

ソフトウェア DSM のための性能解析ツール

鈴木 貴久[†]岡本 秀輔[‡]茨城大学大学院 理工学研究科[†]茨城大学大学院 理工学研究科[‡]

概要

我々が使用しているソフトウェア DSM (Distributed Shared Memory) は、共有メモリ領域が仮想記憶のページ単位で管理されており、性能解析においてはページの状態を把握することが重要になる。そのために、主に各ページの更新状況に焦点を当て、ページの状態をグラフィカルに表示するソフトウェア DSM 解析ツールを作成する。そのツールを用いてソフトウェア DSM で動作するプログラムの性能のボトルネックになっている部分を発見し改善することを目的とする。

1. はじめに

ソフトウェア DSM では各並列ノードはローカルに共有メモリ用の領域を確保しており、それは仮想記憶のページ単位で管理されている。そのため、共有メモリ領域の更新はページの単位で行われる。ページの更新処理には、ホームという概念を用いている。ホームとは、各共有ページの最新のデータを常に保持しているノードのことであり、各ページごとに1ノード割り当てられる。ページの更新処理を行うノードは、そのページのホームに対して最新のデータを要求し、受け取ったデータでローカルのページを更新する。ページを変更したノードは、変更部分 (Diff) をそのページのホームに送信し、ホームはページの最新の状態を保持することができる。

この概念を用いる場合、ページのホームであるノードがページの更新、変更をするならばローカルアクセスで済み、ホームでないノードならノード間通信が発生し性能のボトルネックの要因となる。

このため、ページへのローカルとリモートアクセスの頻度、アクセス範囲、総更新バイト数を把握することは、ソフトウェア DSM では性能

を改善するための重要な要素である。そこで主に各ページの更新状況を焦点に当て、ページの状態をグラフィカルに表示するソフトウェア DSM 解析ツールを作成する。

2. 使用するソフトウェア DSM

我々が使用しているソフトウェア DSM の主な特徴は以下の通りである。

- ・ スコープコンシステンシモデルによるメモリ一貫性の保証
- ・ multiple-writer プロトコル
- ・ page-invalidate プロトコル
- ・ UDP/IP を用いた非同期通信
- ・ アクセス履歴での判定によるホームの動的移動

最大の特徴は、共有メモリページへのアクセス履歴をとり、頻繁にアクセスしているノードへそのページのホームを移動させるものである。各アクセス履歴はページのホームが管理している。移動判定のタイミングは一定のアクセス回数の間隔で行い、頻繁なホームの移動は避けるようにしている。ウィンドウという概念を用いアクセス履歴の幅を限定できる。

3. 性能解析ツールの焦点

共有ページの状態を把握するために重要視する点は以下の通りである。

共有メモリページ数

ノードが共有メモリ領域を確保した際に確保されるページ数。

Diff 送信ノード、送信量、送信頻度

ホームのページへ Diff を送信するノードと送信された Diff 量、各ノードの Diff 送信頻度。

ホーム移動推移

アクセス履歴によるホーム移動推移と移動のタイミング。

ページ更新量、更新頻度、

ノード毎のホームでないローカルに確保されている共有ページの更新頻度、更新量、更新部分。

以上のような点に焦点を当てることで、アプリ

“ Performance Analysis Tool for Software DSM ”

[†]Takahisa Suzuki; Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

[‡]Shusuke Okamoto; Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

ケーションの特徴が理解でき、最も効率的なページの静的なホームの割り当て方法や、動的なホーム移動のタイミングと移動先ノードを発見することができる。

4. 実装

4.1 解析ツール

各ノードから解析に必要な情報を解析ツールノードに送信し、その情報をもとに解析ツールノードがウィンドウでページの状態を表示する。ウィンドウ表示部分は高速化のため、P-thread ライブラリを用いて並列化する。

4.2 ウィンドウ表示画面

表示されるウィンドウはメインウィンドウとサブウィンドウがある。

4.2.1 メインウィンドウ

メインウィンドウでは主にホームのページ状態を表示する。(図.1 前方ウィンドウ)

ノードカラー ノード毎に色を決め、それをノードのカラーとし、その一覧をウィンドウ右側に表示する。

ページの表示 共有メモリページを確保すると、そのホームのページを表示する。ページの枠色がホームのノードカラーで彩色される。

ホームの移動 ホームの移動が開始されるとそのページの枠色が点滅し、移動が完了すると枠色が移動したノードのカラーになる。

Diff 送信状況 ホームのページが更新(Diff 送信)されたら、更新したノードカラーで更新部分を彩色する。ホームであるノードが更新したのならページ枠色と同色、ホームでないノードが更新したのなら異色である。

ページ更新状況 ノードカラーの表示部分を左クリックするとそのクリックされたノードのローカルに確保されている共有ページの状況を別ウィンドウで表示する。(図.1 後方大ウィンドウ)

4.2.2 サブウィンドウ

サブウィンドウでは、それまでの Diff 送信統計情報をグラフで表示する。メインウィンドウに表示されているページを左クリックすることで、それまでの全 Diff 量のうち送信したノードの割合を円グラフでサブウィンドウに表示する。(図.1 右下ウィンドウ)

4.3 TCP/IP 通信

各ノードから解析ツールノードへの解析に必要なデータは TCP/IP 通信によって行われる。高速化のため P-thread を用い、各ノードからのデータ受信をスレッド化している。

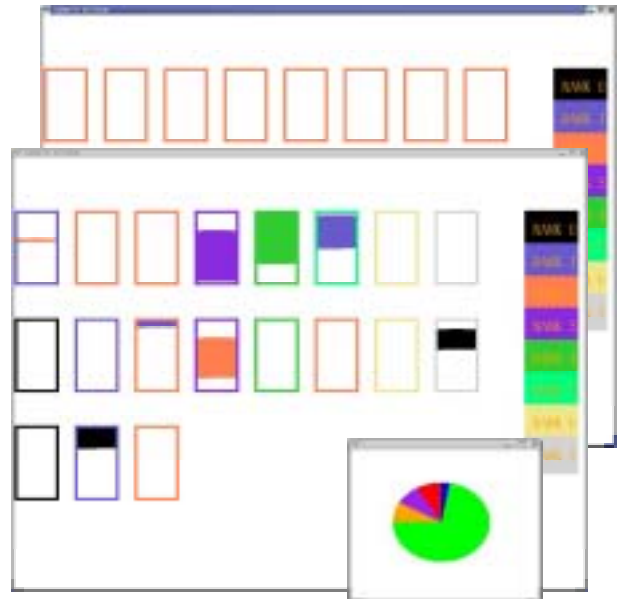


図1 表示ウィンドウ

5. まとめ

本論文では、ソフトウェア DSM で動作するプログラムの性能改善を目的とした、ページの状態をグラフィカルに表示する性能解析ツールを提案した。

参考文献

- (1) 阿部 拓弥、岡本 秀輔 “ソフトウェア DSM におけるホーム移動に関する一考察,” 情報技術フォーラム (FIT2002) 講演論文集, PP167-168 (2002).
- (2) Cristiana Amza, Alen L. Cox, Sandhya Dwarkadas, Pete Keleher, Honghui Lu, Ramakrishnan Rajamony, Weimin Yu, Willy Zwaenepoel, “TreadMarks : Distributed Shared Memory Computing on Networks of Workstations,” IEEE Computer, Vol.29, NO.2, pp. 18-28 (1996).
- (3) Benny Wang-Leung Cheung, Cho-Li Wang, Kai Hwang, “A Migrating-Home Protocol for Implementing Scope Consistency Model on a Cluster of Workstation,” PDPTA '99 (1999).
- (4) Cristiana Amza, Alen L. Cox, Sandhya Dwarkadas, Willy Zwaenepoel, “Software DSM Protocols that Adapt between Single Writer and Multiple Writer,” HPCA-3 (1997).