

6W-7 拡張可能 XML 問合せ言語 X²QL を用いた G-XML データ処理のための外部関数の実装

永井 孝明 *

北川 博之 †

品川 徳秀 †

石川 佳治 †

* 筑波大学 システム情報工学研究科

† 筑波大学 電子・情報工学系

† 筑波大学 工学研究科

1 はじめに

今日、地理情報を専門的に利用するのみでなく、より日常的に利用する機会が増えてきている。この背景の下、各種の地理情報システム(GIS)が開発されてきている。一方、インターネット環境における情報交換のためのデータ表現形式として XML が注目されており、地理情報の記述に XML を用いる手法の研究開発が行なわれている。G-XML [1] はそのプロトコルの一つである。今後、XML の普及に伴って、XML を介した GIS データの相互交換が増加し、一時的あるいは恒久的に蓄積されたそれらのデータに対する問合せへの要求が高まるものと考えられる。本研究では、我々の研究グループで研究開発中の拡張可能 XML 問合せ言語 X²QL [2, 3] を用いて、G-XML データへの問合せを実現する。X²QL では外部関数を用いてデータに固有の処理を問合せ言語に導入可能である。本研究では、この機能拡張性を利用して GIS データに固有の処理を導入し、G-XML データの利用の高度化を図る。

2 G-XML

G-XML [1] では表現する地図の種類により、Real World G-XML(RW-GXML)、Point & Direction based G-XML(PD-GXML)、Semantic G-XML(S-GXML)、Graphics based G-XML(G-GXML) という 4 種類の DTD を規定している。本研究では一般的な地図を表現する RW-GXML データを問合せ対象に用いる。筑波大学やつくば中央警察署などの建物データを含む RW-GXML データの例を以下に示す。

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS" ?>
<!DOCTYPE RW-GXML SYSTEM "RW-GXML10.dtd">
<RW-GXML version="1.0" SRS="7" resolution="10">
  <Boundary northbc="16800000" westbc="14800000"
    southbc="16200000" eastbc="15600000" />
  <Feature fid="1" theme="tatemono">
    <Property name="housename">筑波大学</>
    <Polygon>
      <Coordinate>15300000, 16350000</>
      ...
    </>
  </>
  <Feature fid="2" theme="tatemono">
    <Property name="housename">市立中央図書館</>
    <Polygon>
      <Coordinate>15250000, 16450000</>
    </>
  </>
</RW-GXML>
```

Implementation of Foreign Functions to Process G-XML
Data in eXtensible XML Query Language X²QL

Takaaki Nagai *, Hiroyuki Kitagawa †, Norihide Shinagawa
† and Yoshiharu Ishikawa †

* Graduate School in Sys. and Info. Eng., Univ. of
Tsukuba,

† Institute of Info. Sci. and Elec., Univ. of Tsukuba,

† Doctoral Program in Eng., Univ. of Tsukuba

```
...
</>
</>
...
</>
```

Boundary 要素では地図の外接矩形を指定し、Feature 要素で各々の地物を記述する。地物は、Property 要素(属性)、Geometry 派生要素(点、線分列、多角形、円、円弧)、Symbols 派生要素(シンボルマーク、テキスト)、Raster 要素(ラスター画像)を含みうる。この例では、全ての地物が多角形で記述されており、Feature の子要素として Property と Polygon という組合せが出現している。また、Property ではその属性情報を記述している。

この RW-GXML データを対象にして、筑波大学と市立中央図書館の距離を求める探索を考える。“筑波大学”と“市立中央図書館”的距離を求めるためには、各々の頂点の座標値を用いて計算を行う必要がある。地理データに対するこのような操作は、既存の一般的な XML 問合せ言語では困難である。そこで、ユーザ定義の外部関数の導入による機能拡張性を持つ拡張可能 XML 問合せ言語 X²QL を用いて、この問合せを実現する。

3 X²QL

X²QL は我々の研究グループで研究開発を行っている XML 問合せ言語で、XML に対する代表的な問合せ言語である XML-QL をベースとしている [2, 3]。X²QL の基本構文は次で与えられる。

```
where パターン式および変数束縛 in 対象
      [, パターン式および変数束縛 in 対象]* [, 述語]*
[rank-by 入力順基準式 top 選択件数]
[order-by 出力順基準式 [descending]]
construct 出力生成式
```

where 節は問合せ条件として適合すべき文書構造やそれが満たすべき条件を指定し、必要に応じて変数の束縛を指定する節である。変数はその記述位置に応じて、文書要素、文書要素内容、文書要素名、属性名、属性値のいずれかに束縛され、それに関する述語によってその値の満たすべき条件が記述される。パターン式中の element_as \$x と content_as \$x は、それぞれその直前の文書要素およびそのタグを除去した文書要素内容で変数 \$x を束縛する。construct 節は、where 節のパターン式中で束縛された変数のそれぞれの組合せに対して生成される出力の構成を指定する節である。rank-by、order-by 節の説明は本稿では省く。

外部関数は、通常の関数として利用される一般関数と、特定の文書要素名を持つ文書要素に対して限定的に適用される文書要素固有メソッド(以下、メソッド)とに分けられる。外部関数の実装は、Java 等の汎用プログラミング言語によって外部プログラムとして与える。外部関数を利用するためには、外部関数定義と外部関数実装を与える。ここで、外部関数定義とは、外部プログ

X ² QL	Java インターフェース
boolean	XBoolean
number	XNumber
string	XString
element	XElement
content	Content

表 1: 型のマッピング

ラムとして与えられる外部関数実装を問合せ中で利用可能にするための情報の記述を指す。定義構文を以下に示す。

```
function 型名 関数名 ([ 引数リスト ])
defined-by "関数実装を含む URI"

function 型名 文書要素名, メソッド名 (引数リスト)
defined-by "関数実装を含む URI"

引数リスト ::= 型名 引数名 [, 型名 引数名 ]*
```

外部関数はその適用対象によって呼び分けられる。特に、メソッドの場合には文書要素に関連づけられた固有の外部関数が呼び出される。これを実現するために、外部関数の定義では型を明示してシグネチャを与える。関数の引数および返値として有効な型は、element(文書要素)、content(文書要素内容)、string(文字列)、number(数値文字列)、boolean(真偽値)の五つと、任意の文書要素型である。文書要素型は文書要素名をその型名とする。

4 外部関数の実装概要

次に、外部関数の実装概要について述べる。本問合せ記述において必要となる外部関数は、二つの多角形間の距離を求めるものであり、これを polyDist() とする。この外部関数は Polygon に対して限定的に適用される関数なので、Polygon のメソッドとする。また、引数には二つの Polygon が与えられ、返値は数値なので number とする。この外部関数定義は以下のようになる。

```
function number Polygon.polyDist(Polygon other)
defined-by "http://localhost/rwgxml.Polygon#polyDist"
```

また、X²QL 处理系では現在 Java バインディングのみを定義しているため外部関数は Java で実装される。外部関数定義を行なうことによって、Java バインディングで定義されている Java インターフェースにマッピングされる。その対応関係を表 1 に示す。

外部関数 polyDist() の返値 number は XNumber に、文書要素 Polygon は XElement に対応する。 XElement は DOM Element インターフェースの拡張である。

polyDist() では RW-GXML 文書にアクセスするための API として、DOM(Document Object Model) を拡張したインターフェースを使用している。Java バインディングに従った実装の概要は以下のようになる。

```
class Polygon {
    public XNumber polyDist(XElement self, XElement other){
        NodeList selfList =
            self.getElementsByTagName("Coordinate");
        for(int i=0; i<selfList.getLength(); i++){
            // 座標値を得る
            ...
        }
    }
}
```

```
        x_self[i] = 座標値を代入;
        y_self[i] = 座標値を代入;
    }
    ...
    XNumber result = 座標値を用いた距離計算;
    return result;
}
}
```

5 X²QL を用いた RW-GXML データに対する問合せ

2 節で述べた RW-GXML データに対する問合せ例“筑波大学と市立中央図書館の距離計算”を X²QL を用いて記述すると以下のようになる。

```
<!-- 筑波大学と市立中央図書館間の距離計算 -->
where <RW-GXML>
<Feature theme="tatemono">
    <Property name="housename"> 筑波大学 </>
    <Polygon></> element_as $polygon
</>
<Feature theme="tatemono">
    <Property name="housename"> 市立中央図書館
</>
    <Polygon></> element_as $object
</>
</>in "http://.../tatemono.rgx"
construct <result>$polygon.polyDist($object)</>
```

この問合せでは where 節において Polygon で \$polygon, \$object を束縛しており、construct 節では 3 章で述べた外部関数 polyDist() によって多角形間の距離が生成される。

6 まとめと今後の課題

本稿では、G-XML データに対する問合せに必要な機能を外部関数として導入することで、X²QL を用いて基本的問合せが記述可能であることを示し、その外部関数の実装概要について述べた。今後、G-XML データに対して必要とされる外部関数実装の拡充とそれらの評価実験を進めていきたい。

謝辞

G-XML の利用に関して御助言いただいている東京大学空間情報科学研究所の有川正俊助教授に感謝いたします。

参考文献

- [1] データベース振興センター.“G-XML 第 1.0 版”，<http://gisclh.dpc.or.jp/gxml/>, 2000 年.
- [2] 品川 徳秀, 北川 博之, 石川 佳治.“拡張可能 XML 問合せ言語 X²QL における外部関数の評価モデル”, 情報処理学会研究報告, Vol.2000, No.69, 2000 年 7 月.
- [3] N. Shinagawa, H. Kitagawa and Y. Ishikawa. X²QL: An eXtensible XML Query Language Supporting User-Defined Foreign Functions, 2000 ADBIS-DASFAA, Prague, 2000.
- [4] 永井 孝明, 北川 博之, 品川徳秀, 石川佳治.“拡張可能 XML 問合せ言語 X²QL を用いた G-XML データ処理” 情報処理学会第 61 回全国大会 4M-8, 2000 年 10 月.