

# 텔레매틱스를 위한 센서 데이터 서비스 시스템 개발<sup>†</sup>

전상훈\*, 홍동숙, 김동오, 김정준, 한기준

건국대학교 컴퓨터정보통신공학과

{shjeon\*, dshong, dokim, jkim9, kjhan}@db.konkuk.ac.kr

## Development of a Sensor Data Service System for Telematics

Sang-Hun Jeon\*, Dong-Suk Hong, Dong-Oh Kim, Joung-Joon Kim, Ki-Joon Han

Dept. of Computer Information & Communication Engineering, Konkuk University

### 초록

최근 들어 텔레매틱스 분야에서 자동차의 위치 및 상태를 감시하고 관리하기 위해 무선 센서 네트워크의 활용이 크게 확장되고 있다. 기존에는 위치, 속도, 온도와 같은 이기종 플랫폼간의 센서 데이터 수집 및 운용을 위해 독립적인 어플리케이션을 사용하고 있으며, 그러한 데이터 교환과 통합을 위하여 많은 비용이 소요되었다. OGC(OpenGIS Consortium)에서는 이러한 문제를 해결하고자 Sensor Collection Service 구현 명세를 제안하였다. Sensor Collection Service 구현 명세는 센서 데이터에 대한 질의를 처리하기 위한 표준 인터페이스를 정의하고 있으며, 질의 결과로는 센서에 대한 정보 및 센서 데이터를 반환하도록 정의하고 있다.

본 논문에서는 Sensor Collection Service 표준 인터페이스를 이용하여 센서로부터 획득된 위치 및 속도, 온도 등의 다양한 데이터에 웹을 통하여 접근할 수 있도록 센서 데이터 서비스 시스템을 설계 및 구현하였다. 따라서 사용자들은 센서 데이터 서비스 시스템을 통하여 센서의 종류와 위치에 관계없이 웹 상에서 위치 및 속도, 온도 등과 같은 다양한 센서 데이터를 획득할 수 있으며 시스템간 데이터의 교환 및 통합이 가능하다. 또한, 사용자가 쉽게 검색 및 분석할 수 있도록 Sensor Collection Service 표준 인터페이스 질의를 통하여 획득된 데이터를 센서의 위치와 측정 시간에 기반하여 보여주고 있다. 본 시스템은 다양한 센서 데이터의 획득과 타 시스템과의 데이터 교환이 용이하므로 텔레매틱스, 위치 추적 시스템, 상태 감시 시스템 등 다양한 분야에 효과적인 도구로 활용될 수 있다.

### 1. 서론

차량 운전자들은 텔레매틱스 서비스를 통하여 교통상황을 포함한 각종 도로교통 정보를 파악하고 졸음인식 기술, 차량간 통신 기술, 차선인식 기술, 차량추적 기술 등을 통하여 졸음방지 서비스, 차량간 충돌방지 서비스, 자동주행 서비스, 도난차량 추적 서비스, 주행기록에 근거한 보험료 과금 서비스 등을 제공받을 수 있다 [10,11]. 이러한 서비스들은 센서 및 무선 통신 등의 기술과 밀접한 관계가 있으며 최근 들어 센서 및 무선 통신 기술의 발전으로 텔레매틱스 분야에서의 무선 센서 기술 및 무선 센서 네트워크의 활용 범위가 넓어지고 있다.

현재 대부분의 차량들은 많은 센서 시스템들을 사용하고 있으며 센서 시스템으로부터 얻어진 데이터를 저장 및 운용하기 위해 컴퓨터 시스템을 함께 내장하고 있다. 이러한 차량 내부의 데이터가 날로 확장되고 있는 텔레매틱스 서비스에서 활용되기 위해서는 타 시스템으로의 데이터 교환 및 통합이 필요하다. 예를 들어 실시간 차량 상태 정보 서비스, 구난 서비스와 같은 경우 차량의 제조사나 차량내의 센서 시스템의 제조사에 관계없이 데이터를 주고 받을 수 있어야 한다. 하지만 차량의 경우 다양한 자동차 제조사가 있으며 제조사 별로 또는 차량 별로 각각 다른 센서 시스템을 사용하고 있어 데이터 교환 및 통합에는 많은 비용이 소요된다. 이러한 문제는 텔레매틱스 분야뿐만 아니라 이 기종의 센서가 사용되는 모든 분야에서 발생하며 따라

<sup>†</sup> 본 연구는 중소기업청 중소기업기술혁신사업의 지원으로 수행되었음.

서 센서 데이터의 효율적인 통합 및 교환이 매우 중요하다.

OGC에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 이 기종간의 센서 데이터에 접근이 가능하도록 표준 Sensor Collection Service(SCS)[1] 인터페이스를 정의하였다. SCS 인터페이스는 상호 이질적인 센서 데이터에 접근하고 이용하고자 할 때 발생하는 문제점을 해결하기 위한 것으로 다양한 센서들의 종류와 위치에 관계없이 표준 인터페이스를 통해 센서 정보 및 센서 데이터에 접근할 수 있도록 해 준다.

본 논문에서는 OGC의 SCS 인터페이스 구현 명세에 따라 센서 데이터 서비스 시스템을 개발하였다. 본 논문의 센서 데이터 서비스 시스템은 웹 상에서 SCS 표준 인터페이스를 통하여 사용자 질의를 보내고 그 결과 또한 웹을 통하여 받는다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련 연구로 텔레매틱스와 OGC의 SCS 표준 인터페이스 구현 명세에 대하여 설명하고, 질의 결과 포맷으로 사용되는 SensorML과 O&M에 대하여 소개한다. 제 3장에서는 센서 데이터 서비스 시스템의 개발에 대해서 설명한다. 마지막으로, 제 4장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대하여 언급한다.

## 2. 관련 연구

본 장에서는 텔레매틱스와 OGC의 SCS 명세에 대해 살펴보고, 본 시스템의 구현에 이용한 SensorML, O&M에 대하여 소개한다.

### 2.1 텔레매틱스

텔레매틱스는 통신(telecommunication)과 정보과학(informatics)의 합성어로 위치 확인 시스템 및 첨단 지리정보 시스템을 통한 위치기반 서비스, 지능형 교통 시스템 등을 자동차에 접목함으로써 운전자와 탑승자에게 교통정보안내, 긴급구난, 원격 차량진단 등을 제공하는 종합 정보 시스템을 말한다. 이러한 서비스를 제공하기 위하여 차량의 위치 데이터 및 차량 상태에 대한 다양한 센서 데이터가 존재하고 있다 [10,11].

텔레매틱스는 위치 및 다양한 센서 데이터를 기반으로 하는 서비스로서 데이터 센터에 저장된 센서 데이터들의 교환 및 통합관리가 매우 중요하다. 특히, 차량 엔진의 온도, 차량의 속도 등을 측정하는 센서 정보와 같이 지속적으로 생성되어 주기적

으로 보고되는 Stream 형태의 데이터를 효율적으로 처리하기 위한 Stream DBMS가 개발되고 있다. 그러나 일반적으로 이러한 데이터들은 각 DBMS에 따라 다른 표현 방식으로 저장 관리되고 있다[12].

### 2.2 Sensor Collection Service (SCS)

SCS는 OGC Sensor Web Enablement[8]의 구성 요소[1,2,4,6] 중 하나이며 센서 데이터 접근을 위한 웹 기반 표준 인터페이스이다. SCS는 제공 가능한 서비스와 기능에 대한 요청을 하는 GetCapabilities Request 인터페이스, 그에 대한 응답을 제공하는 GetCapabilities Response 인터페이스, 사용자가 원하는 센서의 정보 및 센서 데이터를 요청하는 GetObservation Request 인터페이스, 그에 따른 센서의 정보 및 센서 데이터를 SensorML(Sensor Markup Language)[6], O&M(Observations&Measurement)[4] 포맷으로 제공하기 위한 GetObservation Response 인터페이스를 정의하고 있다.

앞서 언급한 인터페이스를 사용하여 센서 정보 및 센서 데이터를 질의하고, 검색 요청에서 질의된 데이터를 검색한 후 각각의 요청 타입에 맞는 다양한 포맷으로 변환되어 제공된다. SCS의 표준 인터페이스를 따르면 다양한 타입의 센서 데이터를 교환 및 통합할 수 있다.

### 2.3 SensorML과 O&M

SensorML[6]과 O&M[4]은 OGC에서 웹 환경을 통하여 모든 종류의 센서에 접근이 가능하도록 상호 운용성을 위해 제시한 XML 인코딩 표준 기술이다. 현재 SensorML 1.0.0은 필수 요소로서 센서의 측정 특성, 지리 정보, 일반적인 센서 정보, 센서의 플랫폼 정보 등을 정의하는 XML 스키마들이 있으며 O&M 0.9.2에는 센서로부터 측정된 데이터를 제공하는 다양한 스키마들이 정의되어 있다.

본 논문에서는 센서 정보에 대한 요청 시 SensorML 포맷으로 센서 정보를 반환하며 센서로부터 측정된 데이터를 요청 시 O&M 포맷으로 측정 데이터를 반환한다. SensorML과 O&M은 GML(Geography Markup Language)[7]에서 정의하는 엘리먼트를 사용하여 센서의 지리적인 위치 정보를 표현하고 있다.

## 3. 센서 데이터 서비스 시스템 개발

본 장에서는 센서 데이터 서비스 시스템의 개발에 대하여 설명한다.

### 3.1 시스템 전체 구조

본 논문에서 제시하는 전체 시스템의 구조는 그림 1과 같다. 본 시스템은 웹 브라우저를 사용하는 클라이언트와 서버 측의 센서 데이터 서비스 시스템으로 구성되어 있다. 센서 데이터 서비스 시스템은 웹을 통하여 서비스를 제공하기 위한 Web Server와 URL 컴포넌트 분석 모듈, SCS 표준 인터페이스를 제공하는 Interface Manager, 그리고 Sensor Data Generator로부터 센서 데이터를 받아 저장하고 검색하는 Sensor Data Manager로 구성된다.

센서 데이터는 Sensor Data Generator에서 생성된 차량의 위치, 실내 온도, 습도, 조도 네 가지 타입의 데이터를 사용하였다. 실제 차량의 속도, 엔진의 온도, 타이어의 상태 등 센서 타입에 제약 없이 데이터를 수집 및 서비스할 수 있다.

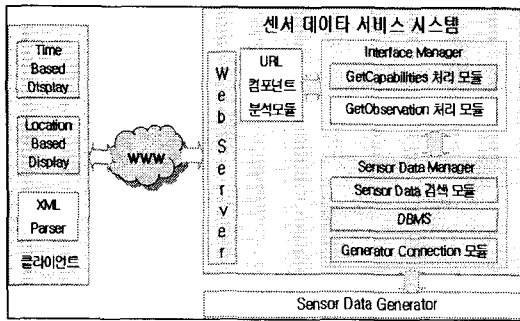


그림 1. 센서 데이터 서비스 시스템 전체 구조

### 3.2 URL 컴포넌트 분석 모듈

URL 컴포넌트 분석 모듈은 SCS 표준 인터페이스를 포함하고 있으며 센서 데이터 서비스 시스템의 서비스와 기능에 대한 정보를 요청하고 제공받는 GetCapabilities 인터페이스와 사용자가 원하는 센서의 정보 및 센서 데이터를 요청하고 SensorML, O&M의 포맷으로 데이터를 반환하는 GetObservation 인터페이스를 제공한다.

### 3.3 Interface Manager

Interface Manager는 센서 데이터 서비스 시스템이 SCS 표준 인터페이스를 통하여 센서 데이터를 서비스할 수 있도록 한다. Interface Manager는 본 시스템에서 제공할 수 있는 기능과 서비스에 대한 정보를 제공하는 GetCapabilities 처리 모듈, 센서 데이터에 대한 정보와 데이터를 제공하는 GetObservation 처리 모듈이 있다.

#### 3.3.1 GetCapabilities 처리 모듈

GetCapabilities 처리 모듈에는 센서 데

이터 서비스 시스템에서 제공하는 기능과 서비스에 대해 요청하는 GetCapabilities Request 인터페이스와 그에 대한 응답을 위한 GetCapabilities Response 인터페이스가 있다.

```

GET
http://203.252.154.40/GetCapabilities?SERVICE=SCS&REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.0.0

POST
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<GetCapabilities service="SCS" version="0.5.1" />
    
```

그림 2. GetCapabilities Request 요청 화면

그림 2는 GetCapabilities Request 요청 화면을 보여주는데, 요청 서비스 이름과 서비스의 버전 정보가 들어가야 한다.

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<DOCTYPE GetCapabilities [view Source for full doc type. ]>
<?xml:namespace prefix="s" uri="http://www.opengis.net/s" />
<GetCapabilities xmlns="http://www.opengis.net/3.1" service="SCS" xmlns:gn="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows" xmlns:scs="http://www.opengis.net/scs">
  <ows:ServiceType>
    <ows:ServiceType name="http://www.opengis.net/ows">
      <ows:Identifier name="url" qualified="true" http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string />
      <ows:ComplexType name="BoundingBox">
        <ows:Sequence>
          <ows:SequenceItem name="coord" type="coordType" minOccurs="unbounded" />
          <ows:Attribute name="SRID" type="xs:string" use="required" />
        </ows:Sequence>
        <ows:ComplexType name="OutputType">
          <ows:Sequence>
            <ows:SequenceItem name="Format" />
          </ows:Sequence>
        </ows:ComplexType>
        <ows:ComplexType name="GetObservation">
          <ows:ComplexType>
            <ows:ComplexType>
              <ows:SequenceItem name="BoundingBox" type="BoundingBoxType" minOccurs="0" />
              <ows:SequenceItem name="PropertyName" minOccurs="0" />
              <ows:SequenceItem name="SensorID" minOccurs="0" />
              <ows:SequenceItem name="TIME" minOccurs="0" />
              <ows:SequenceItem name="Output" type="OutputType" minOccurs="0" />
            </ows:ComplexType>
          </ows:ComplexType>
          <ows:Attribute name="version" type="xs:string" use="required" />
        </ows:ComplexType>
        <ows:ComplexType name="Format">
          <ows:ComplexType>
            <ows:Attribute name="xs:string" />
            <ows:Attribute name="OM" />
          </ows:ComplexType>
        </ows:ComplexType>
      </ows:ComplexType>
    </ows:ServiceType>
  </ows:ServiceType>
</GetCapabilities>
    
```

그림 3. GetCapabilities Response 결과

그림 3은 GetCapabilities Response의 결과 화면을 보여주는데, 여기에는 서비스 되는 센서의 리스트와 각 센서의 측정 타입이 나열되어 있다.

#### 3.3.2 GetObservation 처리 모듈

GetObservation 처리 모듈에서는 사용자가 원하는 센서에 대한 정보 및 데이터를 요청하는 GetObservation Request 인터페이스와 그에 대한 응답을 SensorML과 O&M 포맷 형식으로 제공하는 GetObservation Response 인터페이스를 제공한다.

그림 4는 GetCapabilities Response의 결과를 파싱하여 센서 데이터 요청 화면을 구성한 것이며 사용자가 센서의 리스트를 선택한 후 XML 형식의 GetObservation Request 문서를 자동 생성할 수 있다.

그림 5는 그림 4에서 사용자가 선택한 센서에 대하여 데이터를 요청하는 GetObservation Request 요청 문서 화면이며 요청된 센서의 목록과 요청 날짜 등의 정보가 입력된다.

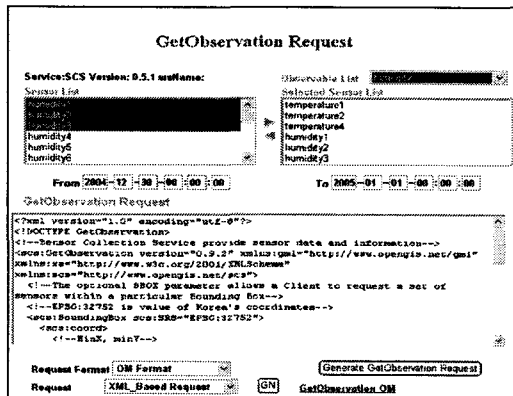


그림 4. 센서 데이터 요청 화면

GetObservation Response 인터페이스는 GetObservation Request 인터페이스에 대한 응답으로 요청된 센서의 정보 및 센서 데이터를 SensorML 또는 O&M 포맷으로 반환한다.

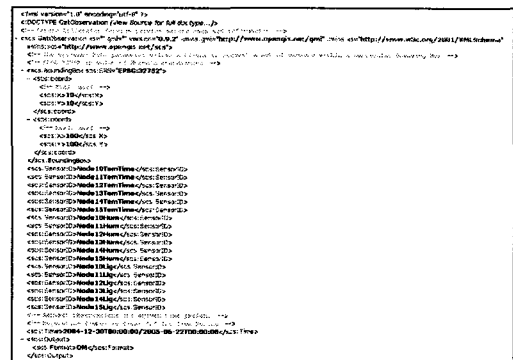


그림 5. GetObservation Request 요청

본 시스템에서는 센서에 대한 정보를 SensorML 포맷으로 반환하며 센서 데이터에 대해서는 O&M 포맷으로 반환한다. 본 시스템에서 고정 센서의 경우 각 주택을 하나의 Mote로, 이동 센서의 경우 각 차량을 한 Mote로 구성하였다. 측정 데이터마다 센서 위치를 함께 반환하도록 하여 차량의 경우 측정 시간 별 차량의 위치와 차량의 상태를 함께 알 수 있다. 그림 6(a)는 센서 정보를 SensorML 포맷으로 나타냈으며 그림 6(b)는 센서 데이터를 O&M 포맷으로 반환한 화면이다.

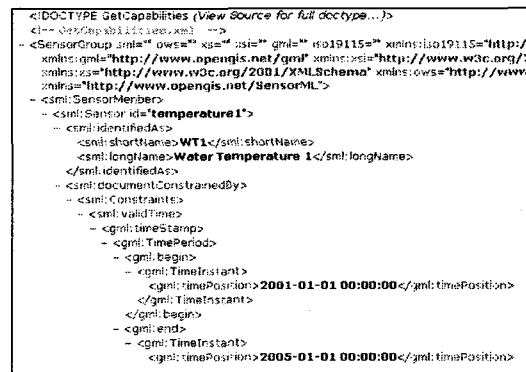
### 3.4 Sensor Data Manager

Sensor Data Manager는 Sensor Data Generator로부터 데이터를 받아 저장하고 관리하며 질의 요청 시 데이터를 검색하여 결과를 반환한다. Sensor Data Manager는 Sensor Data 검색 모듈과 DBMS 그리고 Sensor Data Generator와 접속하기 위한

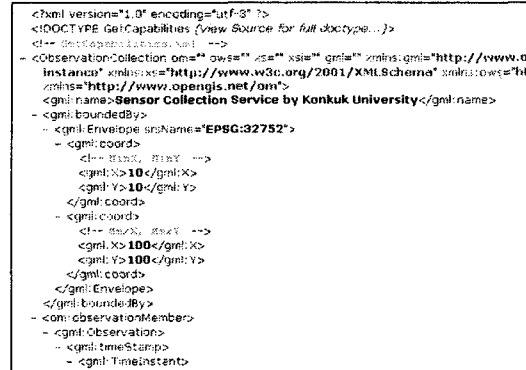
Generator Connection 모듈로 구성되어 있다.

#### 3.4.1 Sensor Data 검색 모듈

Sensor Data 검색 모듈은 GetObservation Request 인터페이스를 통하여 사용자로부터 요청된 문서를 분석하여 서버에 저장된 센서의 정보 및 센서 데이터를 추출하기 위한 모듈이다. 추출된 데이터는 SensorML 또는 O&M 형식으로 GetObservation Response 인터페이스를 통하여 사용자에게 전송된다.



(a) SensorML 형식의 센서 정보



(b) O&M 형식의 센서 데이터

그림 6. GetObservation Response 결과

#### 3.4.2 DBMS

DBMS(Database Management System)는 Sensor Data Generator로부터 얻어진 센서 데이터를 Generator Connection 모듈에서 분석하여 그 결과 데이터를 저장하는 데이터베이스 시스템이다. 본 시스템에서는 MySQL Server 4.0을 사용하고 있다.

#### 3.4.3 Generator Connection 모듈

Generator Connection 모듈은 Sensor Data Generator 모듈로부터 생성된 센서 데이터를 데이터베이스에 저장하는 기능을 한다. Sensor Data Generator는 데이터 요

청 시 TCP/IP로 연결 후 Stream 형태로 데이터를 보낸다. Generator Connection 모듈은 Sensor Generator 모듈로부터 Stream 형태의 데이터를 받아 분석하여 해당 테이블에 데이터를 삽입한다. 새로운 타입의 센서에 대한 정보가 있을 경우 측정 데이터를 저장하기 위한 새로운 테이블을 생성한 후 저장한다.

그림 7은 Generator Connection 모듈의 화면이다. Sensor Data Generator로부터 받아온 데이터는 아래의 창에 나타나며 데이터는 데이터베이스에 저장된다.

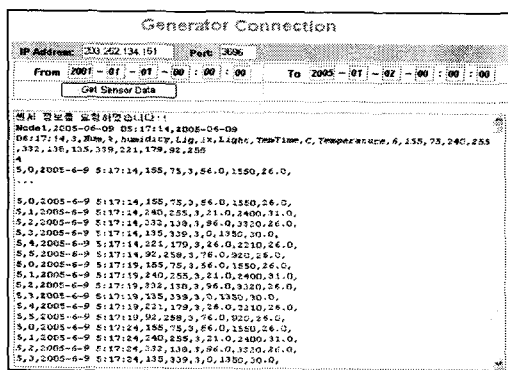


그림 7. Generator Connection 모듈

### 3.5 Sensor Data Generator

Sensor Data Generator는 고정 및 이동 센서에 대한 여러 타입의 데이터를 생성한다. 센서의 개수, 센서 타입 등을 정의할 수 있으며 본 시스템 외에 여타 시스템에서도 접속하여 원하는 데이터를 생성하여 받을 수 있다. 센서 데이터 서비스 시스템과는 TCP/IP접속을 통하여 Stream 형태로 생성된 센서 데이터를 전달한다.

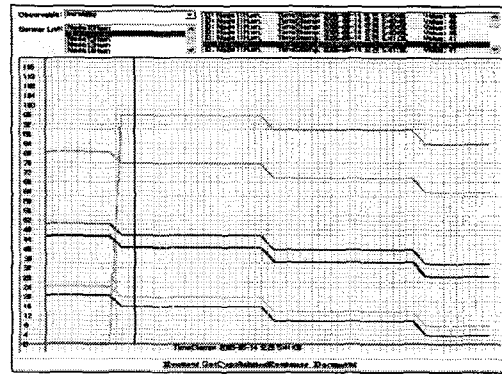
Sensor Data Generator와 통신을 위한 6가지의 패킷 타입이 있다. 센서의 정보에 대한 요청과 응답으로 Q\_info와 S\_info 패킷 해더를 정의하였고, 센서 데이터에 대한 요청과 응답으로 Q\_data, S\_data\_start, S\_data, S\_data\_end 패킷을 정의하였다.

### 3.6 클라이언트

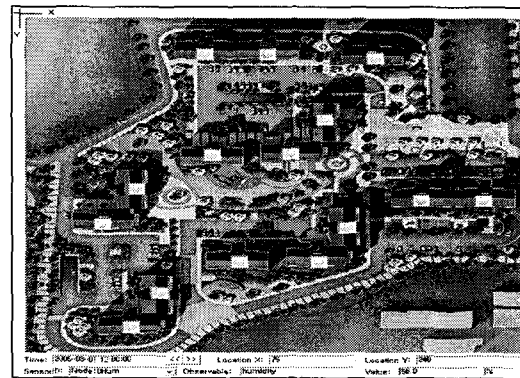
클라이언트는 질의한 센서 정보 및 데이터를 웹 화면에서 쉽게 분석 및 검색할 수 있도록 Time Based Display와 Location Based Display를 제공한다.

그림 8(a)는 Time Based Display에 대한 화면이며 그림 8(b)와 그림 8(c)는 Location Based Display에 대한 화면이다. Time Based Display는 시간의 흐름에 따른 센서 데이터의 변화를 보여주기 위해 2차원 그래프 방식으로 구현하였다. 세로

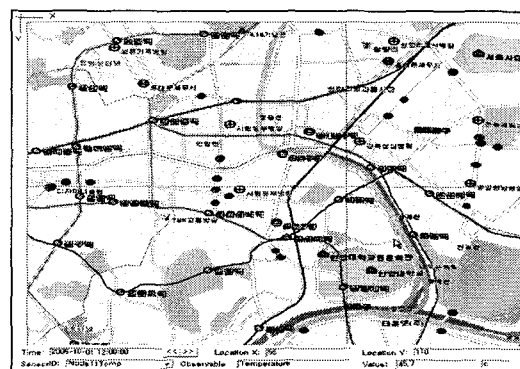
축은 측정 값이며 가로 축은 측정 시간이다. 굵은 선은 현재 선택한 센서를 표시하고 있으며 세로 선은 측정된 timestamp를 나타낸다. 센서의 타입과 타입 별 센서의 리스트를 선택 가능하며 선택된 센서의 데이터 리스트가 표시된다.



(a) Time Based Display



(b) 고정센서 Location Based Display



(c) 이동센서 Location Based Display

그림 8. 클라이언트

Location Based Display는 2차원 평면 지도에 센서의 위치를 기반으로 센서 데이터를 보여주도록 구현하였다. 본 시스템에서는 고정 센서의 경우 그림 8(b)와 같이 주택에 하나의 Mote를 두어 주택의 상태를 측정하였고 이동 센서의 경우 그림

8(c)와 같이 도로를 따라 이동하는 차량을 하나의 Mote로 나타내었다. Mote는 여러 개의 단일 센서가 장착된 board를 뜻하며 본 시스템에서는 온도, 습도, 조도를 하나의 Mote로 설정하였다. 따라서 각 Mote를 선택하여 센서 타입 별로 데이터를 볼 수 있다. 선택된 Mote에는 센서 리스트와 데이터 값, 측정 시간, 위치 등이 표시된다.

#### 4. 결론 및 향후 연구과제

텔레매틱스 서비스의 종류에 따라 다양한 타입의 센서들이 사용되고 있으며 센서로부터 획득된 데이터는 타 시스템과의 데이터 교환 및 통합이 필요하다. 또한 인터넷이 발달함에 따라 웹을 통하여 센서 데이터를 서비스할 수 있는 시스템이 요구되고 있다. 이러한 요구에 따라 본 논문에서는 OGC의 SCS 인터페이스 구현 명세에 따라 센서 정보 및 센서 데이터에 대한 서비스를 지원하는 센서 데이터 서비스 시스템을 개발하였다. 센서 데이터 서비스 시스템에서는 웹을 통하여 클라이언트 질의를 받고, 질의를 분석하여 센서 데이터를 검색하고, 그 결과를 웹 브라우저에서 볼 수 있다. 또한, 다양한 타입의 센서에 대한 상호운용성도 제공한다.

OGC에서는 웹을 통한 SCS[1], WNS[2], WCS[3], WMS[5] 등과 같은 다양한 서비스에 대한 산업 표준을 제시하고 있다. 향후 연구 과제로는 OGC에서 제시한 다양한 서비스를 통합한 서비스[8]를 구현하는 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] OpenGIS Consortium Inc., Sensor Collection Service IPR-Engineering Specification Specification, 0.5.1, 2002.
- [2] OpneGIS Consortium Inc., Web Notification Service Discussion Paper, 0.1.0, 2003.
- [3] OpenGIS Consortium Inc., Web Coverage Service Implementation Specification, 1.0.0, 2003.
- [4] OpenGIS Consortium Inc., Observations and Measurements IPR-Engineering Specification, 0.9.2, 2003.
- [5] OpenGIS Consortium Inc., Web Map Service Implementation Specification, 1.3.0, 2004.
- [6] OpenGIS Consortium Inc., Sensor Model Language (SensorML) Implementation Specification, 1.0.0 beta, 2004.
- [7] OpenGIS Consortium Inc., Geogra-

phy Markup Languge (GML) Implementation Specification, 3.1.1, 2004.

[8] OpenGIS Consortium Inc., Sensor Web Enablement White Paper, 2005.

[9] OpenGIS Consortium Inc., Web Feature Service Implementation Specification, 1.1.0, 2005.

[10] 강연수, 문영준, 박유경, 이주일, "텔레매틱스 시대를 대비한 첨단 종합교통정보서비스 체계화 방안 연구," 교통개발연구원, 연구총서 2003-15, 2003.

[11] 안선일, 장병준, 이윤덕, "텔레매틱스 동향 및 기술개발 방향," 정보과학회지, 23권 2호, 2005, pp.77-82.

[12] 이현익, 이진원, 송준화, "텔레매틱스 데이터 관리," 자동차공학회지, 26권 6호, 2004, pp.6-10.