

センサデータ集約システムに応える高性能DBMSの開発 センサ指向アプリを支えるDBMS

1. 背景

センサとハードウェアの発達により、センサデータをDBMSで管理する需要が増えている。特に研究用途例では、様々な環境の監視例、例えば火山、道路状況、水道管、野鳥、室内、等が報告されている。このようなアプリケーションに対して従来のDBMSを適用しては、センサデータを効率的に管理することが難しい。その理由は次の3点にまとめられる。

(理由1) センサデータは数ミリ秒周期で発生するが、既存のDBMSはこのような高周期データを格納することができない。

(理由2) センサデータに対しては解析関数(例えば類似シーケンス検索や信号処理)が求められるが、既存のDBMSはそのような解析関数を用意していない。

(理由3) センサデータの監視はDBMS内部で行い、イベント発生時のみユーザに通知する方式が望ましいが、そのような仕組みは既存のDBMSには存在しない。

2. 目的

本計画の目的は、上記で述べた3機能、すなわち、高速データ挿入、解析処理支援、そして周期的監視処理支援、を実現するDBMSを開発し、OSSとして無償公開することにある。

3. 開発の内容

本計画では2つのソフトウェアを開発した。第一に、上記目的を達成するDBMSであるKRAFT、そして、PostgreSQLを高速化したSigresの2つである。開発当初はKRAFTのみを開発する予定だったが、KRAFTに導入した非同期的データ挿入技術をPostgreSQLにも導入し、Sigresなる名前で公開した。

3.1 KRAFT

KRAFTのデータモデルは時系列関係モデルである。問合せ言語はSQLを拡張し、where節に信号処理などを記述可能にした。サーバクライアント方式で動作し、FreeBSD5.4R上での実験では、1000スレッドでの安定動作が確認された。KRAFTの特徴である3機能の内容について下記に述べる。

(1) 高速データ挿入: データ挿入のボトルネックはディスクアクセスにある。ディスクにWALログを書き込まなければトランザクションは終了しないのが既存の考え方であった。それではディスクアクセスのために性能は向上しない。そこでUPSを付けたメモリを永続的記憶装置とみなすことで、メモリ上でトランザクションを完了させる機構を実現した。PostgreSQLに対して最大で186倍の性能向上を実現した。

(2) 解析処理支援: センサデータはシーケンスとみなすことができる。そこで任意長のサ

ブシーケンスに対して、類似シーケンス検索関数、FFT 関数、集約関数を準備した。これによりユーザは手軽に高速に上記処理を実行できる。

(3) 周期的監視処理支援： 周期的に問合せを実行させるために、FreeBSD のスレッドスケジューラを修正し、リアルタイム化をおこなった。これにより監視処理が精密に周期的に実行される。

3.2 Sigres

PostgreSQL の WAL 機構を修正し、データ挿入を数倍程度高速化した Sigres を開発した。Sigres は PostgreSQL の XLogWrite 関数を通常時には呼ばないことで、同関数を持つ `wirte()`, `fsync()`, 2 つのシステムコールを呼ぶ回数を大幅に削減する。また、XLogWrite をコールする前に取得する WALWriteLock なるロックも、Sigres では取得しない。以上の理由により高速化が達成されるが、UPS が故障した場合にはシステムが危機にさらされる。

4. 従来技術(または機能)との相違

4.1 KRAFT について

4.1.1 SPE (Stream Processing Engine)

SPE はセンサデータやニュースデータのように頻繁に発生するデータを格納せずにフィルタ・集約処理するシステムである。SPE は高速だが、一切データを格納できない点が KRAFT と異なる。

4.1.2 ORDBMS (Object Relational DBMS)

ORDBMS には関係データモデルを時系列拡張したものがある。例えば Informix Time-series Datablade などである。このようなシステムを使えば時系列データを直観的に管理することができるが、ORDBMS は高速データ挿入も周期的監視処理も支援しない点が KRAFT とは異なる。

4.2 Sigres について

Sigres が PostgreSQL と異なるのは、データ挿入速度が PostgreSQL よりも速いが、UPS がなければ電源障害についてリスクがある点である。Sigres は `postgresql.conf` から設定できるために、DB サーバ起動毎に Sigres を使うか使わないか設定可能である。

5. 期待される効果

KRAFT は、これから増加が見込まれるセンサルームなどでの利用が考えられる。現在は研究用途に特化しているが、ハードウェアとセンサデバイスの進展により、センサデータ集約サイトに適切な同ソフトウェアは近い将来使われるようになると考えられる。現在の想定分

野はスマートルームであるが、金融データ解析への応用も検討している。

一方、Sigres は PostgreSQL ユーザ全てに貢献すると考えられる為、PostgreSQL メインツリーへの導入を検討している。

6. 普及(または活用)の見通し

KRAFT はまだ数件程度の利用しかないので、今後宣伝をしていく予定である。Sigres は 270 件ダウンロードされており、外部企業からの利用も頼まれている。両者とも安定性と性能を高めて、より広報活動をしていく予定である。

7. 開発者名(所属)

川島英之(筑波大学大学院システム情報工学研究科)

サポート組織: 日本エンジェルズインベストメント

(参考) <http://www.kde.cs.tsukuba.ac.jp/~kawasima>