

무선 네트워크 환경을 고려한 공간정보 웹 서비스 프레임워크

Web Services Framework for Geo-spatial Data on Wireless Network

김민수*, 김미정*, 이은규*, 주인학*, 오병우**

Min-soo Kim, Mi-jeong Kim, Eun-kyu Lee, In-hak Joo, Byoung-woo Oh

요약 본 논문은 웹 환경에서 다양한 유형의 공간정보 서버들 간의 상호운영성 및 확장성을 보장하고, 유무선 네트워크 환경에서 활용 가능한 공간정보 웹 서비스 프레임워크를 제안하고 있다. 이러한 공간정보와 관련된 웹 환경의 구축은 대부분 OGC에 의하여 연구되고 표준사양들이 발표되어 왔다. 이에 본 공간정보 웹 서비스 프레임워크는 OGC의 WMS, WFS, WCS, WRS 표준사양과 W3C의 웹 서비스 사양을 수용함으로써 상호운영성 및 확장성을 보장하도록 구성되었다. 또한 본 프레임워크는 효율적인 공간정보 웹 서비스를 위하여 대용량 공간정보지원, GML 지원, 공간 서비스지원, 무선 네트워크 환경지원의 요구사항들을 만족하도록 구성되었다. 이러한 공간정보 웹 서비스 프레임워크는 공간정보 서버그룹, 공간정보 중개자, 웹 기반 클라이언트로 구성되었으며, 공간정보 서버그룹은 다양한 서비스를 위하여 GIS, SIIS, ITS, GNSS, Telematics 서버들로 구성될 수 있다. 특히, 본 논문은 공간정보 서버그룹을 위하여 무선 네트워크 환경에서 대용량 GML 서비스를 지원할 수 있는 메인 메모리 기반 GIS 서버(MMG 서버)를 제안하고 있으며, 끝으로 공간정보 서버의 프로토타입 구현과 성능 실험을 통하여 본 연구결과의 가용성을 검증하고 있다.

Abstract This paper proposes a Web Service framework on both wired and wireless network environment that can be interoperable and extensible among geo-spatial servers. Mostly, OGC has studied and announced international standards which are related to web services on various kinds of geo-spatial data. Therefore, the proposed framework satisfies interoperability and extensibility for geo-spatial servers by adapting WMS, WFS, WCS, and WRS standards of OGC and web services standards of W3C. This framework, also, satisfies requirements of huge volumed data service, GML service, geo-spatial function service, and wireless network service. This framework consists of geo-spatial servers group, geo-spatial broker, and web-based client. The geo-spatial servers group includes GIS, SIIS, ITS, GNSS, and Telematics server for the purpose of providing various kinds of geo-spatial services. Especially, this paper proposes main memory based GIS server(MMG server) that can efficiently serve huge volumed GML data on wireless network environment. Finally, experimental results about the MMG server and prototype implementations of the framework show the effectiveness of this study.

주요어: 웹 지리정보시스템, 웹 서비스 프레임워크, 공간정보

Keywords: Web GIS, Web Service Framework, Geo-spatial data

1. 서론

웹 서비스 기술의 비약적인 발전은 웹 브라우저를 통하여 복잡하고 대용량인 공간정보를 자유로이 서비스 받고자 하는 사용자의 새로운 요구를 불러일으

키게 되었다. 최근 이질적인 분산 서버들을 효율적으로 통합하여 서비스하기 위하여 비약적으로 발전된 웹 서비스 기술을 활용하여, 상호 이질적인 대용량 공간정보 서버들을 분산 환경에서 통합하여 서비스하는 것은 시대의 흐름에 맞추어 볼 때 바람직한

* 한국전자통신연구원 텔레매틱스연구단

** 금오공과대학교 컴퓨터공학부 조교수

{minsoo, kmj63341, ekylee, ihjoo@etri.re.kr}

bwoh@kumoh.ac.kr

방향이라고 할 수 있다[1,2,3]. 그러나, 웹 환경에서 분산된 공간정보를 효율적으로 서비스하는 것은 공간정보의 다양성과 복잡성 그리고 공간정보 웹 서비스 아키텍처의 부재 등의 문제로 인하여 쉬운 일이 아니다.

이에, 본 논문에서는 웹 환경에서 공간정보 서버들 간의 상호운용성을 보장하고, 유무선 네트워크 환경에서 활용 가능한 공간정보 웹 서비스 프레임워크를 제안하고 있다. 본 공간정보 웹 서비스 프레임워크는 웹 서비스 아키텍처를 그대로 수용하여 서버, 중개자, 클라이언트로 구성되었으며, 공간정보 서버들 간의 상호운용성을 보장하기 위하여 OpenGIS Consortium(OGC)의 표준사양을 기본적으로 수용하고 있다. 구체적으로 "The Simple Feature Specification for OLE/COM(SFS) [4]", "Web Map Services Implementation Specification(WMS) [5]", "Web Feature Services Implementation Specification(WFS) [6]", "Web Coverage Services Implementation Specification(WCS) [7]", "Geography Markup Language Implementation Specification(GML) [8]", "Web Registry Services Implementation Specification(WRS) [9]"의 표준사양들이 이용되었다. 여기서, WMS 사양은 JPG의 이미지 맵 제공을 위한 공간정보 서버구성에, WFS 사양은 GML의 벡터 맵 제공을 위한 공간정보 서버구성에, WCS 사양은 GeoTIFF의 위성영상 맵 제공을 위한 공간정보 서버구성에 각각 활용되었으며, WRS 사양은 W3C의 "Universal Description, Discovery and Integration (UDDI)" 사양과 더불어 공간정보와 서비스의 등록 및 검색을 위한 공간정보 중개자의 구성에 활용되었다. 그리고, 웹상에서 대용량의 공간정보(GML 데이터)를 효율적으로 전송하기 위하여 메인 메모리 기반 GIS 서버(Main Memory based GIS Server : MMG 서버)를 프레임워크에 추가하였다. MMG 서버의 기본 아이디어는 GML 형태의 공간정보들을 메인 메모리에 적재함으로써 디스크로부터 원시 GIS 정보를 로딩하는 시간과 원시 GIS 정보를 GML 정보로 변환하는 시간을 제거함으로써 클라이언트에게 빠른 응답시간을 보장해주는 것이다. 이러한 공간정보 웹 서비스 프레임워크의 주요 장점은 첫째 OGC와 W3C의 표준사양을 활용함으로써 이질적인 공간정보 서버그룹들에 대하여 통합된 웹 서비스가 가능하다는 것이며,

둘째 MMG 서버를 이용함으로써 대용량의 공간정보를 효율적으로 서비스할 수 있다는 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 공간정보 웹 서비스 프레임워크 구성과 관련하여 OGC와 W3C의 최신동향, 기존연구 그리고 주요 요구사항에 대하여 설명한다. 3장에서는 공간정보 웹 서비스 프레임워크의 구성방법을 상세하게 설명하고, 4장에서는 실험을 통하여 본 프레임워크의 무선 네트워크 환경에서의 가용성을 검증한다. 5장에서는 본 프레임워크의 프로토타입 구현에 대하여 살펴보고, 끝으로 6장에서는 유비쿼터스 환경에서 본 프레임워크의 활용방안 및 향후 연구에 대하여 살펴보고 결론을 맺는다.

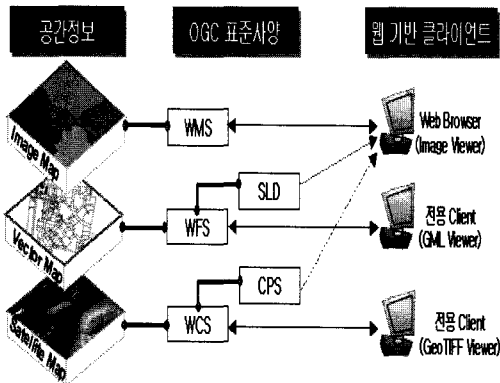
2. 관련 연구

2.1 공간정보와 웹 서비스 환경

웹 서비스는 인터넷상에서 응용 프로그램들이 자신의 서비스와 정보를 다른 응용 프로그램들에게 자유로이 노출시킬 수 있도록 하는 프로토콜의 집합과 메시지 방식을 통하여 복잡한 객체들을 상호 교환하기 위한 컴퓨팅 플랫폼에 독립적인 방법을 제공한다. 이러한 웹 서비스의 기본 아키텍처는 서비스 제공자, 서비스 중개자, 서비스 요청자로 구성되었으며, 동작과정은 "Web Service Description Language(WSDL) [10]" 문서를 이용한 서비스 제공자의 서비스를 중개자에 Publish하는 과정, UDDI 사양을 이용하여 서비스 중개자로부터 요청자의 서비스를 Find하는 과정, 그리고 서비스 제공자로 요청자의 서비스를 Bind하는 과정으로 구성되어 있다. 본 논문의 프레임워크는 이러한 웹 서비스 아키텍처를 기반으로 하고 있다.

공간정보와 관련된 웹 환경의 구축은 지금까지 대부분 OGC에 의하여 연구되고 다양한 표준사양들이 발표되어왔다. 웹 서비스 개념이 활성화되어 있지 않던 시기에 발표된 OGC 표준사양들은 단순히 인터넷상에서 웹 브라우저에 공간정보를 효율적으로 제공하기 위한 방법을 주로 담고 있었다. 초기에 발표된 WMS, Catalog Service 표준사양[11]에서는 XML, SOAP[12], UDDI를 이용하는 웹 서비스 개념을 고려하지 않았다. 그러나, 이후에 발표된 WFS

표준사양에서는 공간 데이터를 GML 형태로 서비스하기 시작하였으며, 최근에는 W3C와의 협력을 통하여 WRS 표준사양과 "OpenGIS Reference Model(ORM) [13]" 과 같은 웹 서비스와 관련된 설명서가 발표되고 있다. <그림 1>은 OGC의 WMS, WFS, WCS, "Styled Layer Descriptor(SLD) [14]", "Coverage Portrayal Service(CPS)" 표준사양들 간의 관계를 보여준다.



<그림 1> OGC 표준사양들의 특징 및 표준사양들 간의 관계

<그림 1>에서 WMS 사양은 단순 이미지 맵을 웹 브라우저에게 서비스하기 위한 인터페이스를, WFS 사양은 GML 형태의 벡터 맵 서비스를 위한 인터페이스를, 그리고 WCS 사양은 GeoTIFF, DTED 형태의 위성영상 맵 서비스를 위한 인터페이스를 각각 정의하고 있다. SLD와 CPS 사양은 GML 및 GeoTIFF 형태의 맵을 이미지 맵으로 변환하기 위한 인터페이스를 정의하고 있는데, 이러한 SLD 및 CPS 사양을 이용하게 되면 클라이언트에서 GML 및 GeoTIFF 맵의 화면도시를 위한 전용 클라이언트가 없어도 된다. 본 논문에서는 공간정보 서버들 간의 상호운영성과 확장성을 보장하는 OGC 표준사양들을 기본적으로 수용하고 W3C의 웹 서비스 표준사양을 추가적으로 수용함으로써 공간정보 및 서비스의 제공이 가능한 웹 서비스 프레임워크의 구성을 제안하고 있다.

최근에 발표되는 공간정보 서비스 프레임워크들은 대부분 이러한 OGC의 표준사양을 기본으로 수용하

고 있다. GIS를 위한 Generic 프레임워크[15]도 이 중의 하나로서 기본적으로 WFS, WCS, GML의 OGC 표준 사양을 기본적으로 수용하고 있다. Generic GIS 프레임워크는 크게 Data Tier, Application Logic Tier, 그리고 Presentation Tier로 구성되어 있는데, Data Tier는 다양한 형태의 GIS 데이터를 활용하기 위한 방법을 정의하고 있으며, Application Logic Tier는 GIS에 관련된 다양한 비즈니스 로직을 정의하고 있으며, Presentation Tier는 웹 클라이언트 또는 일반 클라이언트에서의 데이터 화면출력 및 사용자 인터페이스 등을 정의하고 있다. 그러나 이 프레임워크는 OGC의 사양을 이용하여 3-Tier 구조의 단순 프레임워크를 제시하는 초기수준으로, 웹 서비스를 통한 공간 서비스 지원 및 무선 네트워크 환경에서의 대용량 공간정보 서비스 가능 여부 등을 전혀 고려하지 않고 있다는 점에서 본 논문의 공간정보 웹 서비스 프레임워크와는 많은 차이를 보이고 있다.

2.2 공간정보 웹 서비스 요구사항

2.2.1 대용량 공간정보 서비스 지원

공간정보는 본질적으로 일반 속성정보와는 다르게 대용량의 불륨을 가지는 특징이 있다. 실 세계 응용에서 공간객체의 사이즈가 수십 바이트에서 수 메가 바이트까지 이르는 경우가 종종 발생하고 있다. 거대한 사이즈와 많은 객체 수를 가지는 공간정보들은 웹을 사용하지 않는 일반적인 시스템 환경에서도 성능 면에서 많은 어려움을 겪고 있다. 그러므로, 이러한 공간정보들을 웹 서비스 한다는 것은 거의 불가능한 것이 당연하다. 예를 들어 Microsoft사의 TerraServer[16] 같은 경우에도 공간정보 웹 서비스를 위하여 데이터베이스로부터 공간정보를 로딩하고, 로딩된 공간정보를 GML 데이터로 변환하고, GML 데이터를 클라이언트에게 전송하는 3단계의 과정에서 많은 부담을 가지고 있다. 이에, 본 논문에서는 대용량 공간정보 중에서도 특히 문제가 되는 GML 데이터를 효율적으로 서비스할 수 있는 메인 메모리 기반의 서버를 제안하고 있다.

2.2.2 GML 형태의 공간정보 서비스 지원

OGC는 웹 서비스에서 다양한 형태의 벡터 맵을

상호공유하기 위한 표준 형식으로서 GML 사양을 제시하고 있다. 그러므로, GML 형식의 표준 벡터 맵 서비스를 지원하기 위해서는 온라인상에서 원시 벡터 맵을 GML 형식으로 인코딩하고 디코딩할 수 있는 공간정보 서버와 웹 클라이언트가 필요하게 된다. 그러나, 공간정보 서버에서 원시 벡터 맵을 원래 크기보다 증가하는 GML 문서로 인코딩하는 작업과 그 문서를 웹 서비스하는 작업은 매우 많은 시간을 소모한다는 문제점을 가지고 있다. 특히, 공간정보의 양이 증가하면 증가할수록 이 문제는 웹 서비스에서 더욱 큰 장벽이 된다. 이를 위하여, 본 논문에서는 GML 변환 작업을 미리 수행하여 메모리에 적재하는 새로운 형태의 공간정보 서버를 제안하고 있다.

2.2.3 웹 서비스를 통한 공간 서비스
(함수, 연산자) 지원

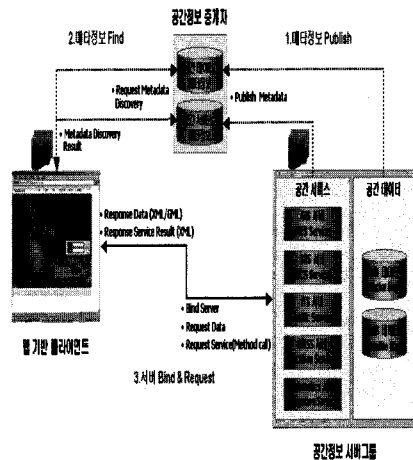
공간정보 웹 서비스를 완벽하게 제공하기 위해서는 서버가 보유하고 있는 공간 데이터뿐만 아니라, 공간 서비스 또한 사용자에게 제공 가능해야 한다. 그러나, OGC의 WRS 사양은 공간 데이터의 등록 및 검색을 위한 인터페이스만을 정의할 뿐, 공간 서비스를 위한 인터페이스는 정의하지 않고 있다. 이를 위하여 본 논문에서는 WRS 사양을 토대로 하고 공간 서비스 제공을 위하여 W3C의 UDDI 사양을 포함하는 확장 공간정보 중개자를 제안하고 있다.

2.2.4 무선 네트워크 환경 지원

최근 들어 CDMA, Wireless LAN, IPv6, Ad-hoc 네트워크 등 무선 네트워크 기술이 급격히 발전하고 있으며, 공간정보 응용 서비스 또한 유선 네트워크 환경에서 텔레매틱스, 위치기반 서비스 등과 같이 무선 네트워크 환경을 기반으로 하는 방향으로 발전하고 있다. 그러므로 공간정보 웹 서비스 프레임워크를 구성할 때, 무선 네트워크 환경을 반드시 고려할 필요가 있다. 그러나, 이러한 무선 환경은 유선 환경에 비하여 통신 성능에서 많은 제약점을 가지고 있다. 이러한 무선 환경의 통신 대역폭 문제를 해결하기 위해서는 공간정보를 압축 전송하는 방법과 공간정보 서버 성능을 향상시키는 방법의 두 가지가 있는데, 본 논문에서는 공간정보 서버의 성능을 향상시키는 방법을 제안하고 있다.

3. 공간정보 웹 서비스 프레임워크 구성

본 장에서는 2.2에서 제시되었던 요구사항을 만족시킬 수 있는 공간정보 웹 서비스 프레임워크의 구성에 대하여 살펴보고자 한다. 본 논문에서 제안된 공간정보 웹 서비스 프레임워크는 일반적인 웹 서비스 아키텍처와 동일하게 공간정보 서버그룹(서비스 제공자), 공간정보 중개자(서비스 중개자), 그리고 웹 기반 클라이언트(서비스 요청자)로 구성되어 있다. 특히 공간정보 서버그룹은 GIS 및 SIIS 서버가 OGC 표준사양을 이용하여 구성되어 있으며, ITS, GNSS 및 Telematics 서비스 또한 연계가 가능하도록 구성되어 있다. 그림 2는 이러한 공간정보 웹 서비스 프레임워크의 전체 구성을 보여준다.



<그림 2> 공간정보 웹 서비스 프레임워크 구성도

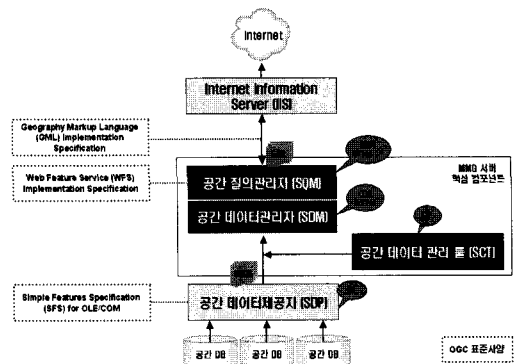
3.1 공간정보 서버그룹

본 논문에서 제안된 공간정보 웹 서비스 프레임워크는 다양한 형태의 공간정보 서비스를 제공할 목적으로 공간정보 서버그룹을 구성하고 있는데, 이 서버그룹은 크게 공간 서비스를 제공하기 위한 부분과 공간 데이터를 제공하기 위한 부분으로 구성되어 있다. <그림 2>에서 보듯이, 공간 서비스 부분은 GIS, SIIS, ITS, GNSS, Telematics 서버로 구성되어 있으며 공간 데이터 부분은 GIS와 SIIS 데이터베이스로 구성되어 있다.

공간 서비스 부분에서 우선 GIS 서버는 GIS 데이터를 분석하고 처리하기 위한 기능들을 공간정보 중개자에게 등록(Publish)할 수 있으며, 프로토타입 구현에서는 WFS 사양에서 제공하는 인터페이스 메소드들을 등록할 수 있도록 구현하였다. 그러므로, 클라이언트는 공간정보 중개자의 서비스 메타정보를 검색하여 자신이 원하는 WFS 인터페이스 메소드를 검색(Find)하고, 검색된 메타정보를 이용하여 GIS 서버와 연결(Bind)하여 WFS의 인터페이스 메소드를 수행할 수 있다. SIIS 서버는 위성영상 데이터를 분석하고 처리하기 위한 기능들을 공간정보 중개자에게 등록할 수 있으며, 프로토타입 구현에서는 WCS 사양에서 제공하는 인터페이스 메소드들을 등록함으로써 클라이언트가 WCS 인터페이스 메소드들을 자유로이 이용할 수 있도록 하였다. 본 프로토타입에서 구현된 WCS는 위성영상 정보를 인코딩하기 위한 포맷으로 GeoTIFF 형식을 이용하고 있다. 여기서, ITS, GNSS, Telematics 서버는 OGC의 표준사양을 수용하여 구현된 것이 아니라, 기존에 각각 실시간 교통정보, 위치정보, 항법정보를 제공하는 서버들을 본 프레임워크에 연계하여 구성한 것으로 본 프레임워크를 이용하여 다양한 형태의 공간정보 관련 서비스가 가능함을 보여주기 위한 것이다. 구체적으로 ITS 서버는 (Link ID, 속도) 형태의 실시간 교통정보를 XML로 인코딩하여 제공하는 메소드를, GNSS 서버는 (객체 ID, 위치) 형태의 이동객체 위치정보를 XML로 인코딩하여 제공하는 메소드를 공간정보 중개자에게 등록할 수 있도록 설계되었으며, Telematics 서버는 공간정보를 활용하는 응용시스템으로 차량항법 관련 메소드를 클라이언트가 활용할 수 있도록 설계되었다. 공간 데이터 부분은 GIS 및 SIIS 데이터베이스가 각기 보유하고 있는 공간 데이터들을 공간정보 중개자에게 등록할 수 있도록 구성되었다.

본 논문에서는 성능이 뛰어난 웹 서비스 프레임워크 구축을 위하여 다양한 공간정보 및 서비스 제공이 가능한 공간정보 서버그룹 중에서 특히, 대용량의 GML 데이터를 웹 서비스하는 GIS 서버의 성능 향상을 위한 방법을 제안하고 있다. 이는 ITS, GNSS 및 Telematics 서버의 경우에 전송되는 정보들은 GML로 인코딩이 직접 가능하므로 GIS 서버에서 제시된 방법을 직접 활용할 수 있기 때문이다. 일반적인 GIS 서버는 GML 데이터에 대한 클라

이언트의 요구가 있을 때 고유 포맷의 벡터정보를 디스크로부터 검색하여 로딩하고, 로딩된 벡터정보를 GML 데이터로 인코딩하여 클라이언트에게 응답하는 방식을 취한다. 그러나, 이러한 벡터 로딩-GML 인코딩 방식은 클라이언트가 대용량의 정보를 요청할 때 로딩 작업과 GML 인코딩 작업에서 많은 시간을 소모하므로 적절한 시간 내에 클라이언트의 요구를 충족시키기 어려운 경우가 자주 발생하게 된다. 이에 본 논문에서는 이러한 벡터 로딩-GML 인코딩 작업에서 소모되는 시간문제를 해결하기 위하여 메인 메모리 기반의 GIS 서버(MMG 서버)를 제안하고 있다[17]. 제안된 MMG 서버의 핵심은 모든 공간정보들을 미리 GML 형태로 변환한 다음, 메인 메모리에 적재시켜서 관리를 한다는 것이다. 다시 말하면 MMG 서버는 처음에 구동될 때, 웹 서비스를 제공하고자 하는 모든 공간정보들을 소스 데이터베이스로부터 로딩하고 이를 GML 데이터로 변환하여 메인 메모리에 적재하는 과정을 수행함으로써 메인 메모리 기반의 웹 서비스를 제공하겠다는 것이다. 여기서 중요한 점은 MMG 서버는 메인 메모리에 대한 물리적인 제어권을 직접 가지고 있으며, 공간정보 검색 및 연산자의 성능을 높이기 위하여 공간엔진을 포함하고 있다는 것이다. 그러므로, MMG 서버를 이용하게 되면 대용량의 GML 데이터를 서비스함에 있어서 서버 측에서 발생하는 시간 손실문제는 해결할 수 있게 된다. 그림 3은 공간 데이터제공자, 공간 데이터관리자, 공간 데이터관리틀, 그리고 공간 질의관리자로 구성된 MMG 서버의 전체 구성을 보여준다.



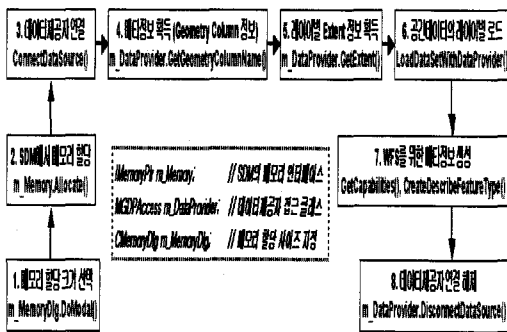
<그림 3> MMG(Main Memory-based GIS Server) 서버 구성도

3.1.1 공간 데이터제공자(Spatial Data Provider : SDP)

MMG 서버는 공간정보를 메인 메모리에 적재할 때, OGC의 SFS 표준사양에 포함된 데이터제공자 컴포넌트(SDP)를 이용하여 공간 데이터베이스를 접근하고 있다. SDP는 OGC에서 제시된 표준사양으로, 동일한 인터페이스를 이용하여 다양한 종류의 공간 데이터베이스를 접근할 수 있는 장점을 가지고 있다. 다시 말하면, MMG 서버는 SDP가 제공되는 모든 종류의 공간 데이터베이스들을 메인 메모리 기반으로 웹 서비스를 할 수 있는 확장성을 가지게 됨을 의미한다. 본 논문에서는 ESRI의 Shape 파일과 SDE 엔진, Autodesk의 DXF 파일, 한국통신데이터의 ZEUS 엔진, 지오매니아의 GeoMania 엔진을 위한 SDP들을 이용하고 있다.

3.1.2 공간 데이터관리 툴(Spatial Data Configuration Tool : SCT)

SCT의 주요기능은 SDP가 제공하는 레이어 관련 메타정보를 이용하여 MMG 서버가 서비스하고자 하는 레이어들을 선택하고, SDP로부터 공간정보들을 읽어들이어 메인 메모리를 관리하는 SDM에게 전달해 주는 역할을 수행한다. 또한, SDP부터 제공되는 다양한 메타정보들을 읽어서 추후에 WFS의 "GetCapabilities"와 "DescribeFeatureType" 인터페이스에서 사용될 메타정보를 생성하는 역할도 수행한다. 그림 4는 MMG 서버가 새로운 공간정보들을 웹 서비스하기 위하여 로드할 때, SCT와 SDM이 수행하는 기능들의 흐름을 보여준다.



<그림 4> 공간정보 로딩을 위한 SCT와 SDM의 동작과정

3.1.3 공간 데이터관리자(Spatial Data Manager : SDM)

MMG 서버의 핵심모듈인 SDM은 크게 메인 메모리에 대한 물리적인 제어권을 가지고 실제 4G 바이트의 메모리를 할당받아 공간 데이터를 적재하고 서비스하기 위한 Memory 클래스, 공간 데이터를 GML 형태로 변환하기 위한 MGGML 클래스, 그리고 신속한 공간 인덱싱 기능을 제공하기 위한 H_SCAN 클래스로 구성되어 있다. Memory 클래스는 메인 메모리 할당 및 공간 데이터 적재를 위한 IMemory 인터페이스와 공간 데이터를 클라이언트에게 서비스하기 위한 IData 인터페이스로 구성되어 있는데, 그림 5는 IMemory와 IData 인터페이스의 정의를 자세히 설명하고 있다.

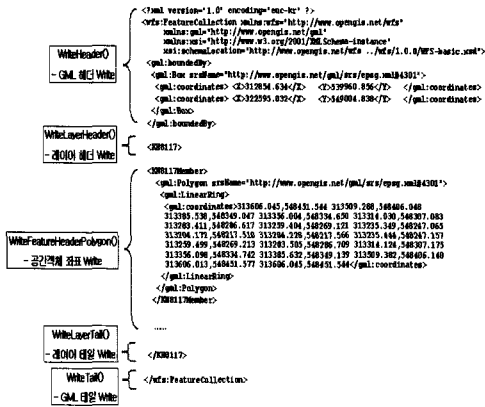
```

interface IMemory : IDisposable
{
    [id(1), helpstring("method Allocate")] HRESULT Allocate([in] unsigned long size);
    [id(2), helpstring("method Free")] HRESULT Free();
    [group, id(3), helpstring("property IsAllocated")] HRESULT IsAllocated([out, retval] bool *pVal);
    [id(4), helpstring("method GetPool")] HRESULT GetPool([out, retval] HRESULT *pVal);
    [id(5), helpstring("method CreateLayerList")] HRESULT CreateLayerList([in] int nLayers,
        [in] double x1, [in] double y1, [in] double x2, [in] double y2);
    [id(6), helpstring("method CreateLayer")] HRESULT CreateLayer([in] ISpatialDataSource pSource, [in] ISpatialName pName, [in] long type,
        [in] long nAddress, [in] double x1, [in] double x2, [in] double y1, [in] double y2);
    [id(7), helpstring("method LoadLayer")] HRESULT LoadLayer([in] ISpatialDataSource pSource, [in] ISpatialName pName);
    [id(8), helpstring("method LoadFeature")] HRESULT LoadFeature([in] HRESULT obj);
    [id(9), helpstring("method ActivateLayer")] HRESULT ActivateLayer();
    [group, id(10), helpstring("property HasDim")] HRESULT HasDim([out, retval] long *pVal);
};

interface IData : IDisposable
{
    [group, id(1), helpstring("property IsReady")] HRESULT IsReady([out, retval] bool *pVal);
    [group, id(2), helpstring("property NumberOfLayers")] HRESULT NumberOfLayers([out, retval] long *pVal);
    [id(3), helpstring("method GetLayer")] HRESULT GetLayer([in] ISpatialName pName, [out, retval] HRESULT *pVal);
    [id(4), helpstring("method GetLayerProgress")] HRESULT GetLayerProgress([in] ISpatialLayerList,
        [in] long nFeature, [in] HRESULT CurrentProgress, [in] HRESULT nProgress, [out, retval] HRESULT *pVal);
    [id(5), helpstring("method GetLayerProgressCallback")] HRESULT GetLayerProgressCallback([in] ISpatialLayerList,
        [in] long nFeature, [in] HRESULT CurrentProgress, [in] HRESULT nProgress,
        [in] long x1, [in] long y1, [in] long x2, [in] long y2, [out, retval] HRESULT *pVal);
    [id(6), helpstring("method GetLayerProgressCallback")] HRESULT GetLayerProgressCallback([in] ISpatialLayerList,
        [in] long x1, [in] long y1, [in] long x2, [in] long y2, [out, retval] HRESULT *pVal);
};
    
```

<그림 5> Memory 클래스의 IMemory, IData 인터페이스 정의

MGGML 클래스는 메인 메모리에 GML 데이터를 write하기 위하여 사용되는데, 그림 6은 MGGML 클래스가 자신의 메소드들을 이용하여 주어진 메모리 위치에 GML 데이터를 write하는 예제를 보여준다.



<그림 6> MGGML 클래스의 GML write 수행 예

끝으로, H_SCAN 클래스는 메인 메모리에서의 신속한 공간검색 방법을 제공하기 위하여 R*-tree의 공간색인방법을 구현하고 있다. 이러한 SDM은 대용량의 GML 정보를 클라이언트에게 서비스할 때 서버로 인하여 야기되는 GML 변환시간, 대용량 공간정보 로딩시간 등의 문제를 해결할 수 있는 장점을 가지고 있다. 단, 본 논문에서 제안된 SDM은 MMG 서버가 시작될 때 대용량 데이터의 로딩 및 GML 변환 시간으로 인하여 너무 많은 시간이 소모된다는 단점도 가지고 있다.

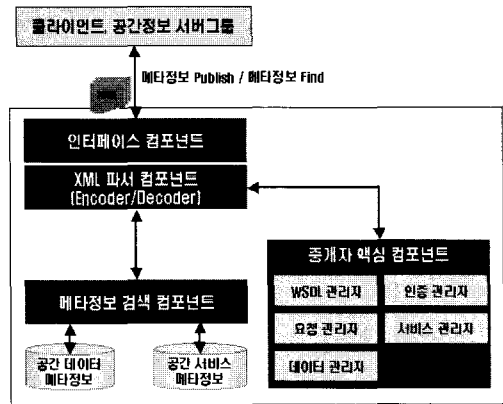
3.1.4 공간 질의 관리자(Spatial Query Manager : SQM)

SQM은 클라이언트의 질의 요청을 받아들이고 분석하여 작은 질의로 나누어 SDM에게 보내어 결과를 요청하는 작업을 수행하고, GML 형태로 생성된 결과를 SQM이 클라이언트에게 응답하는 방식으로 동작한다. SQM은 크게 두 부분으로 구성되는데, 클라이언트의 웹 서비스 요청을 수용하기 위한 웹 인터페이스 부분과 질의를 처리하기 위한 공간질의 처리 부분으로 구성된다. 웹 인터페이스 부분은 IIS를 기반으로 하여 클라이언트들의 동시 요청을 효율적으로 처리하기 위하여 "Internet Server Application Programming Interface (ISAPI)" 확장 컴포넌트를 이용하여 구현되었다. 공간질의 처리 부분은 상호운영성 및 확장성을 보장하기 위하여 OGC의 WFS 표준 사양을 기본으로 구현되었다. 그러므로, 실제로 SQM에서 처리해야 할 클라이언트 요청 분석, 서브

질의 생성 및 SDM으로의 질의 전달 방법들은 "GetCapabilities", "DescribeFeatureType", 그리고 "GetFeature"와 같은 WFS 인터페이스를 이용하여 구현되었다.

3.2 공간정보 중개자

공간정보 중개자의 핵심 역할은 공간정보 서버그룹과 클라이언트 사이의 게이트웨이 역할을 수행하는 것으로, 표준 인터페이스를 기반으로 공간정보 서버그룹의 데이터 및 서비스에 관련된 메타정보를 등록가능하게 해주고 클라이언트가 이들 메타정보를 검색하여 활용가능하게 해주는 것이다. 이러한 공간정보 중개자를 위하여 본 논문에서 제시하는 방법은 기본적으로 OGC의 WRS 표준 사양을 수용하는 것이다. 그러나, WRS 사양의 경우는 공간 서비스에 대한 메타정보를 관리할 수 없기 때문에 본 논문에서는 서비스에 대한 메타정보 제공을 위하여 W3C의 SOAP, UDDI, WSDL 사양을 참조하여 WRS 기반의 공간정보 중개자를 확장하였다. 그림 7은 인터페이스 컴포넌트, XML 파서 컴포넌트, 검색 컴포넌트, 중개자 핵심 컴포넌트로 구성된 공간정보 중개자의 전체 구성도를 보여준다.



<그림 7> 확장 공간정보 중개자 구성도

<그림 7>에서, 인터페이스 컴포넌트는 클라이언트 및 공간정보 서버그룹들이 접근하기 위한 인터페이스를 제공하며, XML 파서 컴포넌트는 공간정보 중개자에 입출력되는 XML 문서를 인코딩/디코딩하는 역할을 수행한다. 메타정보 검색 컴포넌트는 공

간 데이터 및 서비스를 위한 메타정보 데이터베이스를 관리하고 검색하기 위한 역할을 수행한다. 끝으로, 공간정보 중개자 핵심 컴포넌트는 WSDL 관리자, 인증 관리자, 요청관리자, 서비스 관리자와 데이터 관리자로 구성되어 있다. 각 구성요소들의 기능을 간단히 살펴보면 WSDL 관리자는 요청 관리자와 서비스/데이터 관리자에서 처리 가능한 형태로 WSDL 형태의 요청사항을 분석하는 역할을 수행하며, 인증 관리자는 클라이언트와 서버그룹들이 검증된 사용자인지를 체크하며, 요청 관리자는 현재 공간정보 중개자에 연결되어 있는 사용자들에 대한 정보를 관리하며, 서비스/데이터 관리자는 각각 공간 데이터 및 공간 서비스의 등록과정을 수행한다. 여기서 주목할 점은 인증 관리자, 요청 관리자, 데이터 관리자는 OGC의 WRS 사양을 참조하여 설계되었으며, WSDL 관리자 및 서비스 관리자는 W3C의 UDDI 사양을 참조하여 설계되었다. 이와 같이 본 논문에서 제안된 공간정보 중개자는 WRS 사양을 기본으로 UDDI 사양을 참조하여 확장 구현함으로써 공간 데이터뿐만 아니라 공간 서비스에 대한 메타정보 또한 관리할 수 있는 장점을 가지고 있다.

3.3 웹 기반 클라이언트

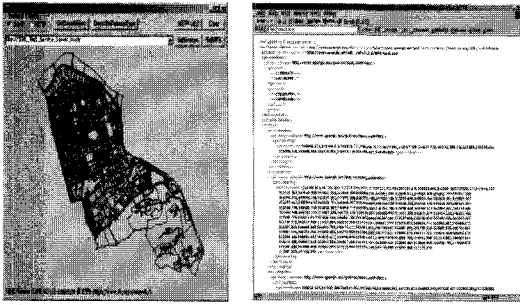
웹 기반 클라이언트로는 기본적으로 웹 브라우저가 이용되었으며, 추가적으로 본 논문에서 제시된 공간정보 웹 서비스 프레임워크의 가용성을 검증하기 위하여 공간정보 중개자와의 접속을 통한 공간데이터 및 서비스 검색을 수행할 수 있는 기능과 공간정보 서버그룹으로부터 주어지는 JPG, GML, GeoTIFF 등의 다양한 결과들을 통합하여 출력할 수 있는 기능들로 구성되어 있다.

4. 공간정보 서버 성능 실험

본 장에서는 공간정보 서버 그룹 중에서 3.1에서 제안되었던 새로운 MMG 서버의 가용성을 검증하기 위하여 성능 실험을 수행하였으며, 이와 관련된 결과를 보여준다. 본 논문에서는 MMG 서버와 디스크 기반의 일반적인 GIS 서버와의 성능 비교는 생략하였다. 왜냐하면, 널리 알려진 바와 같이 메인 메모리가 디스크보다 10배에서 20배 이상의 빠른 접속시간을 지원하기 때문에 두 방법간의 성능을 비

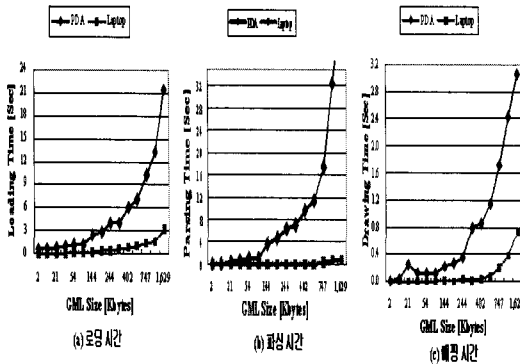
교하는 것은 의미가 없을 뿐만 아니라, 본 논문은 웹 서비스 프레임워크를 통한 서버그룹의 상호운용성 및 확장성에 초점을 맞추고 있기 때문에 이들과 상호 대치되는 시스템 성능에 대해서는 논외로 하였다. 본 실험은 대용량 GML 데이터에 대한 무선 네트워크 환경에서의 서비스 성능을 측정하는 것에 초점을 맞추었으며, 이를 위하여 성능 측정기준을 두 가지로 분류하여 수행하였다. 첫 번째는 무선 이동 단말 종류에 따른 데이터 처리 성능을 측정하였으며, 두 번째는 데이터가 전달되는 네트워크 경로의 차이로 인하여 발생하는 데이터 전달 성능을 측정하였다[18].

첫 번째 실험은 무선 네트워크 환경에서 PDA와 Notebook(Laptop) 컴퓨터를 MMG 서버에 접속시켜 GML 데이터를 전송받은 후 이를 화면에 출력하는 것이었다. 실험에 사용된 PDA는 Intel PXA 250 프로세서 (400MHz), 64MB 메모리, 및 802.11b Wi-Fi 무선 어댑터의 사양을 가지고 있으며, Microsoft Pocket PC 2002 운영체제 환경에서 프로그램이 동작되었다. Notebook 컴퓨터는 Intel Centrino Mobile 프로세서 (1.6GHz), 1GB 메모리, 및 802.11b를 지원하는 Wi-Fi 무선 어댑터의 사양을 가지고 있으며, Microsoft Windows XP 운영체제 환경에서 동작되었다. 각 단말은 MMG 서버에게 다양한 크기의 GML 데이터를 요청하는 간단한 질의를 수행하였으며, 정확한 성능 분석을 위하여 GML 데이터에 대한 로딩시간, 파싱시간, 그리고 매핑시간을 측정하였다. 여기서 로딩시간은 GML 데이터를 MMG 서버로부터 클라이언트로 전송받는데 소요된 시간을 의미하며, 파싱시간은 클라이언트에서 GML 데이터를 분석하여 유효한 실제 데이터를 추출하는데 소요된 시간을 의미하며, 매핑시간은 클라이언트에서 파싱된 GML 데이터를 단말의 화면에 출력하는데 소요된 시간을 의미한다. 실험에 사용된 공간 데이터는 서울시 강남구, 서초구, 송파구 지역의 지형도를 이용하였다. 그림 8(a)는 실제 실험에 사용된 강남구 지역의 도로 경계 모습을 보여주고, <그림 8>(b)는 동일한 데이터를 일반 웹 브라우저를 통하여 GML 형태로 출력한 모습이다. 다음 <그림 9>는 PDA와 Notebook 컴퓨터에서 MMG 서버의 GML 서비스를 이용할 때 소요된 시간(로딩시간, 파싱시간, 매핑시간)에 있어서의 성능 비교 결과를 보여준다.



(a) 실험 데이터 예 (화면 출력) (b) 실험 데이터 예 (GML 출력)

<그림 8> 실험에 사용된 공간 데이터 예 (서울시 강남구 예)



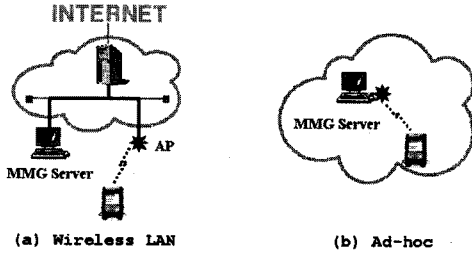
<그림 9> GML 서비스에 대한 PDA와 Notebook 컴퓨터의 성능 비교

<그림 9>의 (a), (b)에서 보는 바와 같이, PDA 단말에서 GML 데이터의 크기가 커짐에 따라 로딩 시간과 파싱시간이 기하급수적으로 증가하고 있다. PDA 단말은 1,629K 바이트 크기의 GML 데이터를 로딩하는데 21초의 시간이 소요된 반면, Notebook 컴퓨터는 약 3초의 시간이 소요되었다(그림 9(a)). 위의 Notebook 컴퓨터의 결과로부터 추측해보면, MMG 서버가 약 3,000개의 Line String 형태의 객체를 가지는 1,629K 바이트 크기의 GML 데이터를 생성하는데 3초 이하의 시간이 소요되었음을 예측할 수 있다. 또한 이로부터 PDA 단말의 경우 최소한 18초의 시간이 추가적으로 소요되었음을 확인할 수 있다. 동일한 무선 네트워크 환경에서 서버로부터 데이터를 수신하는데 이와 같은 차이가 나는 이유는 네트워크 데이터를 처리하기 위한 클라이언트상의 버퍼와 이를 처리하는 프로세

서의 차이로 할 수 있다. 더군다나 1,629K 바이트 크기의 GML 데이터를 파싱하는 경우에 PDA 단말은 약 33초를 소요한 반면, Notebook 컴퓨터는 약 1초의 시간을 소요하였다(<그림 9>(b)). 이 결과는 두 단말의 메모리 및 데이터 처리 성능을 명확히 보여주는데, 특히 단말에 미치는 GML 데이터의 처리 부담이 크다는 것을 고려하면 데이터의 크기가 커질수록 처리 시간의 차이가 더욱 심해질 것이라는 것을 예측할 수 있다. 파싱된 GML 데이터를 매핑하는 시간의 경우는 PDA 단말과 Notebook 컴퓨터가 각각 3초와 0.8초를 소요하여 상대적으로 작은 차이를 보여주었다(<그림 9>(c)). 이는 GML 데이터가 텍스트 기반의 형태로 이루어져 있어서 쉽게 화면에 출력되어 처리될 수 있기 때문이다. 텍스트 기반의 데이터가 아닌 이미지나 래스터 형태의 데이터가 매핑되는 경우, 앞의 두 파라미터의 결과와 같이 성능 차이가 많이 날 것으로 예상된다. 첫 번째 실험의 결과에 따르면, 일정 레벨 이상의 고성능을 지원하는 무선 이동 단말을 대상으로 하는 대용량의 GML 데이터 서비스를 위해서 메인 메모리 기반의 서버를 이용하는 것은 매우 바람직하다고 생각된다. 그러나 PDA 경우에 약 3,000개의 객체를 가진 GML 데이터를 로딩하고 파싱하는데 소요된 시간이 53초 이상 소모되었으며, 이는 MMG 서버를 활용한다고 할지라도 그 효율성을 증가시키는데 한계가 있다는 것을 의미한다. 결론적으로, 무선 환경에서 MMG 서버를 이용한 대용량 GML 데이터 서비스는 일정 기준 이상의 컴퓨팅 능력을 지닌 이동 단말에게는 커다란 이점으로 작용할 수 있으나, 핸드폰 또는 PDA와 같은 초소형 단말에게는 클라이언트 자체의 데이터 처리 효율성 문제로 인하여 어려움이 있다고 할 수 있다.

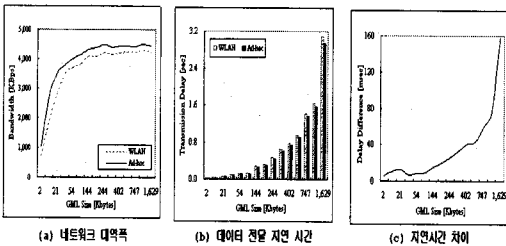
두 번째 실험은 Notebook 컴퓨터가 MMG 서버로부터 서로 다른 환경으로 구성된 무선 네트워크 경로를 따라 전달된 GML 데이터를 수신하여 화면에 출력하는 것이었다. 본 실험에 사용된 무선 이동 단말은 첫 번째 실험에서 사용된 Notebook 컴퓨터의 사양과 동일하며, 데이터 전달을 위한 무선 네트워크는 <그림 10>과 같이 구성되었다. <그림 10>(a)는 우리 주변에서 일반적으로 사용되는 무선 네트워크 형태로, 클라이언트는 근접한 액세스 포인트(AP)를 통하여 LAN(또는 인터넷)에 접속하고, 이후 LAN을 통해서 서버로 연결되는 방식이다.

<그림 10>(b)는 서버와 클라이언트가 중간의 네트워크 환경을 거치지 않고 직접 통신을 통하여 연결되는 방식이다.



<그림 10> GML 서비스를 위한 무선 네트워크 환경구축 방법

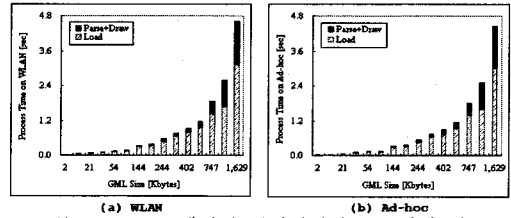
실험방법은 첫 번째 실험에서의 경우와 동일하게 단말이 MMG 서버에게 다양한 크기의 GML 데이터를 요청하는 간단한 질의를 수행하였고, 이 과정에서 네트워크 성능과 단말의 처리 성능을 측정하여 비교하였다. 네트워크 성능 분석을 위하여 네트워크 대역폭과 전달 지연 시간을 측정하였으며, 첫 번째 실험과 마찬가지로 GML 데이터에 대한 로딩시간, 파싱시간, 그리고 매핑시간을 측정하였다. 실험에 사용된 데이터 또한 첫 번째 실험의 것과 동일한 샘플 데이터를 이용하였다. <그림 11>은 WLAN 환경과 Ad-hoc 환경에서의 네트워크 대역폭과 데이터 전달 지연 시간 및 지연 시간의 차이 값을 나타낸다. Ad-hoc 환경에서의 네트워크 대역폭은 최대 4,500 Kbps 및 평균 3,933 Kbps의 속도를 제공하며, 이는 WLAN 환경에서보다 평균 9% 이상의 향상된 성능을 나타내고 있다.



<그림 11> 무선 네트워크 환경에 따른 GML 서비스 성능 비교

두 실험군에서의 대역폭 차이는 최대 약 700

Kbps로 보이는데, 현재 일반적인 가정에서 사용되고 있는 무선 인터넷의 업로드 속도보다도 높은 수치이다. 데이터 전달 지연 수치의 경우, Ad-hoc 환경에서는 평균 630 msec의 시간이 소요되며, WLAN 환경에서보다 평균 13% 이상의 향상된 성능을 나타낸다. 두 실험군에서의 결과 값의 차이는 전송되는 데이터의 크기가 증가함에 따라 기하급수적으로 증가하는 모습을 볼 수 있다.



<그림 12> GML 데이터 처리에서의 로딩시간 점유율

<그림 12>는 단말이 GML 데이터를 처리하는 시간 중에서 로딩시간이 차지하는 비율을 나타내고 있다. 로딩시간은 네트워크 대역폭이나 데이터 전달 지연 시간과 같은 네트워크 성능 파라미터와 밀접한 관계를 가지기 때문에 네트워크의 환경에 따라 그 값이 변하게 된다. Ad-hoc 및 WLAN 환경에서 로딩시간이 차지하는 비중은 평균적으로 83%와 81%이었다. 이는 GML 데이터 서비스를 이용하는데 네트워크의 환경이 성능에 많은 영향을 끼친다는 것을 의미한다. 본 실험에서 측정된 네트워크 성능은 두 실험군에서 큰 차이를 보이지 않는데, 이는 WLAN 환경이 이상적인 조건 상태에서 실험이 이루어졌기 때문이다. 그러나 공중 무선랜과 같이 하나의 AP에 여러 사용자가 접속하고 주변에 장애물이 많은 환경에서는 단말과 AP와의 무선 통신 구간의 장애와 유선 네트워크의 지연 문제로 인하여 네트워크 대역폭 급격히 낮아지고 데이터 전달 지연 시간이 길어질 것으로 예상된다. 이는 로딩시간의 점유율 측정 실험에서 보여지고 있다. 미래의 유비쿼터스 환경에서는 수많은 데이터가 다양한 경로를 통하여 전달될 것이며, 이는 네트워크 성능뿐만 아니라 무선 환경에도 영향을 미치게 될 것이다. 끝으로, 본 실험은 WLAN, Ad-hoc 네트워크, Sensor 네트워크 등 미래 네트워크 환경에서 동작 가능한 공간정보 서비스 프레임워크 구축을 위하여 수행되었다. 이미 본 실험을 통하여 보듯이 이상적인 환경이기는 하지만

WLAN과 더불어 미래의 유비쿼터스 네트워크 환경에서도 공간정보 서비스가 가능함을 알 수 있다.

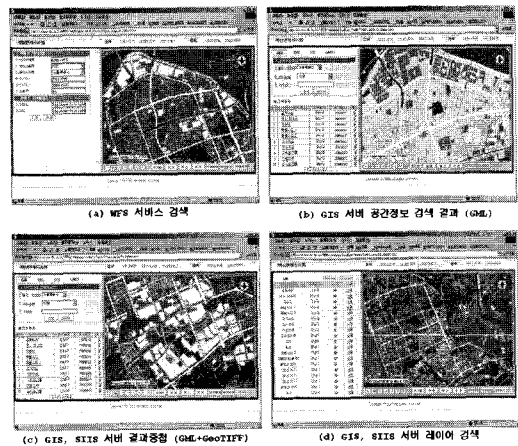
5. 공간정보 웹 서비스 프레임워크 구현

본 장에서는 공간정보 웹 서비스 프레임워크의 프로토타입 구현에 대하여 살펴보고자 한다. 웹 서비스 프레임워크의 효율성을 검증하기 위하여 본 논문에서는 가장 먼저 MMG 서버와 SIIS 서버를 구현하였으며, 이후에 ITS 서버, GNSS 서버 그리고 Telematics 서버 프로토타입을 연계하였다. 구체적으로 MMG 서버, SIIS 서버, ITS 서버, GNSS 서버 그리고 Telematics 서버는 각각 서울시 서초구, 강남구, 송파구 지역의 벡터 맵 정보, IKONOS 영상 정보, (Link ID, 속도)로 구성된 실시간 교통정보, (객체 ID, 위치)로 구성된 이동객체 위치정보, 그리고 항법 정보를 제공하도록 구현되었다. 그리고, 3장에서 설명하였듯이 MMG 서버는 WFS 표준 사양을, SIIS 서버는 WCS 표준사양을 이용하여 구현되었다. 공간정보 서버그룹 이외에 웹 기반 클라이언트 시스템과 공간정보 중개자를 구현하였는데, 공간정보 중개자는 OGC의 WRS 표준사양을 수용하고 W3C의 UDDI 사양을 참조하여 구현하였으며, 웹 기반 클라이언트 시스템은 공간정보 서버그룹으로부터 제공되는 JPG, GIF, GML, 그리고 GeoTIFF 형태의 정보를 웹 브라우저 상에서 동시에 도시할 수 있도록 구현하였다. 이러한 공간정보 웹 서비스 프레임워크 프로토타입의 구현은 공간정보 서버그룹, 공간정보 중개자, 클라이언트에 따라서 Visual C, C#, ATL COM와 같은 다양한 프로그래밍 툴을 이용하여 수행되었다. 그림 13은 공간정보 웹 서비스 프레임워크 프로토타입 구현 예를 보여준다.

6. 결 론

무선 네트워크 환경에서 웹 서비스를 통하여 GML 형태의 대용량 공간정보를 서비스하는 것은 서버의 성능, 통신 대역폭 등 여러 요인으로 인하여 쉬운 일이 아니다. 그러므로, 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 효율적인 공간정보 웹 서비스 프레임워크를 제안하였다. 이러한 공간정보 웹 서비스 프레임워크는 첫째 표준화된 방식으로 다양한 공

간정보의 통합된 서비스를 제공할 수 있으며, 둘째 웹 서비스를 통하여 공간 데이터뿐만 아니라 공간 서비스도 제공할 수 있으며, 셋째 성능이 우수한 MMG 서버를 통하여 대용량의 GML 정보를 제공할 수 있으며, 끝으로 무선 네트워크 환경에서도 서비스 가능한 특징을 가지고 있다. 공간정보 웹 서비스 프레임워크는 공간정보 서버그룹, 공간정보 중개자, 웹 기반 클라이언트로 구성되었는데, 기본적으로 공간정보 서버그룹들과 공간정보 중개자 간의 상호운영 및 확장성을 지원하기 위하여 OGC의 표준 사양을 수용하였으며 인터넷 서비스가 아닌 웹 서비스 지원을 위하여 W3C의 표준사양을 참조하여 구현되었다.



<그림 13> 공간정보 웹 서비스 프레임워크 구현 예
 "http://www.4s.re.kr/WRS/webapplication/main/main_search_data.html"

공간정보 웹 서비스 프레임워크에서 특히 주목할 점은 유무선 네트워크 환경에서 대용량 GML 데이터 서비스를 지원하기 위하여 메인 메모리 기반의 MMG 서버를 구현하였다는 점이다. MMG 서버는 메인 메모리 상에서 GML 데이터를 효율적으로 관리하고 서비스를 제공함으로써 대용량 GML 데이터의 웹 서비스에서 서버측 오버헤드 문제를 해결하였다. 끝으로, 무선 네트워크 환경에서 MMG 서버의 가용성을 검증하기 위한 성능 평가 실험과 미래의 유비쿼터스 환경을 고려하여 현재 이용되는 WLAN 이외에 Ad-hoc 네트워크 환경에서의 MMG 서버의 가용성을 검증하기 위한 실험도 수행하였다. 실험

결과에서 MMG 서버는 무선 네트워크 환경에서 충분히 사용이 가능하나, 다만 PDA와 같이 단말의 컴퓨팅 성능이 떨어지는 경우에는 GML 서비스를 수행하는 것에 어려움이 있음을 알 수 있었다.

끝으로, 본 논문은 다양한 공간정보를 위한 웹 서비스 프레임워크를 제안하고 프로토타입을 구현하였다. 특히, 대용량 GML 데이터의 웹 서비스를 위한 MMG 서버를 제안하였고, 실험을 통하여 유무선 네트워크 환경에서의 가용성을 검증하였다. 이러한 공간정보 웹 서비스 프레임워크는 공간정보 서비스를 제공하는 모든 프로젝트에서 참조 모델로서 활용이 가능하리라고 생각된다. 향후 연구방향은 MMG 서버에 GML 데이터를 관리하는 것이 아니라 사이즈 면에서 훨씬 작은 용량을 지니는 WKB 데이터를 직접 관리하는 방식 또는 산업계에서 실제 활용되는 데이터 포맷을 직접 관리하는 방식을 개발함으로써, 무선 네트워크 환경의 PDA 단말에서도 공간정보 웹 서비스가 가능하도록 만드는 것이다.

참고문헌

- [1] Michael Worboys and Matt Duckham, Integrating Spatio-thematic Information, Proc. GIScience'2002, LNCS 2478, PP.346-361
- [2] Barbara P. Buttenfield, Transmitting Vector Geospatial Data across the Internet, Proc. GIScience'2002, LNCS 2478, PP.51-64
- [3] Guoray Cai, GeoVSM: An Integrated Retrieval Model for Geographic Information, Proc. GIScience'2002, LNCS 2478, PP.65-79
- [4] OpenGIS Consortium Inc, Simple Features Specification For OLE/COM Specification, version 1.1, 18-May 1999
- [5] OpenGIS Consortium Inc, Web Map Service Implementation Specification, version 1.3, 2-August 2004
- [6] OpenGIS Consortium Inc, Web Feature Service Implementation Specification, version 1.0.0, 17-May 2002
- [7] OpenGIS Consortium Inc, Web Coverage Service Implementation Specification, version 1.0, 16-October 2003
- [8] OpenGIS Consortium Inc, Geography Markup Language Implementation Specification, version 2.1.2, 17-September 2002
- [9] OpenGIS Consortium Inc, Web Registry Service Implementation Specification, version 0.7, 18-January 2003
- [10] W3C Consortium Web Services Description Language version 1.2, 11-June 2003
- [11] OpenGIS Consortium Inc, Catalog Services Specification, version 1.1, 28-March 2001
- [12] W3C Consortium, Simple Object Access Protocol, version 1.2, 24-June 2003
- [13] OpenGIS Consortium Inc, OpenGIS Reference Model, version 0.1.2, 04-March 2003
- [14] OpenGIS Consortium Inc, Styled Layer Descriptor Implementation Specification, version 1.0.0, 19-September 2002
- [15] Miguel R. Luaces, Nieves R. Brisaboa, Jose R. Parama, Jose R. Viqueira, A Generic Framework for GIS Applications, Proc. W2GIS'2004, pp.197-209, LNCS(expected)
- [16] Barcay T., Gray J., and Slutz D., Microsoft TerraServer: A Spatial Data Warehouse, Proc. SIGMOD'2000, PP.307-318
- [17] Byoung-woo Oh, Minsoo Kim, Mijeong Kim, and Eunkyu Lee, Spatial Data Server for Mobile Environment, Proc. EDBT'2004, LNCS 2992, PP.872-874
- [18] Eunkyu Lee, Mijeong Kim, Byoung-woo Oh and Byung-Tae Jang, System Comparisons for GML Services, Proc. 24th Asian Conference on Remote Sensing & 2003 International Symposium on Remote Sensing, 2003, PP.1313-1315



김민수

1994년 부산대학교 전자계산학과
(이학사)

1996년 부산대학교 전자계산학과
전산학전공 (이학석사)

1996년 ~ 현재 한국전자통신연구원

텔레매틱스연구단 선임연구원

관심분야 : 텔레매틱스, 데이터베이스, 센서 데이터
베이스, GIS, LBS 등



오병우

1993년 건국대학교 졸업 (학사)

1995년 건국대학교 전자계산학과
졸업 (석사)

1999년 건국대학교 전자계산학과
졸업 (박사)

1999년 ~ 2004년 한국전자통신연구원

텔레매틱스연구단 선임연구원

2004년 금오공과대학교 컴퓨터공학부 조교수

관심분야 : 데이터베이스, GIS, Mobile GIS 등



김미정

2001년 인하대학교 지리정보공학과
(공학석사)

2001년 ~ 현재 한국전자통신연구원
텔레매틱스연구단 연구원

관심분야 : 공간정보처리, Mobile GIS,
텔레매틱스 등



이은규

2000년 동국대학교 전자공학과
(공학사)

2002년 한국정보통신대학교
컴퓨터공학과 (공학석사)

2002년 ~ 현재 한국전자통신연구원

텔레매틱스연구단 연구원

관심분야 : 텔레매틱스, 센서 네트워크,

Mobile GIS 등



주인학

1992년 연세대학교 졸업 (학사)

1994년 연세대학교 컴퓨터과학과
졸업 (석사)

2000년 연세대학교 컴퓨터과학과
졸업 (박사)

2000년 ~ 현재 한국전자통신연구원

텔레매틱스연구단 선임연구원

관심분야: GIS, 공간데이터베이스, Mobile GIS 등