。

これに対して新世代のOSが提供する仮想化機能を利用すると、最新機種上で旧世代OSが動作する。

アプリケーションへの影響が軽減されるため、追加コストが抑えられる。

ただし、仮想化機能によって提供できる仮想のハードウェア構成には制限があり、通常は仮想化されたOSから拡張ボードが扱えなくなる弱点がある。

例えば、当社製品が関わる制御システムには、当社独自規格の通信インフラ（例えばADA7000など）を採用したものが多い。このようなシステムのPCを代替する場合には、通信インフラ用拡張ボードの対応が必須条件となる。また、GPIO（General Purpose Input/Output）拡張ボードなどを使用している場合も同様である。

したがって、拡張ボードの対応の可否は、仮想化によるPC代替の大きな障壁となる。既設通信インフラを持つ制御システムでのPC代替を想定し、現行PCで動作する評価プログラムを、仮想OS上でも無改造で動作できる仕組みを構築し、実測によ

てオーバーヘッドが1ms程度にとどまることを確認した。本稿では、仮想化によるPC代替の実現性を紹介する。

2 仮想化環境での拡張ボード対応

2.1 仮想化機能の種類

仮想化機能には、大きくホスト型とハイパーバイザ型の二種類があり、さらにハイパーバイザ型にはモノリシックカーネル型とマイクロカーネル型の二種類がある。

ホスト型はアプリケーションの一つとして仮想PC環境を提供する方式で、構造が簡単なため仮想化の黎明期から広く利用されている。導入は容易であるが、オーバーヘッドが非常に大きいため、制御システムでの使用には適さない。

モノリシックカーネル型は、重量級の仮想化エンジンのみで仮想PC環境を提供する方式で、構造が複雑なためほとんど採用されていない。オーバーヘッドは非常に小さいが、運用上の制約が多く導入は困難である。

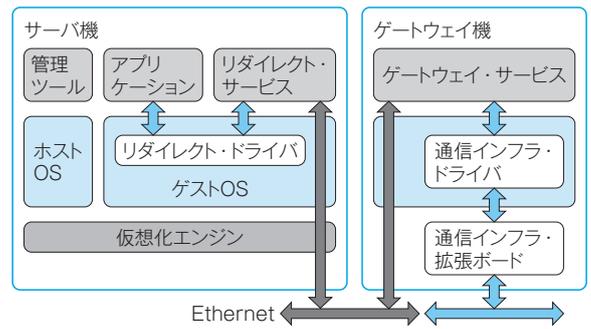
マイクロカーネル型は、ホストOSのドライバを利用して仮想化エンジンを軽量化した方式で、多くのOSに採用されている。オーバーヘッドも小さいため、制御システムでの使用に適している。

特にマイクロカーネル型のMicrosoft Hyper-Vは、Windows 10やWindows Server 2012以降では標準で組み込まれており、ゲストOSとしてWindows 7やLinuxが動作するため、PC代替の最有力候補となる。

2.2 リダイレクト機構

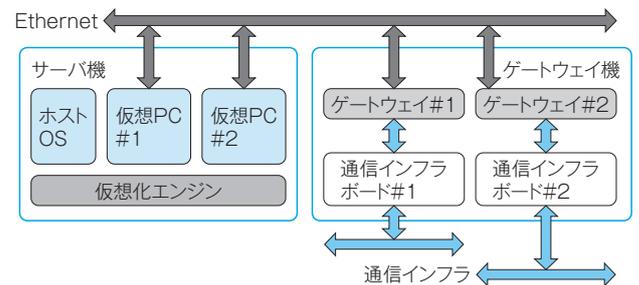
仮想化されたOSから拡張ボードが扱えなくなる弱点を克服するため、入出要求を仲介するリダイレクト機構を考案した。第1図にリダイレクト機構を示す。既設通信インフラを持つ制御システムでのPC代替を想定した構成となる。

リダイレクト・ドライバは、本来の通信インフラ・ドライバと差し替わる模擬ドライバで、従来と同じアプリケーション・インタフェースを提供する。



第1図 リダイレクト機構

リダイレクト機構の構成要素のブロック図を示す。



第2図 複数PCの集約

複数の既設PCを集約した事例を示す。

リダイレクト・サービスは、リダイレクト・ドライバが受け付けた入出要求を、Ethernetを介してゲートウェイ・サービスに仲介するサービスである。

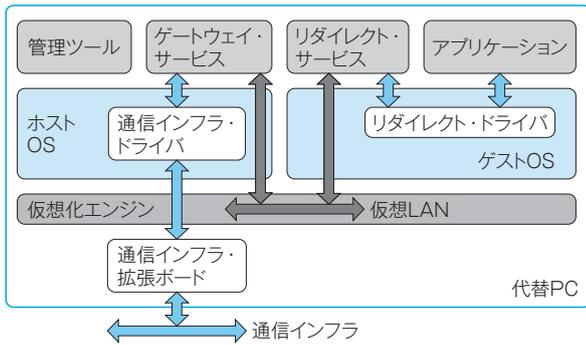
ゲートウェイ・サービスは、リダイレクト・サービスから受け渡された入出要求を、本来の通信インフラ・ドライバへ発行するサービスである。

この機構によって、アプリケーションは従来と同じアプリケーション・インタフェースで通信インフラを使用できるようになるため、改造が不要となる。

2.3 代替構成のバリエーション

第1図は拡張スロットを持たない高性能のサーバ機と、拡張スロットを持つ安価なゲートウェイ機の組み合わせで、1台の既設PCを代替した構成である。

その延長として、サーバ機に複数のゲストOSを載せ、またゲートウェイ機に複数の拡張ボードを実装し、複数の既設PCを1セットの代替PCに集約した代替構成に発展できる。第2図に複数PCの集約を示す。逆に、拡張スロットを持つ1台の代替PCに



第3図 PC代替の最小構成

ゲートウェイ・サービスと通信インフラ・ドライバ、拡張ボードをホストOSに集約した事例を示す。

集約した構成が、代替の最小構成となる。第3図にPC代替の最小構成を示す。

また、ホストOSやゲートウェイ機のOSは、既設PCのOSと異なっても構わないため、いずれか又は両方をLinuxで構成できる。

2.4 性能測定

以下の構成でリダイレクト機構を試作し、実性能を計測した。

- (1) ゲートウェイ機・既設PC：^{ミューポート}μPORT M5モデル 200・Windows 7 Ultimate
- (2) サーバ機：PS7000・Windows 10 IoT
- (3) 通信インフラ：ADA7000

性能測定の結果、以下の知見が得られた。

- (1) 通信を伴わない要求は、オーバーヘッドの影響が大きい。単純な設定要求では、0.5msが1.0msに遅延した(+50%)。
- (2) 伝送データが大きければオーバーヘッドは目立たなくなる。1バイトの伝送要求は、2.0msが2.7msに遅延した(+30%)。4096バイトの伝送要求は、5.7msが6.3msに遅延した(+10%)。

2.5 評価

リダイレクト機構によるオーバーヘッドは、1ms程度にとどまることを確認した。したがって、通信インフラ拡張ボードを使用する既設PCの代替案として、仮想化機能は有用であると結論する。

ただし、GPIO拡張ボードによる入力信号の状態検出など、即応性が求められる分野では、遅延の影響をシステムごとに評価する必要がある。

3 むすび

中央演算処理装置(CPU)やチップセット、OSにはそれぞれライフタイムがあるため世代交代は不可避であるが、保守の点では弱点でもある。

しかし、仮想化機能を活用することで、その影響を最小限に抑えることが期待できる。

今後は、市場の要求に応じてリダイレクト機構のバリエーションを充実させていく所存である。

- ・Microsoft・Windowsは、米国Microsoft Corp.の登録商標である。
- ・Ethernetは、富士フイルムビジネスイノベーション(株)(旧富士ゼロックス(株))の登録商標である。
- ・Linuxは、Linus Torvaldsの米国及びそのほかの国における登録商標である。
- ・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



大竹 康弘
Yasuhiro Otake

製品技術研究所
産業用コントローラ製品の基本ソフトウェア開発業務に従事