

機器データ向け時系列追記型データベース管理システムの評価 Evaluation of Log-Structured Database Management System for Sensor Data

藤井 雄規† 郡 光則† 高山 茂伸†
Yuki Fujii Mitsunori Kori Shigenobu Takayama

1 はじめに

機器データの活用を目的として、時系列追記型データベース管理システムを開発した。実際の機器データを用いた評価により、コア数増加による集計検索性能のスケラビリティ、及び圧縮率を確認した。

2 背景と課題

エネルギー管理やプラント制御、交通など様々な分野で、センサで計測された機器データの活用が進んでいる。数万以上のセンサの管理、ミリ秒単位の間隔での計測、数年以上に及ぶデータの保存等、データ量増大に伴い処理時間やストレージコスト削減の必要性が高まっている。

3 時系列追記型データベース管理システム

本稿では、我々が開発した機器データ向けのデータベース管理システムを時系列追記型データベース管理システムと呼ぶ。時系列追記型データベース管理システムは、列指向型のデータ管理方式と並列処理機構によるデータの集計検索処理の高速化、データ圧縮機能によるストレージ容量削減といった特長を持つ。以下、個別に説明する。

3.1 列指向型のデータ管理方式とデータ圧縮機能

機器データの活用においては、多数のセンサから特定のセンサのデータを抽出する用途が想定される。また、同一センサのデータを時系列に並べると圧縮効率が高い。そこで、時系列追記型データベース管理システムでは、RDBMS と類似の二次元表形式のデータモデルにおいて、表を列単位に分割して格納し、検索時に必要な列を選択的に読出す列指向型のデータ管理方式を採用した[1]。また、データ格納時にはデータを列単位で圧縮する[2][3]。

時系列データベース管理システムでは、表を複数の行の集合に分割し、各行の集合を列単位に分割してブロックと呼ぶ単位にまとめる(図1)。各ブロックは圧縮されて圧縮ブロックとなった後、圧縮ブロックの集合はページと呼ぶ単位にまとめられ、ストレージに格納される。

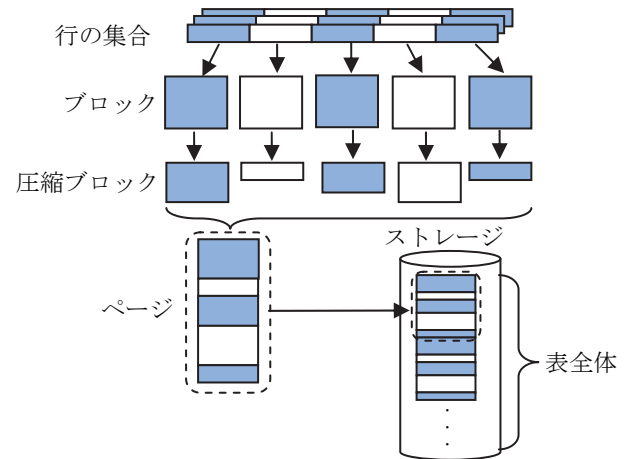


図1: データ格納方式

3.2 並列処理機構とその特長

時系列追記型データベース管理システムでは、データ投入時の圧縮処理はページを単位として並列処理する[2]。集計検索時にはRDBMSと同様にSQLに準じた問い合わせ文からオペレータの木構造を生成して実行する。ここでストレージ側の末端に位置するオペレータは通常最も処理負荷が高いため、SPオペレータと呼ぶ特別なオペレータを生成し、並列入出力、並列処理を行うことで高速化している。また、インテリジェントストレージノード(ISN)と呼ぶ検索ノードを追加して複数サーバにより並列実行することも可能である[4]。

時系列データベース管理システムは、検索要求を受け取ると、ストレージ上の各ページから検索対象のデータを含む圧縮ブロックの群を取り出し、SPオペレータに渡す(図2)。SPオペレータは、各ページに対応する圧縮ブロックの群を処理単位として、複数のスレッド(SPFスレッド)により並列実行する。SPオペレータは、大規模なデータを処理する場合には、OSが認識するプロセッサ数分のSPFスレッドを生成する。各SPFスレッドは伸長、抽出、処理単位内での集計(一次集計)の順に処理を実行する。GROUPオペレータは、SPオペレータの処理結果を基に、全体の集計(二次集計)を実行する。

† 三菱電機株式会社 情報技術総合研究所,

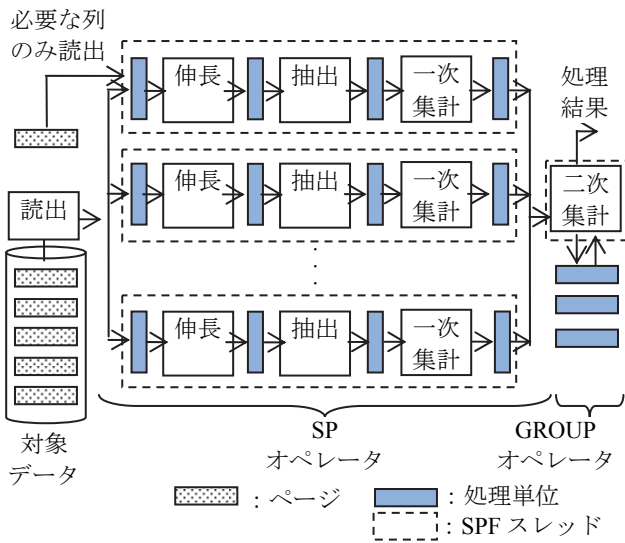


図2：集計検索処理の一例

4 評価

評価では、機器データ管理の代表的な処理であるエネルギー管理におけるセンサ毎の電力値の集計を対象として、コア数増加による集計検索処理のスケラビリティを確認し、並列処理機構の有効性を検証する。また、ストレージ容量についても確認し、データ圧縮機能の有効性を検証する。

4.1 評価条件

評価データ及び処理内容を表1に、評価環境を表2に示す。評価データはセンサ毎に列を分けて格納した。表1に示しているデータ件数は、行数×センサ数で算出したものである。また、コア数はOSの設定により変更した。

表1：評価データ及び処理内容

データ種類		エネルギー管理 電力計測データ
データ蓄積条件	センサ数	1000点
	データ件数	3140億件
元データサイズ(MB)		2,345,050 MB
集計検索処理の内容		時間帯別にセンサの 平均電力量を算出する
集計検索時の抽出対象 センサ数		30件

4.2 評価結果

コア数増加に伴い、集計検索速度が向上していることが確認された(図3)。また、ストレージ容量については、99.3%の圧縮率が確認された(表3)。

表2：評価環境

ソフトウェア	OS	Windows Server 2012 R2
ハードウェア	CPU	Xeon E7-4870 2.4GHz Core 10×4
	メモリ	256GB
	HDD	1.2TB 10,000rpm 2.5型 6G SAS ×4台 RAID5

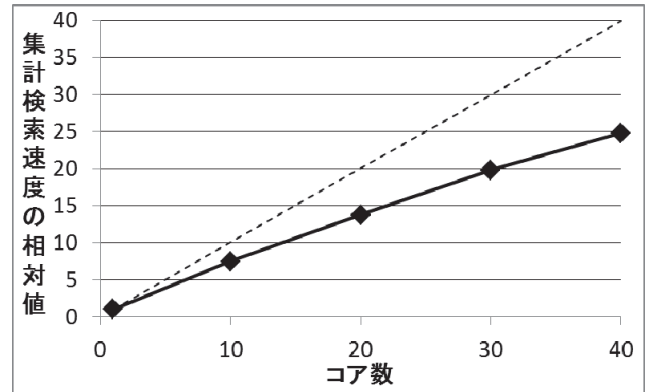


図3：集計検索速度

表3：ストレージ容量

元データサイズ	2,345,050 MB
圧縮後データサイズ(MB)	1,780MB
圧縮率	99.3%

5 おわりに

機器データ向けに時系列データベース管理システムを開発し、実際の機器データを使用して集計検索性能、データ圧縮性能の評価を行った。集計検索性能については、コア数増加によるスケラビリティを確認し、並列処理機構の有効性を検証した。また、ストレージ容量についても、データ圧縮機能の有効性を検証した。今後は、種々の機器データ管理のアプリケーションへ時系列データベース管理システムを適用するための検討を進める予定である。

参考文献

[1] 上田 尚純,他：ブロック化転置ファイルを利用したデータウェアハウス向けデータベース管理システムの評価, 情報処理学会論文誌.データベース. 42(SIG 10(TOD11)), p.64-78(2001).
 [2] 郡 光則：データウェアハウス向け高性能データ圧縮方式, データウェアハウス向け高性能データ圧縮方式, 情報処理学会論文誌.データベース. 47(SIG 13(TOD 31)), 58-73(2006).
 [3] 加藤 守,他：環境情報データベース向け高性能センサデータ圧縮方式, 第73回情報処理学会全国大会, 2C-5 (2011).
 [4] 加藤 守,他：追記型データベースのスケラビリティ評価,第74回情報処理学会全国大会, 2C-2 (2012).