

並列データマイニング実行時の IP-SAN 統合型 PC クラスタの動作解析

原 明日香†

神坂 紀久子†

小口 正人†

†お茶の水女子大学

1 はじめに

近年、情報システムにおいて処理される情報量が爆発的に増大しており、その中からユーザが必要とする情報を高速に取り出すことが求められている。そこで膨大なデータを処理するために、本研究ではバックエンドとフロントエンドのネットワークを統合した IP-SAN 統合型 PC クラスタを構築して利用した。ただしアプリケーション実行時にクラスタのノード間通信や I/O の実行がどのように振舞いシステム性能に影響を与えているのかなど詳しい解析は行われていない。そこで本研究では、相関関係抽出などのデータマイニングを実行し、システムのモニタを行い解析することによって、IP-SAN 統合型クラスタの詳しい振舞いを明らかにする。

2 IP-SAN 統合型 PC クラスタ

図 1 に示される分散メモリ型並列計算機の各ノードに汎用のパーソナルコンピュータとネットワークを用いた PC クラスタにおいて、図 2 のように Front-end と Back-end のネットワークを同じ IP ネットワークに統合した IP-SAN 統合型 PC クラスタの実現を考えた。ネットワークを統合することでネットワーク構築コストと管理コストの削減が出来る。

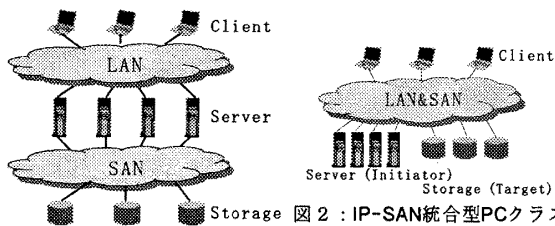


図 1 : 通常の IP-SAN PC クラスタ

3 相関関係抽出と並列相関関係抽出

相関関係抽出のアルゴリズムとしてよく知られているものに、Agrawal らによる Apriori アルゴリズムと Han らによる FP-growth アルゴリズムがある。Apriori は発見された頻出アイテムセットから候補アイテムセットを生成し、数え上げを行う。FP-growth は巨大なトランザクションデータベースをコンパクトに圧縮したデータ構造である FP-tree を利用することで、候補パターンを生成せずに頻出パターンを抽出する。FP-tree の構造を図 3 に示す。

Analysis of IP-SAN consolidated PC cluster on which parallel data mining is executed

† Asuka Hara, Kikuko Kamisaka, and Masato Oguchi
Ochanomizu University (†)

相関関係抽出で扱うデータはしばしば巨大であるため、データベースを分散し計算処理を並列化する必要がある。Apriori の並列相関関係抽出のアルゴリズムはいくつか提案されているが、本研究ではハッシュ関数を用いて Apriori を並列化する HPA (Hash Partitioned Apriori) を用いる。FP-growth の並列相関関係抽出のアルゴリズムは、既存研究において提案された PFP (Parallel FP-growth)[1] を用いる。

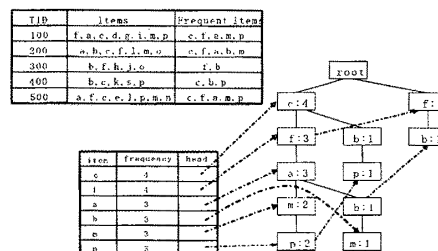


図 3 : FP-tree の構築例

4 研究内容

4.1 既存研究

我々は、並列相関関係抽出アルゴリズムをローカルデバイスを用いた PC クラスタおよび IP-SAN 統合型 PC クラスタ上で実行し、実行時間を比較した [2]。この実験に用いた PC クラスタの各ノードはデータ領域として SCSI ディスクを用いている。実験結果より、どちらの PC クラスタも同程度の性能であることが分かった。そこで性能が落ちなかった原因を解明するため、ノード間通信とネットワークストレージアクセスを並行して複数のプロセスにより動作させ、ネットワークに高負荷をかけ、性能への影響を評価した [3]。その結果、ネットワークと比較してローカルストレージの帯域幅が低いことなどによりネットワーク帯域に余裕があるため、IP-SAN 統合型 PC クラスタの性能が落ちないということが分かった。

4.2 研究概要

そこで本研究では、以前の実験環境よりもストレージ性能をより強化した新しい IP-SAN 統合型 PC クラスタを構築した。アクセス性能が良いとされる SAS ディスクをデータの読み書きを高速化する RAID0 で構成することで、より高性能なストレージを実現した。新しい環境において、並列相関関係抽出アルゴリズムをローカルデバイスを用いた PC クラスタ、IP-SAN 統合型 PC クラスタ上でそれぞれ実行し、その時の通信状況

をモニタリングツールにより観察することで、IP-SAN 統合型 PC クラスタの動作解析を行う。

5 基本性能測定

まず、基本性能を測定するために、ハードディスクベンチマークの bonnie++ を用いて、SATA と SAS(RAID0) であるローカルデバイス、および SAS(RAID0) を Target ストレージとして Initiator と Target を 1 対 1 で接続させた iSCSI の計 3 種類のストレージについて Sequential read と Sequential write を測定した。その結果を図 4 に示す。この結果から、ローカル SAS(RAID0) の性能が格段に良いことが分かる。また、iSCSI を用いた通信の方がローカル SATA よりも性能が良いことが分かる。これらにより、今回高性能のディスクを IP-SAN 統合型 PC クラスタに導入できたということが確認できた。

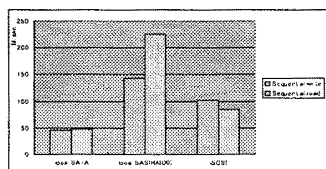


図 4 : bonnie++によるSequential readとwriteの実行結果

6 実験結果と考察

HPA アルゴリズムと PFP アルゴリズムの並列化プログラムについて、アイテム数を 1000 とし、トランザクション数が 1M、2M、4M、8M のトランザクションデータを用い、最小サポート値を 0.7 % として実行した。プラットフォームとしては、ローカルデバイス (SAS ディスク RAID0 構成) を用いた PC クラスタ、ローカルデバイス (SATA ディスク) を用いた PC クラスタ、IP-SAN 統合型 PC クラスタで実行し、そのときの実行時間をそれぞれ測定して、ネットワークトラフィックをモニタリングした。

実験には 8 台の PC を Gigabit Ethernet で接続した PC クラスタを用いる。IP-SAN を用いる場合には、iSCSI ターゲット用の PC がもう 8 台接続されている。iSCSI イニシエータ PC として、CPU が Intel Xeon 1.6GHz、メインメモリが 4GB、HDD が 250GB SATA、OS が Linux 2.6.18(CentOS 4.5)、iSCSI ターゲット PC として、CPU がクアッドコア Intel Xeon 1.6GHz、メインメモリが 2GB、HDD が 73GB SAS × 2、OS が Linux 2.6.18(CentOS 4.5) であるマシンを使用した。

図 5 に HPA アルゴリズム、図 6 に PFP アルゴリズムのそれぞれのクラスタにおける実行時間を示す。

この結果から、HPA においてはどのクラスタにおいても性能はほとんど変わらず、PFP においてはベンチマークで格段に性能が良かった SAS ディスクを用いたクラスタの性能が一番悪いということが分かった。また、ネットワークトラフィックのモニタリングにより、今回

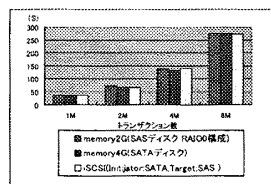


図 5 : 各クラスタにおける HPA の実行時間

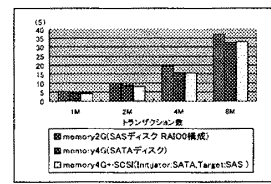


図 6 : 各クラスタにおける PFP の実行時間

の実験ではネットワークの帯域にまだ十分余裕があることが分かった。これらから、今回使用した HPA のプログラムはディスクアクセスの性能やメインメモリ容量の影響を受けにくく、また、PFP のプログラムはディスクアクセスの性能の影響を受けにくい、メインメモリ容量の影響を受けやすいと考えられる。したがって、IP-SAN 統合型 PC クラスタはどちらのプログラムを実行させたときでも有効であると言える。

7 まとめと今後の課題

本研究では、Apriori の並列化アルゴリズム HPA と FP-growth アルゴリズムの並列化アルゴリズム PFP を、これまでより高性能なストレージを導入して構築したローカルデバイスを用いた PC クラスタ、IP-SAN 統合型 PC クラスタにおいて実行し、実行時間を測定して、その時のネットワークトラフィックをモニタリングした。この結果から十分に高速なディスクを用いてストレージのボトルネックを解消した場合にも、IP-SAN 統合型 PC クラスタは並列データマイニングの実行で良好な性能を発揮しており、この場合は主にメインメモリ容量などで性能が決まっていることから、IP-SAN 統合型 PC クラスタは有効であると言える。今後は、Initiator と Target の接続台数を変え、ストレージアクセスに負荷がかかるような様々な形態において並列データマイニングを実行し、その時の IP-SAN 統合型 PC クラスタの振る舞いをさらに解析し、最適化などを行っていききたい。

謝辞

本研究は一部、文部科学省科学研究費特定領域研究課題番号 18049013 によるものである。

参考文献

- [1] Iko Pramudiono and Masaru Ksuregawa: "Tree structure based Parallel Frequent Pattern Mining on PC cluster", DEXA2003, pp.537-539, September 2003
- [2] 原明日香、神坂紀久子、小口正人: "並列相関関係抽出実行時の IP-SAN 統合型 PC クラスタの特性評価", 分散、協調とモバイル (DICOMO2007) シンポジウム, 5G-1, 2007 年 7 月
- [3] 神坂紀久子、山口実靖、小口正人: "IP-SAN 統合型 PC クラスタにおける複数プロセスによる同時アクセス時の性能評価", 分散、協調とモバイル (DICOMO2007) シンポジウム, 3H-3, 2007 年 7 月