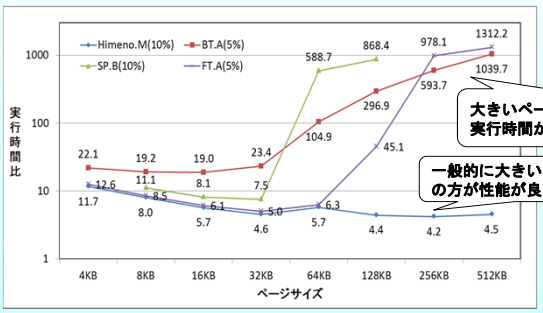
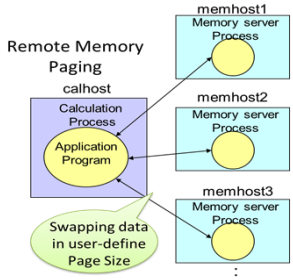
リモートページングのためのページサイズ自動調整機構
ー　ループ文におけるワーキングセット推定と選択的制御の導入　ー

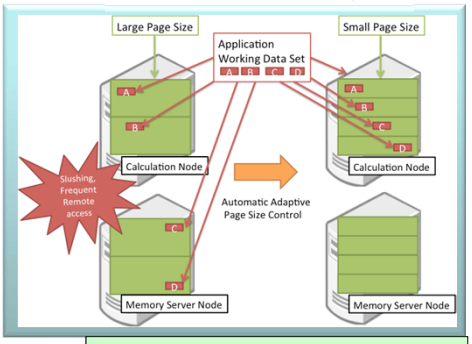
古尾谷 歩，緑川 博子(成蹊大)

分散大容量メモリシステム (Distributed Large Memory System)
ネットワークで結ばれたコンピュータの物理メモリを通信によって利用し，
逐次処理用に**仮想的に大容量のメモリ空間**を提供するシステム．

固定ページサイズが応用の実行時間に及ぼす影響







スワップページサイズ自動調整機構の基本的なアイディア
ローカルメモリサイズと応用の計算コアのワーキングセットに応じて、ローカルメモリに収まるような適切なページサイズ(DLMページサイズ)にすることにより，スラッシングを防止する．

定義

ワーキングセット（WS）：ある処理区間で使用されるデータの集合
ローカルメモリ率：ローカルノードにあるメモリ量／応用プログラムが使用する全メモリ量
DLMページサイズ：DLMシステムが使用する独自の転送単位（OSページサイズの整数倍）

ページサイズ自動調整機構

ワーキングセットの推定
自動調整機構では，プログラム中のすべてのループ文の前後にスワップインしたページ枚数（**WSページカウント**）と実行時間を記録するための2つの関数を挿入して，両関数に挟まれた区間毎に，ワーキングセットを見積もる．この値とローカルメモリサイズにある現在のページサイズによるページ数（**ローカルページカウント**）を比較して，ページサイズの変更を行う．

選択的制御
応用実行中，最大実行時間をもつループ区間の値を常に更新し，前回の実行時間が，この値の1%以下の実行時間であるループ区間は，ページ変更や時間計測を省略する．

計測の効率化
前回の計測区間と同じ区間を計測する場合で，かつその区間のページサイズの変更がない場合は，時間計測を省略する．

ページサイズの変更の基本方針：

(1)　**WSページカウント　＞　ローカルページカウント**
スラッシングが起きていると推定し，以下のターゲットサイズにできるだけ近いページサイズに，次回の実行で変更する．

$$PSnext = LM / WS$$

PSnext:目標ページサイズ　LM:ローカルメモリサイズ　WS:ワーキングセットページカウント

(2)　**WSページカウント　＜＝　ローカルページカウント**
スラッシングは起きていないと推定し，大きなサイズによる効率的な通信のために，ページサイズを２倍にする．

計測関数の自動挿入と入れ子への対処
ユーザによる手動で計測関数を挿入することなく，プログラム中の全ループの前後に計測関数を挿入しても，選択的制御と計測効率化により，重要なループだけが，ページサイズ制御に生かされる．入れ子ループにも対応している．

swapin_countstart(int id);
前回の該当IDの実行時間により計測するか否かを判断する．前回推奨されたページサイズに変更する．計測する場合にはWSページカウントと実行時間計測を開始する

swapin_refresh(int id);
WSページカウントにより次回の該当IDのページサイズと実行時間を記録する．外側のループIDの指定ページサイズに戻す

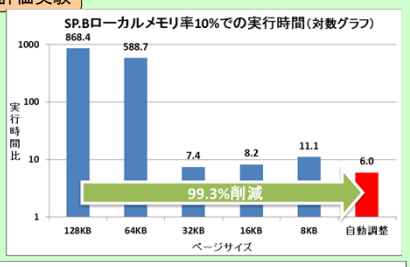
複数個所で計測する場合には引数として計測箇所のIDを渡す

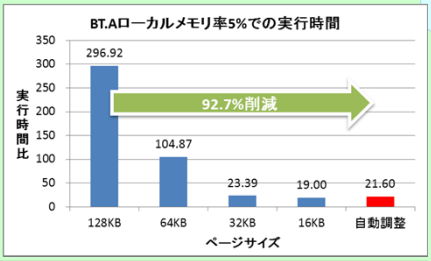
使用例

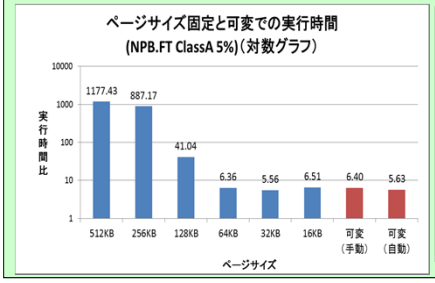
```
swapin_countstart(0);
    for (i=0; i<M; i++){
    swapin_countstart(1);
    for (j=0; j<N; j++){
        some statements
    }
    swapin_refresh(1);
}
swapin_countstart(0);
```

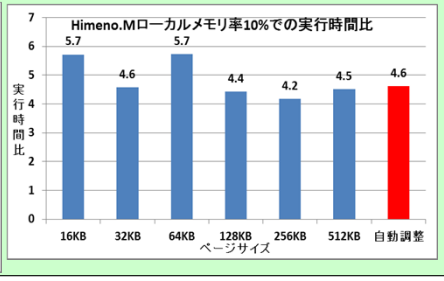
自動調整機構は swapin_countstart(ID)と swapin_refresh(ID)に挟まれた部分をIDにより区別し、個別にページサイズの変更を行う

評価実験









NPBのSPクラスB，BTクラスAにおいてイテレーションを10回(本来は200回)に変更し，各ページサイズ固定の場合と128KB～16KBの間で自動調整を行った場合の実行時間のグラフである．FT.Aは規定通り６回である．
いずれも，ローカルメモリ100%で逐次実行した場合との実行比

実験環境：

東京大学情報基盤センター，T2K(ha8000)
Network：4OGbps, 2OGbps, Memory：2OGB/node x 2nodes