

## 仮想計算機システムにおける 拡張記憶制御方式の提案

7G-6

田中俊治\* 梅野英典\* 井上太郎\* 原口政敏\*\* 竹田克己\*\*\*

\*(株)日立製作所システム開発研究所 \*\*同ソフトウェア工場 \*\*\*同神奈川工場

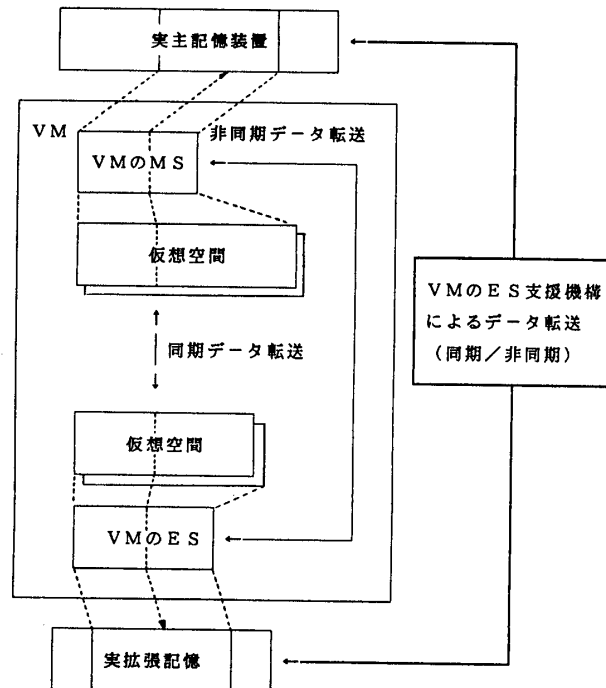
### 1. はじめに

拡張記憶装置 (ES: Extended Storage) は、主記憶よりも大容量であり、主記憶の次に高速アクセス可能な記憶装置である。従来より、ESを有する計算機上の仮想計算機システム (VMS: Virtual Machine System) において、各仮想計算機 (VM: Virtual Machine) に論理的に分割したESの記憶領域を与える方式<sup>1)</sup>、および、VMの主記憶とVMが専有する入出力装置との間の入出力命令を仮想計算機モニタ (VMM: VM Monitor) が介在することなく実行可能とする入出力直接実行方式<sup>2)</sup>が開発されている。本報告では、分割したESの記憶領域を有するVMがES上に生成した仮想空間を利用可能とする論理分割方式と、VMの主記憶とVMのESとのデータ転送用CPU命令及びチャンネルプログラムをVMMが介在することなく実行可能とする直接実行方式について述べる。

### 2. ESの論理分割方式

VMSでは、VMMの制御の下に各VM上のOSが走行する。このためESを有する計算機上のVMSでは、次の論理分割機能を有することが望ましい。(図1参照)

- (a) ESが仮想空間を有する場合、VMの主記憶 (MS) 上の仮想空間とVMのES上の仮想空間の間で、VMMの介入なしでデータ転送が行なわれること。これによりVM上のOSがDB等のサブシステムの各々に仮想空間を与えることが可能になる。
- (b) VMの主記憶とVMのESの間に入出力命令によるデータ転送を、VMMの介入なしで直接行なえること。これによりESを有するVMにおいても入出力直接実行機能が有効となる。



### 3. ES関連命令の直接実行方式

図1 拡張記憶の論理分割方式

上記 (a) および (b) の論理分割機能を実現し、VM上のOSが発行するES関連の同期命令 (CPU命令) および非同期命令 (入出力命令) をVMMの介入なしで実行するためには、

- (a) 命令プロセッサによる (VMのES仮想アドレス→VMのES絶対アドレス→実計算機でのES絶対アドレス) の変換、および、
- (b) チャンネルによる (VMのES絶対アドレス→実計算機のES絶対アドレス) の変換、を行わなければならない。

(a) の機能を実現するために、VM起動命令によりVMのES絶対アドレスから実計算機でのES絶対アドレスへの変換情報と、VMの主記憶絶対アドレスから実計算機での主記憶絶対アドレスへの変換情報を与える。

Proposal of Extended Storage control method for virtual machine system

Shunji TANAKA, Hidenori UMENO, Tarou INOUE, Masatoshi HARAGUTI, Katsumi TAKEDA  
HITACHI, Ltd.

命令プロセッサは、この主記憶情報をもとに、OSが作成したアドレス変換テーブルを参照しながらVMのES仮想アドレスをVMのES絶対アドレスに変換し、また、ES情報をもとに、VMのES絶対アドレスを実計算機でのES絶対アドレスに変換する。

また(b)の機能を実現するために、VM識別子(VMID)から、このVMのESの実ESにおける起点アドレスと領域長を得るESアドレス変換テーブル(EST:ES address translation Table)をチャンネルがアクセス可能な主記憶上に持つ。

VMのチャンネルプログラム実行要求に対し、チャンネルは、まず入出力要求元のサブチャンネルに指定されたVMIDに対応するESTのエントリを選択する。

次に、チャンネルはVMのチャンネルプログラムが指定するVMのES絶対アドレス $y$ に、選択したエントリ内の起点アドレス $\beta$ を加算することにより実計算機のES絶対アドレス $\beta + y$ に変換し、同様に交換した主記憶絶対アドレスが示す領域との間でデータ転送を行なう。(図2参照)

以上のようにして、ESを利用するVM上のOSに対してもチャンネルプログラムの直接実行が可能となり、入出力直接実行がサポートされる。

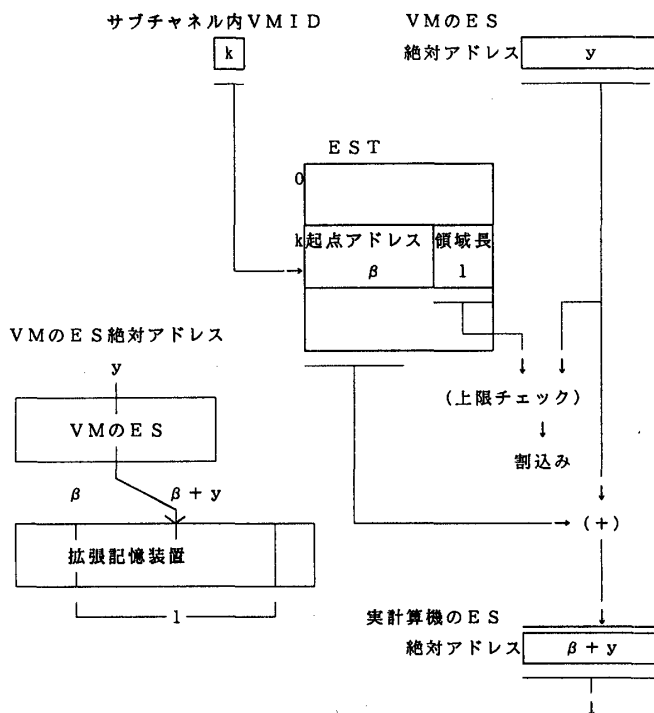


図2 チャンネルによるESのアドレス変換方式

#### 4. 効果

(1) 次の3つのサポートレベルにおける性能比較を行なう。

- サポートレベル=0 ----- 高速実行支援なし
- サポートレベル=1 ----- 同期命令のみ直接実行
- サポートレベル=2 ----- 同期命令および非同期命令を直接実行

(2) 性能比較

- (a) サポートレベル0あるいは1の場合、ESと主記憶および主記憶と入出力装置間のデータ転送を一連のチャンネルプログラムにより実行する入出力命令のシミュレーションが必要となる。従って、VMMによるオーバーヘッドが実計算機にESがない場合に比べて増加する。
- (b) サポートレベル2では新たにシミュレーションの対象となる入出力命令および入出力割込みはない。このため、ESを有する複数台の高性能VMが実現できる。

#### 5. おわりに

論理分割したESの記憶領域を各VMに与え、VM上のOSが発行するES関連の同期命令および非同期命令を直接実行可能とする拡張記憶制御方式を開発した。これとVMの入出力直接実行機能とを合わせることで、ESを有する複数台の高性能VMを実現する見通しを得た。

#### [参考文献]

- 1) T.L.Borden, J.P.Hennessy, and J.W.Rymarczyk, "Multiple operating systems on one processor complex," IBM Systems Journal Vol 28, No.1, pp104-pp123 (1989)
- 2) 梅野他: 仮想計算機システムにおけるI/O直接実行方式の提案, 第38回情報処理学会全国大会論文集(1989)