

GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자[†]

김동오*, 김정준, 강홍구, 한기준

건국대학교 컴퓨터공학과

{dokim*, jjkim9, hkkang, kjhan}@db.konkuk.ac.kr

A Dataset Generator for Moving Objects based on GML Documents

Dong-O Kim*, Joung-Jun Kim, Hong-Koo Kang, Ki-Joon Han

Dept. of Computer Science & Engineering, Konkuk University

요약

현재 모바일 환경에서 위치 데이터를 활용하는 LBS(Location Based Services)나 Telematics 같은 분야가 새로운 화제로 대두되었으며, 관련된 다양한 이동 객체 관리 시스템이 국내외에서 개발되고 있다. 이러한 시스템은 위치 데이터의 효율적인 저장 및 검색을 지원해야 하며, 또한 저장 및 검색의 효율성과 안전성을 검증하기 위해 다양한 데이터 셋을 이용한 테스트 및 성능 평가가 요구되고 있다. 그리고, 이 경우에 특정 상황을 가정한 임의 데이터 셋보다 실제 환경에 가까운 데이터 셋을 이용한다면 보다 정확한 테스트와 성능 평가가 가능할 것이다.

본 논문에서는 이러한 필요성을 해결하기 위해 실제 환경에서의 지형 지물과 같은 다양한 고정 객체와 지형 지물상에서 이동하는 다양한 이동 객체를 고려하여 위치 데이터를 생성하는 기법을 연구하였다. 특히, 고정 객체 및 이동 객체의 위치 데이터를 표현하는데 있어 OGC(Open GIS Consortium)에서 제안한 지리 데이터 공유 및 저장의 표준인 GML(Geography Markup Language) 명세에 기반한 GML 문서를 사용하였다. 즉, 본 논문에서는 다양한 이동 객체 관리 시스템이 실제 환경에 가까운 테스트 및 시뮬레이션을 수행할 수 있도록 하기 위해 GML 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자를 개발하였으며, 생성된 데이터 셋은 LBS나 Telematics는 물론 4D GIS 분야에서 보다 정확한 테스트 및 성능 평가를 위해 활용될 수 있을 것이다.

1. 서론

정보화 사회가 발전하고, 모바일 환경이 뒷받침됨으로 인해 위치 데이터가 다양한 분야에서 활용되게 되었다. 특히, 모바일 환경에서 위치 데이터를 효율적으로 활용하기 위한 LBS나 Telematics 같은 분야가 새로운 화제로 대두되었으며, 이와 관련된 수많은 표준[6,7,8]과 이동 객체 관리 시스템이 개발되고 있다[14].

이동 객체 관리 시스템은 위치 데이터를 활용하는 환경에 따라 효율적인 저장 및 검색을 지원하기 위해 다양한 인덱싱 방법을 필요로 한다. 그리고, 저장 및 검색 방법의 효율성을 검증하기 위해 다양한 데이터 셋을 이용하여 테스트 및 성능 평가를 거치게 된다[2,3].

일반적으로 테스트 및 성능 평가를 위한 위치 데이터 셋을 생성하는데 GSTD[9,10,11]나 City Simulator[1]와 같은 데이터 생성자를 사용하고 있는데, 여기서 생성되는 위치 데이터 셋은 다양한

[†] 본 논문은 대학IT연구센터 육성·지원사업의 연구결과로 수행되었음.

이동 객체의 속성 및 실제 지형 지물을 전혀 고려하지 않거나, 특정 이동 객체만을 고려한 것으로 현실에서의 이동 객체의 특성을 반영하지 못하고 있다.

본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위해 OGC에서 제안한 지리 데이터 공유 및 저장의 표준인 GML 명세[4,5]에 기반하고, 현실 환경에서 발생할 수 있는 이동 객체의 위치 데이터를 생성하는 GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자를 설계 및 개발하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 관련 연구로 기존의 데이터 생성자인 GSTD나 City Simulator를 분석하고, 위치 데이터를 표현하는데 기반이 되는 GML 명세를 살펴본다. 제 3 장과 제 4 장에서는 GML 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자의 설계 및 구현에 대해 각각 상세히 설명하고, 끝으로 제 5장에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대해서 언급한다.

2. 관련 연구

본 장에서는 기존의 데이터 생성자인 GSTD와 City Simulator에 대해서 살펴보고, 위치 데이터의 표현을 위해 활용되는 GML 명세를 간략히 기술한다.

2.1 GSTD

GSTD는 사용자가 몇 가지 파라미터 값을 설정함에 따라 GSTD 알고리즘에 의해 시공간 데이터 셋을 생성하기 위한 것이다[9,10,11]. 이것은 시공간 데이터베이스 관리 시스템(Spatio-Temporal Database Management System)에서 시공간 데이터의 효과적인 저장 및 색인 방법, 시공간 접근 방법(Spatio-Temporal Access Methods) 등을 평가하기 위한 데이터 셋을 생성하는 모듈이다.

GSTD에서 시공간 데이터 셋을 생성하는데 사용되는 파라미터는 위치 데이터를 획득할 객체의 시간 간격(Duration), 객체의 이동(Shift), 객체의 크기 변환(Resizing) 등이 있다.

GSTD의 문제점은 이동 객체가 통계학

적 분포에 따라서만 이동하며, 지형 지물을 전혀 고려하지 않았다는 것이다. 또한 이동 객체에 대한 어떠한 속성도 지정할 수 없다는 것이다.

2.2 City Simulator

City Simulator는 3차원 도시에서 사람들의 움직임을 동적인 위치 데이터로 생성하고 시뮬레이션하기 위한 것이다[1]. City Simulator도 GSTD와 마찬가지로 위치 데이터 인덱싱의 성능 및 안정성을 테스트하기 위한 표준 데이터 셋을 생성하는 모듈이다.

City Simulator는 JavaTM에서 개발되었으며, 동적인 위치 데이터를 저장하고 인덱싱하는 알고리즘의 평가를 목적으로 실제 환경에 가까운 위치 데이터를 생성하기 위해 설계되었다.

City Simulator의 문제점은 정해진 몇 가지 지형 지물에 대해서만 고려하고 있다는 것과 GSTD와 마찬가지로 이동 객체가 사람으로 고정되어 있으며, 이동 객체의 추가적인 어떠한 속성도 고려하지 않는다는 것이다.

2.3 GML

OGC에서는 다양한 분야의 지리 데이터를 손쉽게 상호 운용하기 위해 이질적인 환경의 지리 데이터를 XML[12]로 인코딩하여 다양한 분야에 사용 가능하도록 하는 GML 명세를 제시하였다. GML 명세는 1999년에 GML 1.0이 제시된 이후, 2001년에 XML 스키마[13]에 기반을 둔 GML 2.0[4]이 제시되었으며, 2003년에 GIS 및 LBS의 다양한 분야에 활용할 수 있도록 더욱 확장된 GML 3.0[5]이 제시되었다.

GML 명세는 GML의 사용 목적과 장점, GML에서 사용하는 객체 모델의 정의, GML로 인코딩하는 방법, GML에서 제공하는 기본 스키마들, 이 스키마들을 기본으로 GML 응용 스키마(Application Schema)를 제작하기 위해 지켜야 할 사항, 그리고 GML 응용 스키마와 GML 문서 예제 등을 포함하고 있다.

3. 시스템의 설계

본 장에서는 GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자의 구조와 다양한 객체의 구조를 정의하는 기본 객체 스키마에 대해서 설명한다.

3.1 시스템 구조

본 논문에서 개발한 GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자의 시스템 구조는 그림 1과 같다.

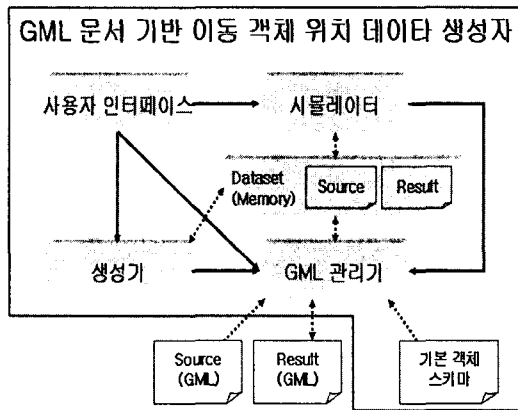


그림 1. 시스템 구조

GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자는 사용자 인터페이스, GML 관리기, 생성기, 시뮬레이터로 구성된다. 사용자 인터페이스는 사용자의 요구에 따라 생성기, 시뮬레이터, GML 관리기를 호출하고 사용자로부터 입력받은 파라미터를 전달하는 기능을 담당한다.

GML 관리기는 이동 객체의 위치 데이터를 생성하기 위해 사용되는 GML 데이터를 분석하고 메모리에 저장하는 기능과 생성된 이동 객체의 위치 데이터 셋을 GML 문서로 저장하는 기능을 담당한다. GML 관리기에서 GML 문서를 분석할 때 GML 문서가 GML 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자에서 사용하는 기본 객체 스키마를 따르는지 검증하는 과정을 거치게 된다.

생성기는 메모리에 저장된 고정 객체를 토대로 설정된 이동 객체의 이동에 따른 시간 별 위치 데이터를 생성하고 저장하는 기능을 담당한다. 이때, 사용자 인터페

이스를 통해 사용자에게 위치 데이터를 생성하기 위한 필요한 파라미터를 입력받는다. 또한, 시뮬레이터는 생성된 이동 객체의 위치 데이터 셋을 화면에 디스플레이하는 기능을 담당한다.

3.2 기본 객체 스키마

기본 객체 스키마는 GML 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자에서 사용하는 GML 응용 스키마이다. GML 응용 스키마는 GML 문서에서 참조할 XML 스키마를 말하는데, 이것은 GML 명세에서 제공되는 여러 기본 스키마에 기반하고 있다.

기본 객체 스키마는 이동 객체의 위치 데이터를 생성하는데 참조되는 각종 정보를 담고 있는데, 실제 움직이는 이동 객체에 대한 정보와 이동 객체가 움직이는데 고려되어야 하는 고정 객체에 대한 정보를 저장하고 있다. 또한, 생성된 이동 객체의 위치 데이터 셋을 저장하는데 사용하기 위한 결과 객체에 대한 정보도 저장하고 있다.

3.2.1 고정 객체

고정 객체는 위치 데이터를 생성할 때 고려할 다양한 지형 지물을 저장하기 위한 객체로서, 이동 객체 이동 시 고려해야 할 다양한 고정 객체의 속성을 저장하고 있다. 기본 객체 스키마에서 고정 객체를 정의하는 GML 엘리먼트의 구조는 그림 2와 같다.

```
<xs:element name="$Object" type="kkdb:$ObjectType"
  substitutionGroup="gml:_Feature" />
<xs:complexType name="$Object">
  <xs:complexContent>
    <xs:extension base="gml:AbstractFeatureType">
      <xs:sequence>
        <!-- Mandatory -->
        <xs:choice>
          <xs:element ref="gml:position" />
          <xs:element ref="gml:centerLineOf" />
          <xs:element ref="gml:extentOf" />
        </xs:choice>
        <!-- optional -->
        <xs:element name="Constraint" type="xs:string" minOccurs="0" />
        <!-- optional -->
        <xs:element name="Max" type="xs:decimal" minOccurs="0" />
        <xs:element name="Min" type="xs:decimal" minOccurs="0" />
        <xs:element name="Property" type="xs:string" minOccurs="0" />
      </xs:sequence>
    </xs:extension>
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>
```

그림 2. 고정 객체 구조

3.2.2 이동 객체

이동 객체는 위치 데이터를 생성할 때

고정 객체 위에서 실제 이동할 다양한 이동체를 저장하기 위한 객체로서, 위치 데이터 생성 시 고려해야 할 다양한 이동객체의 속성을 저장하고 있다. 기본 객체 스키마에서 이동 객체를 정의하는 GML 엘리먼트의 구조는 그림 3과 같다.

```

<xsd:complexType name="MObjectType">
  <xsd:complexContent>
    <xsd:extension base="gml:AbstractFeatureType">
      <xsd:sequence>
        <!-- Mandatory -->
        <xsd:choice minOccurs="0">
          <xsd:element ref="gml:position" />
          <xsd:element ref="gml:centerLineOf" />
          <xsd:element ref="gml:extentOf" />
        </xsd:choice>
        <!-- Optional -->
        <xsd:element name="Speed" type="SpeedType"/>
        <xsd:element name="Cur" type="xsd:string" />
        <xsd:element name="Max" type="xsd:string" />
        <xsd:element name="Min" type="xsd:string" />
        <xsd:element name="MovePattern" type="xsd:string" />
        <!-- Option -->
        <xsd:element name="Size" type="xsd:string" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="Pattern" type="xsd:string" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="Vehicle" type="xsd:string" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="Direction" type="xsd:string" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="Start" type="xsd:string" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="Destination" type="xsd:string" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="Path" type="xsd:string" minOccurs="0" />
      </xsd:sequence>
    </xsd:extension>
  </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
  
```

그림 3. 이동 객체 구조

3.2.3 결과 객체

결과 객체는 GML 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자에서 입력받은 고정 객체와 이동 객체를 기반으로 생성된 위치 데이터 셋을 저장할 때 사용하기 위한 객체이다. 기본 객체 스키마에서 결과 객체를 정의하는 GML 엘리먼트의 구조는 그림 4와 같다.

```

<xsd:element name="ResultSet" type="gml:FeatureCollectionType"
  substitutionGroup="gml:_Feature" />
<xsd:element name="Result" type="kkdb:ResultType"
  substitutionGroup="gml:_Feature" />
<xsd:complexType name="ResultSetType">
  <xsd:complexContent>
    <xsd:extension base="gml:AbstractFeatureCollectionType">
      <xsd:sequence>
        <!-- Optional -->
        <xsd:element name="Gdate" type="xsd:date" minOccurs="0" />
        <!-- Mandatory -->
        <xsd:element ref="kkdb:Result" maxOccurs="unbounded" />
      </xsd:sequence>
    </xsd:extension>
  </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="ResultType">
  <xsd:complexContent>
    <xsd:extension base="gml:AbstractFeatureType">
      <xsd:sequence>
        <!-- Mandatory -->
        <xsd:element ref="gml:position" />
        <!-- Optional -->
        <xsd:element name="Speed" type="SpeedType"/>
        <xsd:element name="Cur" type="xsd:string" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="Status" type="xsd:string" minOccurs="0"
          default="Good" />
        <xsd:element name="Direction" type="xsd:string" minOccurs="0" />
      </xsd:sequence>
    </xsd:extension>
  </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
  
```

그림 4. 결과 객체 구조

4. 시스템의 구현

본 장에서는 GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자에서 사용한 GML 문서와 시스템 구동에 대해 설명한다. 본 시스템은 Window XP에서 C#을 기반으로 개발되었다.

4.1 GML 문서

본 연구에서 사용한 고정 객체 GML 문서는 그림 5와 같다.

The screenshot shows a GML document with a root element 'gml:FeatureCollectionType'. It contains several 'gml:FeatureMember' elements. One member is 's_road01' with a 'gml:name' of 'road 1' and 'gml:coordinates' of '0,100,100,100'. Another member is 's_road02' with a 'gml:name' of 'road 2' and 'gml:coordinates' of '180,0,180,400'. The document also includes 'gml:FeatureMember' elements for 's_road03' through 's_road07'.

그림 5. 고정 객체 GML 문서

그림 5의 고정 객체 GML 문서에는 여러 개의 고정 객체가 저장되어 있는데, 그중 id가 "s_road02"인 객체는 이름이 "road 2"이고 "180,0 180,400"인 선으로 구성된 객체임을 알 수 있다.

본 논문에서 사용한 이동 객체 GML 문서는 그림 6과 같다.

The screenshot shows a GML document with a root element 'gml:ResultSetType'. It contains several 'gml:FeatureMember' elements. One member is 'Result' with a 'gml:name' of 'Result' and 'gml:coordinates' of '0,0,0,0'. Another member is 'ResultSet' with a 'gml:name' of 'ResultSet' and 'gml:coordinates' of '0,0,0,0'. The document also includes 'gml:FeatureMember' elements for 'Result' through 'ResultSet'.

그림 6. 이동 객체 GML 문서

그림 6에서는 현재 4개의 이동 객체가 저장되어 있으며, 이러한 객체들은 고정 객체 상에서 이동할 이동 객체를 생성하기 위한 기본 타입이 된다.

4.2 시스템 구동

GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자의 실행 화면은 그림 7과 같다.

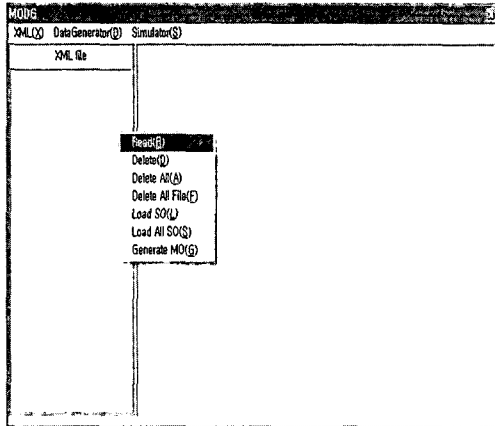


그림 7. GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자 실행 화면

그림 7은 본 시스템에서 위치 데이터를 생성하는데 고려할 고정 객체나 이동 객체를 저장하고 있는 GML 문서를 읽기 위해 트리의 컨텍스트 메뉴에서 [Read] 메뉴를 선택하는 모습이다.

그림 8은 GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자에서 그림 5와 그림 6에서 본 GML 문서를 읽어들이는 모습이다.

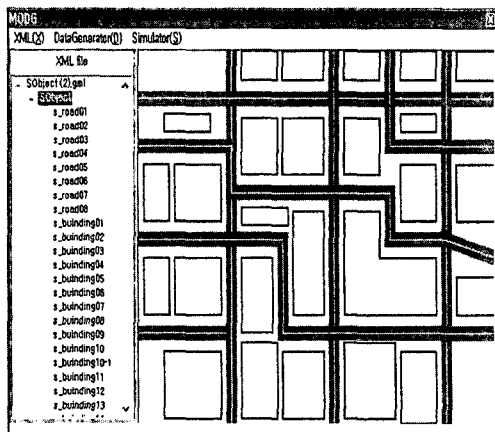


그림 8. GML 문서 읽기

그림 8에서 왼쪽은 읽어들이는 GML 문서에 저장된 고정 객체와 이동 객체를 등록

한 트리이며, 오른쪽은 GML 문서의 고정 객체를 디스플레이한 모습이다.

이동 객체의 위치 데이터를 생성하기 위한 이동 객체 위치 데이터 생성 다이얼로그의 모습은 그림 9와 같다.

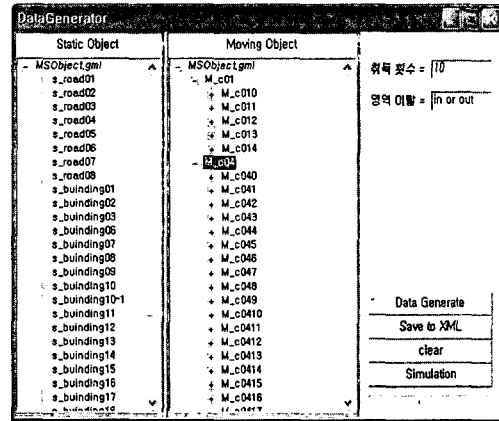


그림 9. 이동 객체 위치 데이터 생성 다이얼로그

그림 9는 실제 이동 객체의 위치 데이터를 생성할 때 고려할 고정 객체와 이동 객체만을 등록한 두 개의 트리와 사용자로부터 파라미터를 입력받기 위한 텍스트 박스와 이벤트를 발생시키기 위한 버튼으로 구성된다.

마지막으로, 시뮬레이터를 통해 GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자에서 생성한 위치 데이터 셋을 시뮬레이션해볼 수 있다. 그림 10은 시뮬레이터에서 생성된 위치 데이터 셋을 디스플레이하는 모습이다.

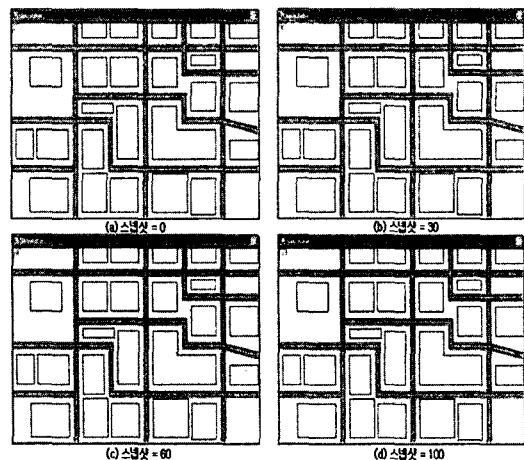


그림 10. 시뮬레이터의 결과 디스플레이

그림 10에서 각 화면의 왼쪽 상단에 스냅샷 번호를 입력하면 생성된 위치 데이터 셋에서 번호에 해당하는 스냅샷을 보여준다. 그림 10의 (a), (b), (c), (d)는 각각 0, 30, 60, 100 번째 스냅샷을 보여주고 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 이동 객체의 위치 데이터 셋(즉, 시공간 데이터 셋)의 생성자로 사용되는 기존의 GSTD나 City Simulator의 한계점을 언급하였다. 그리고, 실생활에 존재하는 다양한 고정 객체와 이동 객체의 여러 특성들을 고려하여 현실에 가까운 위치 데이터 셋을 생성할 수 있는 GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자를 개발하였다.

본 논문에서 개발한 GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자를 이용하면 기존의 GIS에 저장된 다양한 지형 지물을 GML 문서로 인코딩하고, 이를 기반으로 다양한 위치 데이터 셋을 생성할 수 있다. 또한, 실제 환경에 가까운 위치 데이터 셋을 활용하여 LBS나 Telematics는 물론 4D GIS 분야에서 테스트 및 성능 평가에 활용함으로써 좀더 정확한 테스트 및 시뮬레이션을 수행할 수 있게 된다.

향후 연구 과제로는 본 논문에서 사용한 이동 객체 및 고정 객체 스키마로서 표현할 수 없는 조건 및 객체의 특성을 표현하고, 이를 지원할 수 있도록 GML 문서 기반 이동 객체 위치 데이터 생성자를 확장하는 것이다.

참고문헌

- [1] City Simulator, <http://www.alphaworks.ibm.com/tech/citysimulator>, 2003.
- [2] Forlizzi, L., Güting, R.H., Nardelli, E., and Schneider, M., "A Data Model and Data Structures for Moving Objects Databases," ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data, 2000, pp.319-330.
- [3] Güting, R.H., Böhlen, M.H., Erwig, M., Jensen, C.S., Lorentzos, N.A., Schneider, M., and Vazirgiannis, M., "A Foundation for Representing and Querying Moving Objects," ACM Transactions on Database System, 2000, 25(1): pp.1-42.
- [4] OpenGIS Consortium, Inc., *Geography Markup Language (GML) Implementation Specification 2.0*, 2001.
- [5] OpenGIS Consortium, Inc., *Geography Markup Language (GML) Implementation Specification 3.0*, 2003.
- [6] OpenGIS Consortium, Inc., *OpenLS Location Utility Services 0.6*, 2002.
- [7] OpenGIS Consortium, Inc., *OpenGIS Location Services (OpenLS): Core Services [Parts 1-5] (OLS Core)*, 2004.
- [8] OpenGIS Consortium, Inc., *OpenGIS Location Services (OpenLS): Navigation Service [Parts 6]*, 2003.
- [9] Pfoser, D., and Theodoridis, Y., "Generating Semantics-Based Trajectories of Moving Object," Int. Workshop on Emerging Technologies for Geo-Based Applications, 2000.
- [10] Theodoridis, Y. and Nascimento, M.A., "Generating Spatiotemporal Datasets on the WWW," ACM SIGMOD Record, 2000, 29(3):39-43, 2000.
- [11] Theodoridis, Y. and Jefferson R.O., *On the Generation of Spatiotemporal Datasets*, TIMECENTER Technical Report TR-40, 1999.
- [12] W3Consortium, *Extensible Markup Language (XML) 1.0*, 1998.
- [13] W3Consortium, *XML Schema Part 0: Primer*, 2001.
- [14] 윤재관, 장유정, 한기준, "대용량 위치 데이터를 위한 분산 위치 저장 컴포넌트의 개발," 한국정보과학회 데이터베이스 연구, 18권4호, 2002, pp.67-80,