

# 超大容量仮想記憶システムSTS(3)

2P-3

## - 利用技術の評価 -

森 利明, 高橋 喜久雄, 鍵政 豊彦

(株日立製作所 中央研究所)

### 1. はじめに

STS ( Super Tera-byte System )は、テラバイトオーダの大容量仮想記憶を実現するシステムである。本稿では、STSが提供する大容量仮想記憶の利用技術であるアクセス特性ページング ( APP ) とパックスノニム・ハッシュ ( PSH ) の実験システムにおける評価結果を述べる。

### 2. アクセス特性ページング ( APP )

プログラムには、それぞれ仮想記憶へのアクセスパターンに特性があり、データ量の増大に伴いその特性は顕著になる。実行時にプログラムとOSがハンドシェイクすることにより仮想記憶を効率的に使用する研究<sup>[3]</sup>が行なわれている。APPは、プログラムが直接仮想記憶制御の指示を出すのではなくプログラムから通知されたアクセス特性に基づきOSがシステム状態に応じた仮想記憶制御を行なうのが特徴である。

#### 2.1 アクセス特性ページング方式の概要

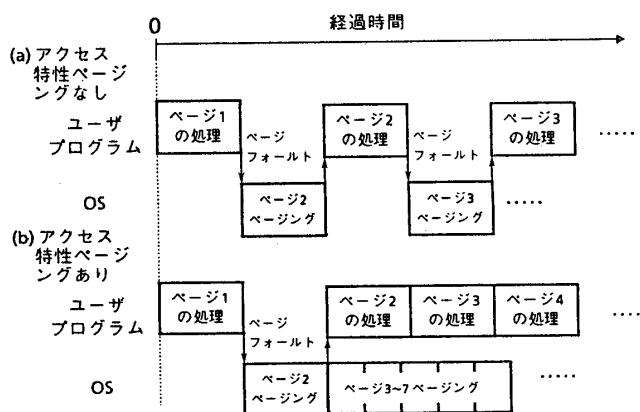
STS実験システムでは、順アクセス特性に対する先行ページインする機能のみ実現している。以下、図1に示すAPPの動作を説明する。

- ・プログラムから、スーパーバイザールによりAPPを指定する領域とアクセスの特性をOSに通知
- ・通知されたアクセス特性をOSはシステム内のテーブルに登録
- ・OSはそのテーブルの順アクセスの領域に対して先行ページング ( 1回のページフォールトで複数のページを先行的にページイン )

#### 2.2 アクセス特性ページングの評価

表1に実験システムでの実測結果を示す。条件は仮想記憶を1.6GB使ったクイックソートのソートデータ領域にAPPを指定した場合と指定しない場合のジョブの実行時間を計測した。

その結果、実行時間は44%に短縮された。これは先行ページングの効果であり、順アクセス特性のアクセス特性ページングの有効性を示している。



注)シーケンシャルアクセス系ジョブの実行時の動作。

図1. アクセス特性ページング方式の動作

表1 アクセス特性ページングの効果

	APP-ON	APP-OFF
相対ジョブ実行時間	0.44	1
相対CPU利用率	2.24	1
相対ページフォールト回数	0.60	1
相対平均ページング数	1	1

注) APP-ON/OFF: アクセス特性あり/なし

### 3. パックスノニム・ハッシュ ( PSH )

STSでは、大容量仮想記憶を実現している。これを用いて、大容量データをハッシングにより高速にアクセスを行なう方式を開発した。

ハッシュは以下に示す特性があり、大容量仮想記憶に適している。

- (1)ハッシュテーブルを大規模にするほど検索時間が短縮化される。
- (2)ハッシュテーブルの全仮想記憶を使用せず、実記憶の節約が可能である。

特にPSHでは、大容量の仮想記憶を効果的に使用するために、特性(2)に注目し無駄なページへのアクセスを減らす工夫を行なった。

### 3.1 パックドシノニム・ハッシュ方式の概要

図2にPSHを使用した応用例を示し、例を用いてPSHの方式を説明する。

応用例は、ファイル内のインデクスを仮想記憶上のハッシュテーブルに展開し、ファイルに格納されたデータのアドレスを高速に求めるものである。

以下、ローディングと検索の方式を述べる。

インデクスのローディング手順を以下に示す。

- (1)ハッシュテーブルは初期化を行わない。
  - ・本処理は、巨大なハッシュテーブルの初期化による未使用領域へのアクセスを防止し、実記憶割り当てオーバーヘッドを削減。未使用領域の初期化は、実記憶割り当て時のゼロクリアを利用する。
- (2)キーをハッシュ値に変換する。
- (3)ハッシュエントリにデータを格納する時
  - ・キーの衝突がある場合、衝突したキーと同一のページ内の空きエントリに同一値(シノニム)エントリとしてデータを格納する。
  - ・キーの衝突がない場合、ハッシュ値が指すエントリにデータを格納する。

データの検索時の手順を以下に示す。

- (1)キーをハッシュ値に変換する。
- (2)ハッシュ値の示すエントリのあるページを調べ、
  - ・未使用ページであればキーが未登録であることを報告する。本制御により、不必要なページへのアクセスを抑止する。
  - ・未使用ページでなければ手順(3)を行なう。
- (3)ハッシュ値の示すハッシュエントリを調べる。
  - ・この時、エントリがシノニムエントリならば、次のハッシュエントリを求め手順(3)を行なう。
  - ・対象エントリならば、そのエントリのデータを報告する。

以上の手順により、データの検索時にページングが発生することを減らす。

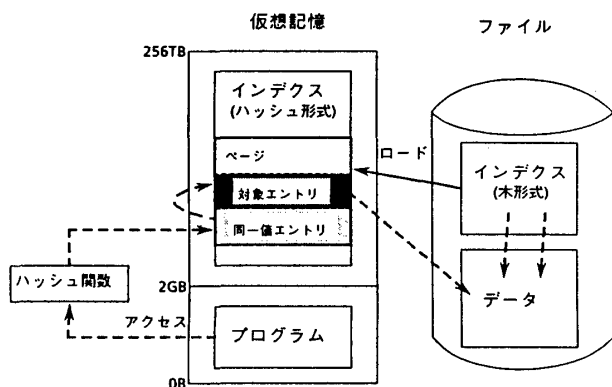


図2 PSHの方式

### 3.2 パックドシノニム・ハッシュ方式の評価

PSHの評価には、かな漢字変換辞書のインデクス部分を仮想記憶容量が2.5MBと160GBハッシュテーブルに展開し、51種のキーを検索するのに要する実行時間を求めた。その結果表2に示すように大容量の仮想記憶を用いることにより検索時間が短縮することができた。本方式は、高速データアクセスが要求される分野で有効である。

表2 大容量仮想記憶の効果

ハッシュエントリ数	2 <sup>16</sup>	2 <sup>32</sup>
使用仮想記憶量	2.5MB	160GB
使用実記憶量	2.5MB	160MB
負荷係数(α)	.0915	.0000013
相対検索時間	1	.6868

注) α = 登録レコード数 / ハッシュエントリ数

### 4. おわりに

アクセス特性ページング方式とパックドシノニム・ハッシュ方式の有効性を実験評価により、確認した。

今後の課題としては、データベース関連の応用に対して有効な利用技術の開発が考えられる。

### 参考文献

- [1] 鍵政ほか：超大容量仮想記憶システム(1) 概要 (本大会予稿集)
- [2] 高橋ほか：超大容量仮想記憶システム(2) 多重ページサイズ方式の評価 (本大会予稿集)
- [3] M.Malkawi and J.Patel, "Compiler Directed Memory Management Policy", ACM SIGOPS 10th Symposium on Operating System Principles, Dec. 1985, pp.97-106.