

7N-4

仮想計算機システムにおける I/O 直接実行方式の評価

井上太郎、梅野英典、田中俊治、池ヶ谷直子
 日立製作所システム開発研究所

1. はじめに

仮想計算機システムの用途は、汎用OSと対話形OSの共存やオンラインシステムと開発システムの並行運用などと拡大しており、その高性能化のニーズが高まっている。そこで、仮想計算機(Virtual Machine: VM)自身の性能向上方式の一つとして、VM上のOSが発行するI/O命令やI/O割込みをハードウェアで直接実行するI/O直接実行方式を提案した。本報告では、性能向上の点から見たI/O直接実行方式の特徴とその評価について述べる。

2. I/O直接実行方式の特徴

2.1 ホストマスク制御方式

VMが走行中のI/O割込みは、そのVMが割込み可能ならば直接実行し、割込み不可能ならば仮想計算機モニタ(Virtual Machine Monitor: VMM)でシミュレーションせずに、できる限りハードウェアで保留するのが望ましい。そこで、そのVMが専有する入出力割込みプライオリティのホストのマスク値を表1のように制御している。

表1. ホスト入出力割込みプライオリティマスクの制御

VMの状態	専有プライオリティに対するホストのマスク値
I/O割込み可能でウェイト状態	'1'
上記以外	'0'

2.2 ホスト割込み時の処理

CPUがウェイトしている時のI/O割込みはホスト割込みとなり、VMMに制御が移される。このとき、そのVMが割込み可能ならばその割込みを反映し、そのVMが割込み不可能ならば、割込みはVMMに保留される。そして、VMMはそのVMが割込み可能になった時にそれがハードウェアで検出されVMMに制御が渡されるようにする。また、VMMは状態保留(Status Pending: STP)をハードウェアのサブチャンネルに残した状態にしておく。その後、VM1が割込み可能となりVMMに制御が渡った時に、VMMは先に保留した割込みを報告しようとするが、それまでにサブチャンネルの割込み情報を取得する命令がVM1から発行されていた時は、余計な割込みをVM1へ報告する可能性がある(図1参照)。

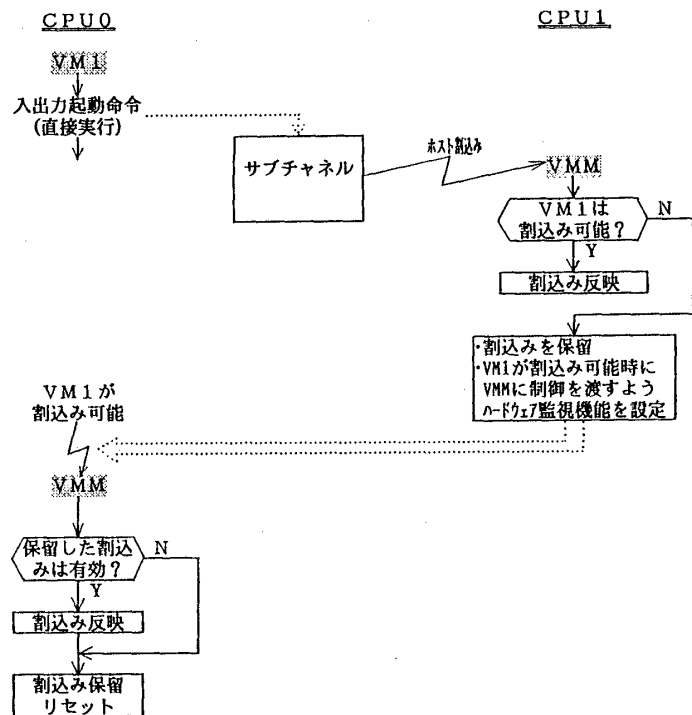


図1. ホスト割込み時の処理

そこで、保留した割込みが有効か否かを判断する命令を新設した。この命令をVMMが発行することにより、保留した割込みをVMに反映するか否かを決定する。これによって、図1に示すように余分な割込みの報告を防止できる。

3. 性能評価

以上に述べたI/O直接実行方式の性能の実測値を、I/O直接実行を行わない場合との比較において示す。

I/OバウンドのジョブとCPUバウンドのジョブをベンチマークとして、V=R方式の仮想計算機でのVMMのCPUオーバーヘッドを測定した。その結果を図2および図3に示す。

図2より、CPU利用率とI/O割込みの直接実行率は比例している。また、I/O直接実行を行わない時に対するVMMオーバーヘッド削減率も、CPU利用率の増加に対して指数関数的に増加しており、CPU利用率が高いほどI/O直接実行の効果が大きくなることわかる。

また、図3にCPU利用率が90%の時のVMMオーバーヘッドの内訳を示す。これより、I/O命令およびI/O割込みはほぼすべて直接実行され、I/Oシミュレーションのオーバーヘッドはほぼ無くなっていることがわかる。

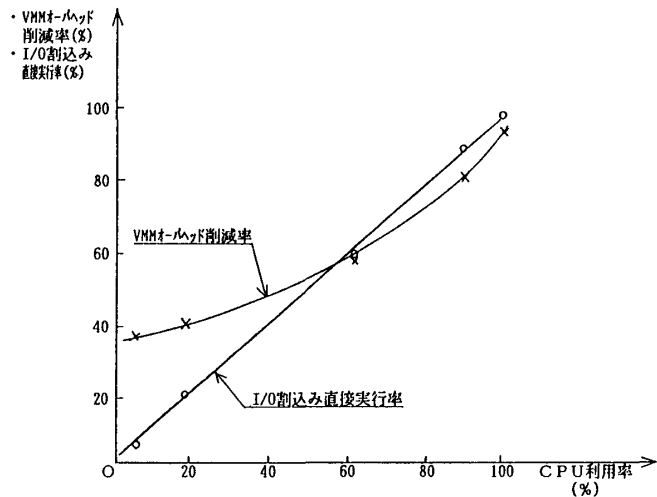


図2. CPU利用率とI/O割込み直接実行率およびVMMオーバーヘッドの関係

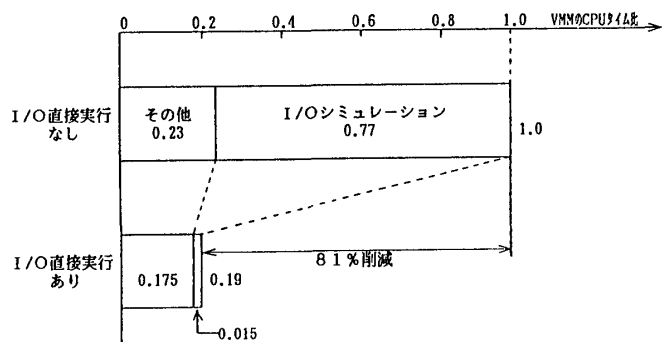


図3. VMMのCPUオーバーヘッドの内訳 (CPU利用率90%)

4. まとめ

仮想計算機システムにおけるI/O直接実行方式の評価について述べた。本方式の評価により、仮想計算機システムのオーバーヘッドを大幅に削減し、より実計算機に近い性能を有する仮想計算機を実現できる見通しを得た。

[参考文献]

- 1) 田中 他：拡張チャネルシステムを有する仮想計算機システムの実現方式，第35回情報処理学会全国大会論文集（1987）
- 2) 池ヶ谷 他：Mシリーズ仮想計算機機構（VM/EX機構）の開発－処理方式，第36回情報処理学会全国大会論文集（1987）
- 3) 金子 他：Mシリーズ仮想計算機機構（VM/EX機構）の開発－評価，第36回情報処理学会全国大会論文集（1987）