

IP-SAN 統合型 PC クラスタにおける相関関係抽出の実行

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、発達する情報化社会では、データの蓄積と運用が非常に重要になってきている。また、情報システムにおいて処理されるデータ量が膨大になってきている。ユーザにとって重要なデータが蓄積されているにも関わらず、使いこなせていない場合が少なくない。本研究では膨大なデータから有益な規則や関係を抽出する相関関係抽出において代表的な Apriori アルゴリズムと FP-growth アルゴリズムを利用し、両者の比較を行う。パラメータ条件によっては相関関係抽出における計算量、データ処理量は非常に多くなるため、並列化が不可欠となる。そこで分散メモリ型並列計算機である PC クラスタを用いるが、その際にバックエンドのストレージネットワークを統合した IP-SAN 統合型 PC クラスタを用いて実行し、性能評価を行う。

2 IP-SAN 統合型 PC クラスタ

各ノードが独立して動作する CPU、メモリ、二次記憶を保有し、ノードが必要に応じてネットワークを介し互いに通信することで全体として並列分散処理を実現す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ものを PC クラスタ [図 1] という。Front-end(ノード間通信)は LAN、Back-end(ストレージアクセス)は SAN でネットワーク接続されている。そこで図 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。

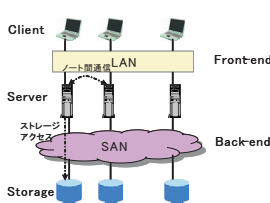


図 1: 通常の PC クラスタ

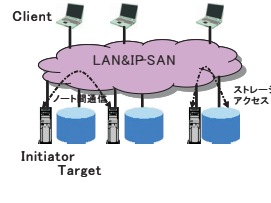


図 2: IP-SAN 統合型 PC クラスタ

3 相関関係抽出と並列相関関係抽出

相関関係抽出では、巨大なデータからあるパターンが現れる頻度 (サポート値) を調べる。その頻度が多ければ、そのパターンは有意義なデータとなり、販売戦略などに活用出来る。

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して、多数台のコンピュータをネットワークで接続した PC クラスタなどの環境でマイニング処理を実行する並列相関関係抽出の研究が行われている。相関関係抽出の代表的な 2 つのアルゴリズムの概要を説明し、本研究で用いる並列化アルゴリズムを紹介する。

3.1 Apriori アルゴリズム

1994 年に Agrawal らによって提案されたもので、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、繰り返し数え上げを行っていくアルゴリズムである。1 回目のデータベーススキャンで頻出 1 アイテムセットを抽出し、それらを元に候補 2 アイテムセットを生成する。2 回目のデータベーススキャンで候補 2 アイテムセットから頻出 2 アイテムセットを抽出する。これを候補アイテムセットが生成されなくなるまで繰り返していくことで、頻出パターンをすべて発見していくアルゴリズムである。

3.1 Apriori アルゴリズム

Apriori アルゴリズムには、候補アイテムセットを格納するために大容量のメモリが必要となる、何度も繰り返しでデータベースをスキャンする可能性があるといった問題点がある。

Apriori をベースにした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使用して Apriori を並列化する HPA (Hash Partitioned Apriori) [2] を用いる。

3.2 FP-growth アルゴリズム

2000 年に Han らによって提案された [3] もので、巨大なトランザクションデータベースから相関関係抽出に必要な情報をコンパクトに圧縮したデータ構造である FP-tree を利用している。候補パターンを生成せずに頻出パターンを抽出することで、Apriori アルゴリズムの問題点を改善したアルゴリズムである。

3.2 FP-growth アルゴリズム

FP-tree は次のように構築される。1 回目のデータベーススキャンで、各アイテムのサポート値を求め、頻出アイテムを抽出し、抽出された頻出アイテムをサポート値により、頻度が降順になるように並び替え (これを F-list とする)、空 (null) のラベルを持つ木のルートを作成 (これを T とする) する。2 回目のデータベーススキャンで、F-list に従ってトランザクションから頻出アイテムを抽出し、ソートする。T が F-list の要素である子を持っていれば、その子のカウントを 1 増やし、

Execution of association rule mining on IP-SAN consolidated PC cluster
[†] Asuka Hara, Kikuko Kamisaka, and Masato Oguchi
 Ochanomizu University ([†])

持っていなければ、新しくカウント1を持つ子を作る。F-listの最後までこの操作を繰り返す。FP-treeの構築例を図3に示す。

このようにFP-growthは構築されたFP-treeの性質を利用することにより、頻出パターンを発見していくアルゴリズムである。FP-growthの並列相関関係抽出のアルゴリズムは、本研究ではHPAを元に行われた既存研究[4]で提案されたものを用いる。

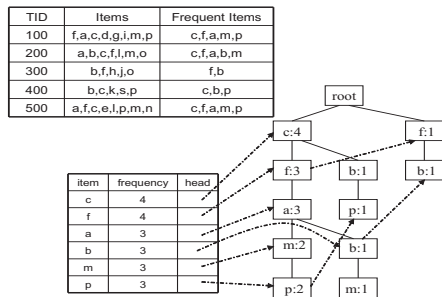


図 3: FP-tree の構造例

4 実験内容と実験環境

本稿でははず Apriori アルゴリズムの並列化プログラムである HPA を、ローカルデバイス (SCSI ディスク) を用いた PC クラスタ、IP-SAN (iSCSI) 統合型 PC クラスタ、バックエンド IP-SAN を用いた非統合 PC クラスタで実行し、そのときの各パスの実行時間と合計の実行時間をそれぞれ測定する。実験には 4 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 4 台接続されている。各 PC は CPU が Pentium4 1.5GHz、メインメモリが 384MB、OS が Linux 2.6.9-1667 (Fedora core 3) である。

5 実行結果と考察

1MB、2MB、4MB、8MB 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% としたときの各パスの実行時間、合計の実行時間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、バックエンド IP-SAN を用いた PC クラスタ上で測定した。図 4 に、同じ大きさのトランザクションデータにおけるそれぞれのクラスタの実行時間を示す。図から見てわかるように、どのトランザクションデータにおいても実行時間はあまり変わらない。次に、図 5 に、4M のトランザクションデータにおける各パスの実行時間の割合をそれぞれの PC クラスタごとに示す。どの PC クラスタにおいても各パスが占める割合はほぼ変わらないことがわかる。IP-SAN 統合型 PC クラスタは、バックエンドとフロントエンドで同じネットワークを使用

するため性能が落ちる可能性が予想されたが、本実験で性能は変わらないということが分かった。

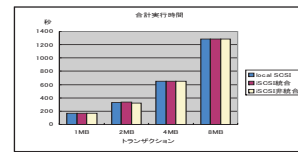


図 4: 各トランザクションにおける合計実行時間

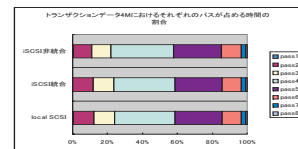


図 5: トランザクションデータ 4MB におけるそれぞれのパスが占める時間の割合

6 まとめと今後の課題

Apriori の並列化アルゴリズムである HPA 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、バックエンド IP-SAN を用いた非統合型 PC クラスタにおいて実行し、実行時間を測定して比較した。データサイズが変化しても、それぞれの PC クラスタにおける実行時間はほぼ変わらなかった。同じ性能を示すならコストが安く、ネットワークの管理をしやすい IP-SAN 統合型 PC クラスタが有効であると考えられる。今後は、FP-growth アルゴリズムの並列化プログラムを現在用いている環境に移植し、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、バックエンド IP-SAN を用いた PC クラスタにおいて実行して、今回測定した結果との比較実験を行う予定である。

参考文献

- [1] 福田剛志、森本康彦、徳山剛志:”データマイニング”, 共立出版
- [2] 小口正人、喜連川優:”ATM 結合 PC クラスタにおける動的リモートメモリ利用方式を用いた並列データマイニングの実行”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J84-D-I, No.9, pp.1336-1349, 2001 年 9 月
- [3] Jiawei Han, Jian Pei, and Yiwen Yin:”Mining Frequent Patterns without Candidate Generation”, ACM SIGMOD2000, pp.1-12, May2000
- [4] Iko Pramudiono and Masaru Ksuregawa: ”Tree structure based Parallel Frequent Pattern Mining on PC cluster”, DEXA2003, pp.537-539, September 2003