

センサネットに対する XML ビューの提案

山口 卓郎[†] 天笠 俊之^{†,‡} 北川 博之^{†,‡}

[†]筑波大学システム情報工学研究科

[‡]筑波大学計算科学研究センター

1 はじめに

センサネットとは、温度センサや照度センサ、加速度センサといった各種センサを搭載した小型計算機を、複数用いて構成されるネットワークのことであり[1, 2]、さまざまな実世界環境から観測データを取得するために広く利用されている。これまでの研究において、センサネットへの問合せには、SQL ライクな問合せ言語を用いるか、スプレッドシート形式にまとめられた情報を閲覧することが多かった。この場合、センサノードの ID やノードの位置情報などのメタデータを利用者が把握した上で問合せを発行する必要があるなど、利便性が高いとは言えなかった。

そこで本研究では、センサネットから得られるデータを XML 形式に変換して利用者に提供する、センサネットに対する XML ビューを提案する。センサネットから得られる観測データと、事前に格納しておいたメタデータを組み合わせることで、センサデータを XML として提示するとともに、利用者は XPath や XQuery を用いて、センサネットに対して意味的な問合せを行うことが可能になる。

2 提案システム

本研究においては、図 1 に示すシステムで XML ビューの生成や差分更新を行う。システムについて、以下に詳しく述べる。

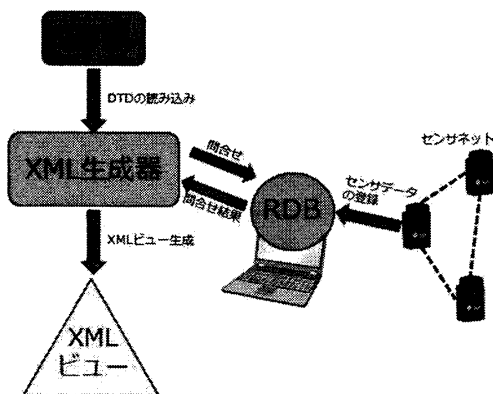


図 1: システムの概要

2.1 システムの概要

センサデータはストリームデータの一つであり、センサネットでセンシングされたセンサデータは、連続的にリレーショナルデータベース(以下 RDB)に登録される。また、各センサノードの位置などを登録したメタデータも、RDB には登録されているものとする。例えば、以下のようなスキーマを仮定する。

```
sensordata (sensor, datetime, type, value)
```

```
metadata (floor, room, sensor, x, y)
```

センサデータに対して XML ビューを定義するために、本研究では DTD (文書型定義) に対して特別なアノテーションを施し、それに基づいて XML を生成する手法を提案する。(詳細は 2.2 節で述べる。) システムはその DTD に基づき、RDB 中のセンサデータおよびメタデータから、要求に応じて XML ビューを生成する。

2.2 拡張 DTD による XML ビュー定義

DTD および RDB 中のデータに基づいて XML を生成するために、DTD に特殊なアノテーションを記述することを提案する。アノテーションは XML のコメントとして記述し、内容には直前の構文規則で参照されている #PCDATA に入るべき値を RDB から取得するための SQL 問合せを記述する(図 2)。

```
<!ELEMENT SENSOR (snum, SENSORDATA)>
<!ELEMENT snum (#PCDATA)>
<!--SELECT DISTINCT SENSOR as snum FROM
metadata WHERE ROOM = {rnum}-->
<!ELEMENT SENSORDATA (temp*, humid*)>
<!--UPDATE value="snum"-->
<!ELEMENT temp (#PCDATA)>
<!--SELECT DISTINCT VALUE as temp, DATETIME
as timestamp FROM sensordata WHERE SENSOR =
{snum} and TYPE = 'temp'-->
<!ATTLIST temp timestamp CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT humid (#PCDATA)>
<!--SELECT DISTINCT VALUE as humid, DATETIME
as timestamp FROM sensordata WHERE SENSOR =
{snum} and TYPE = 'humid'-->
<!ATTLIST humid timestamp CDATA #REQUIRED>
```

図 2: DTD の例

特殊な記法として、「{snum}」という構文を導入している。これは、既に RDB から取得された値を参照するための記法である。上の例では、「... WHERE SENSOR = {snum} AND ...」によって、取得するセンサの ID を、現在生成しようとしている要素に関連付けている。

A Proposal of XML Views for Sensor Networks

Takuro Yamaguchi[†], Toshiyuki Amagasa^{†,‡},

Hiroyuki Kitagawa^{†,‡}

[†]Graduate School of Systems and Information Engineering,
University of Tsukuba

[‡]Center for Computational Sciences, University of Tsukuba

2.3 XML ビューの生成

XML ビューの生成は以下の手順で行われる。

- DTD の構文規則をルート要素からたどり、そこに出現する要素を出力する。
- テキスト(#PCDATA)については、関連する問合せを RDB に発行し、得られた値を出力する。また、後ほどの参照に備えて、要素名と出力値をペアで記録する。
- 問合せ中に「{要素名}」のような参照が出現した場合、前項の値を参照し、その値に置き換える。

2.4 議論

上記の手順で XML ビューは生成可能である。しかしながら、センサデータは連続的にセンサノードから到着し、データベースに蓄積され続けるという性質がある。このため、XML ビューを連続的、あるいは定期的に生成することを考えると、タイミングによっては、前回からほとんど更新がないことも考えられる。この場合、毎回、DTD を全て走査して、XML ビューを 1 から生成するのは無駄が多い。

3 XML ビューの差分更新

ここでは、XML ビューの差分更新について議論する。ここで重要なのは、センサからのデータが到着することによって更新が生じるのは、センサデータを格納するテーブルだけだということである。逆に言うと、DTD のうち、センサデータを参照している構文規則以外は、データベースの更新の影響を受けない。構文規則が影響を受けるかどうかは、アノテーション中の問合せの FROM 句を見ればわかるので、そのような構文規則だけに着目して、XML データを部分的に再構築する。

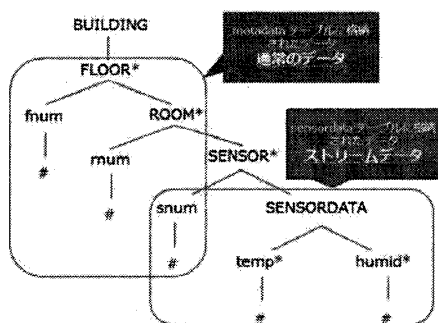


図 3: DTD 木において差分更新に該当部分

図 3 は、DTD を木構造で表示した図である。この DTD の場合、問合せを分析することによって、SENSORDATA 要素以下の要素(temp, humid)だけが更新の影響を受けることが分かるので、そこだけを部分的に再構築する。

問題は、再構築した部分 XML データを XML ビューのどの部分に挿入するかということである。

このために毎回 XML データを走査していると、更新のコストがかさんでしまうので、本研究では、挿入部分を明示する、以下のような特殊なコメントを利用する。

```
<!--UPDATE SENSORDATA snum = "Node 1-1"
lastupdated = "20091015200111"-->
```

コメント内の snum = "Node 1-1" は差分更新時に行う RDB への問合せに用いるパラメータである。lastupdated は SENSORDATA 要素内で最も新しいデータの timestamp を記述している。これはビュー更新ごとに値が更新される。

4 評価実験

提案した手法の有用性を測るために評価実験を行った。センサデータはノード数 8、センサ数 2、データ送信レートは 1 タプル/秒で疑似的に生成する。XML ビューは 2 秒間隔で連続的に 170 分実行し、1 回あたりの実行時間を測定した。

結果を図 4 に示す。更新するデータ数が多くなるにつれ、差分更新の方が効率的に XML ビューの生成が可能であることが分かる。

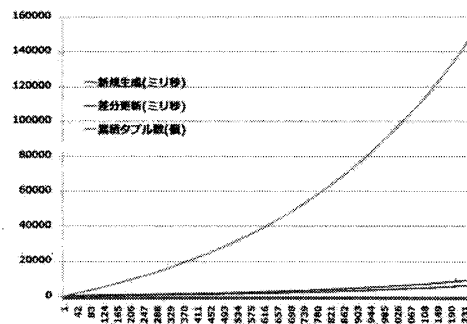


図 4: 実験結果

5 まとめ

本稿では、センサデータに対する XML ビューを提案した。また、効率的なビューの維持のため、差分更新手法について議論し、その有効性を実験によって検証した。

今後の課題として、指定された時間幅に基づく XML ビューのサポートと RDB への問合せ発行回数 の低減などが挙げられる。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究 (A) (#21240005) による。

参考文献

[1] Amol Deshpande, et al., "MaudeDB: Supporting Model-based User Views in Database Systems", Proc. SIGMOD2006, 2006.
 [2] 山口卓郎, 渡辺陽介, 北川博之., センサノード上で動作する汎用データ管理基盤の開発, DEIM2009.