

국가GIS 표준의 내용과 표준화 방향

(National GIS Standards: Contents and Future Directions)

장 성 길*, 김 창 호**

Sung-gheel Jang*, Tschangho Kim**

초 록

국가GIS가 주요 정보인프라 역할을 수행하기 위해서는 구축되는 공간정보에 대한 표준화가 필수적이다. 본 연구에서는 국가GIS 표준화 내용에 어떤 것이 있으며 어떠한 방향으로 추진되어야 하는지를 외국사례 분석을 통해 살펴보았다. 미국, 호주, 일본, 영국 4개국의 국가GIS 표준화와 ISO/TC211, OGC의 표준화를 분석한 결과 첫째, 국가GIS 표준화는 지리정보 표준과 지리정보 서비스 표준의 두 방향으로 추진되어야 하며 둘째, ISO/TC211 프로파일을 통해 국가GIS 표준을 개발하는 것이 바람직하며 셋째, 지리정보 語義 정의를 개체-관계의 데이터 내용으로 표현해야 하며 넷째, 지리정보 서비스 표준 연구에 적극적인 관심을 가져야 할 것으로 나타났다.

키 워 드

국가GIS, NGIS, 표준화, ISO/TC211, OGC, 지리정보, 지리정보 서비스

1. 서 론

최근 우리 나라 인터넷 사용자가 급증하고 있

는데 이는 관련 기술이 급속히 발전하면서 다양한 정보에 국민들이 쉽게 접근할 수 있게 되었기 때문이다. 그리고 이러한 정보들 중에 공간정보가 차지하는 비중이 대단히 높다. 하지만 공간정보는 그것을 필요로 하는 기관(중앙부처, 지방자치단체, 공공기관, 연구기관 등)에 의해 대단히 많은 양이 생산 및 이용되고 있음에도 불구하고 시스템 기종이 다르고 사용한 소프트웨어가 달라 필요한 공간정보를 교차 검색하거나 주고 받기란 사실상 대단히 어렵다.

한편, 정부는 2001년까지 전국 30개 도시에 초고속 정보망을 구축할 계획을 세우고 있다. 이러한 초고속망이 구축되면 현재 각 지방자치단체 행정 업무의 80% 이상을 차지하는 공간정보의 이용은 더욱 활발해질 것으로 보인다. 그러나 앞서 언급 했듯이 서로 상이한 시스템과 데이터 형태 등의 이유로 공간정보를 생산, 수집, 보유하고 있는 기관들 간에 공간정보를 공유 하는 것이 쉽지 않을 것이므로 이를 해결할 수 있는 방안을 모색하는 것이 시급하다. 그리고 GIS의 특성상 공간정보 수집 및 데이터베이스 구축, 유지관리에 드는 비용이 거의 75%를 차지하는 것을 감안하더라도 일단 구축된 공간정보를 필요로 하는 기관들끼리 공유하기 위한 노력을 하는 것은 당연한 일이다.

그런데 기 구축된 공간정보를 자유롭게 이용할 수 있고 또 그 접근 용이성을 극대화하기 위

* 서울대학교 GIS-T 연구실, 준회원

** 서울대학교 공학연구소/Illinois Univ., 종신회원

해서는 공간정보에 대한 표준화가 반드시 필요하다. 우리 나라에서도 이러한 폭발적인 공간정보 이용에 대비하여 공간 정보구축, 정보유통, 정보활용의 3가지 표준화 분야에 대한 국가GIS 표준화 사업이 1995년 「국가지리정보체계(NGIS) 구축 기본계획」이 수립된 후 추진되고 있다.

현재 국가GIS 표준화 사업의 결과로 상기 3가지 표준화 부문에 대해 국가 수치지도 통합 표준, 주제도 표준, 메타데이터 표준, 전송 표준(SDTS) 등 산발적인 표준들이 제정되고 있는 실정이다. 1997년 2월 「국가지리정보체계(NGIS) 표준화 추진계획」을 수립하여 단계별 표준화 전략을 추진하고 있으나, 국가 차원의 GIS 구축 사업에 국가가 어떤 표준을 개발해야 하는지 체계적인 국가 GIS 표준화 참조 모델(reference model)이 정립되어 있지 않아 효율적이고 본래 목적을 달성할 수 있는 표준화가 이루어지고 있는지를 점검하기가 쉽지 않다.

본 연구에서는 국가 GIS 구축 사업에서 국가가 어떠한 표준화를 해야 하는지를 국가GIS 구축 사업을 추진 중인 선진 외국의 사례와 국제 표준화 기구의 표준화 내용을 통해 살펴 보고자 한다. 또한 이들 국가와 국제 표준화 기구가 어떠한 방향으로 표준화를 추진하고 있는지를 살펴 봄으로써 우리 나라의 국가GIS 표준화 방향에 대한 시사점을 도출하고자 한다.

2. 국내의 국가 GIS 표준화 내용 및 동향

2.1 미국의 NSDI 표준화

2.1.1 배경

국가차원의 GIS 구축사업을 가장 선도적으로 추진하고 있는 국가가 미국이다. 세계에서 정보 기술을 선도하는 국가인 만큼, 정보기술이 발전함에 따라 정부기관들의 수치지 공간정보에 대한 수요가 급증하였으며, 과학적인 공간분석과 합

리적인 의사결정을 위해 부처간 정보공유와 통합이 필요하였다. 그런데 정부 기관들이 이미 자체 기관 목적을 위해 막대한 비용을 투자하여 구축한 공간정보들이 표준에 근거하지 않고 자체적으로 구축되어 서로 다른 기관간 통합이 어려워 중복투자라는 비효율을 야기하였다.

이에 따라 1990년 미 예산관리국(Office of Management and Budget)은 '자료의 조사, 지도제작 등 공간정보 구축관련 행위의 조정'이라는 회람 A-16을 통해 국가수치지공간정보자원(National Digital Spatial Information Resource) 구축의 필요성을 제기하였고 이에 따라 정부기관 간의 공간정보 구축행위 조정을 위한 범부처 기관인 연방지리정보위원회(FGDC, Federal Geographic Data Committee)가 설치되었다. 그리고 결정적으로 1994년 대통령령 12906호에 의해 국가공간정보기반(NSDI, National Spatial Data Infrastructure) 구축 사업이 시작되기에 이른다.

2.1.2 FGDC의 표준화

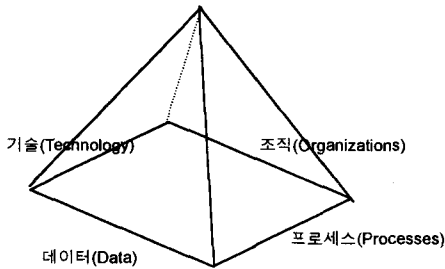
미국 국가GIS인 NSDI의 표준화를 전담하는 기관인 FGDC의 어느 한 부서에서 NSDI에 필요한 모든 표준을 검토하고 제정하는 일을 전담하는 것이 아니라는 점에 주목해야 한다. 잘 알려진 바와 같이 FGDC의 조직은 전체 정부부처 및 정부기관이 참여하는 범부처 기관이며, 그 구성은 기본 지형데이터, 수심측량, 지적, 인문/인구자료, 측량기준, 육상교통, 국경, 토양, 식물, 수자원, 습지 소위원회(subcommittee) 별로 다시 유통기구, 지표면, 시설물, 역사적자료, 자연자원/환경조사, 표준화를 담당하는 실무그룹(Working group)으로 나누어져 있다. 따라서 NSDI의 표준화는 FGDC 표준화 실무그룹의 '표준화 작업규칙(Standards Directives)'에 따라 각 소위원회별로 이루어지고 있다.

2.1.3 FGDC 표준의 범주화

FGDC 표준이 선진 체계를 가지고 있는 것으

로 볼 수 있는 가장 큰 이유는 바로 FGDC가 표준화 작업을 시작하기 전에 표준화를 위한 참조 모델을 정립하고 표준에 대한 Taxonomy 작업을 해서 어떠한 표준을 개발해야 할 지를 과학적으로 접근했다는 데 있다. FGDC는 이 개념을 정보공학(Information Engineering)으로부터 도입했는데 그 이유는 표준의 구성(structure)에 대한 최소한의 지침을 제공함과 동시에 표준이 협력과 상호운용성을 획득할 수 있도록 해주기 때문이었다.

정보공학에서는 표준화의 범주를 데이터(data), 프로세스(processes), 조직(organizations), 기술(technology)의 4가지 면이 피라미드를 이루는 모습으로 상정한다[그림 1]. 이런 맥락에서 하나의 FGDC 표준은 여러 개의 표준 범주에 포함될 수 있는 것이다[FSR96].



[그림 1] 표준 범주 피라미드

이 중 조직과 기술 측면의 표준화는 FGDC에서 다루지 않는다. 조직 또는 제도적 표준은 커뮤니티 간 의사소통을 위한 명세로서 이는 인간과 제도간의 상호작용에 대한 표준을 의미하나 FGDC에서는 조직관련 표준은 제정하지 않는 것으로 정하였다. 그리고 기술 표준은 시스템간 도구, 환경, 인터페이스와 관련되며, 종종 정보 기술 사양(Information technology specifications)이라 불린다. FGDC는 이러한 기술 표준도 다루지 않기로 하였다.

결국 FGDC에서는 데이터와 프로세서에 대한 표준만을 다룬다는 것을 알 수 있는데 이 데이

터와 프로세스 범주에 대해서도 세부적으로 다양한 표준이 있게 된다. 우선, 데이터 범주의 경우는 가장 널리 인식되고 문서화되는 표준 및 정보기술의 요소로서 주로 데이터 모델링에 대한 경우가 많다. 데이터 모델링은 어떻게 정보의 조각(bit)이 정의되고 구조화되어서 의미 있는 방식으로 이용될 수 있는지를 기술하는 것이다. 대다수의 FGDC 표준은 이 유형에 해당하게 된다. 구체적으로 데이터 표준에는 정부기관의 행위와 기능에 의해 수집, 자동화 또는 영향을 받은 객체(objects), 사상(features) 및 항목(items)을 기술하게 된다. 그리고 이러한 데이터는 정부기관에서 정한 제도에 의해 운영 및 관리된다. 한마디로 데이터 표준을 정의 한다면 모델로서 구조화된 어의적 정의(semantic definitions)라 할 수 있을 것이다. 이러한 데이터 표준의 유형은 [표 1]과 같다.

[표 1] 데이터 표준의 유형

데이터 표준의 유형	설 명
데이터 분류 (Data Classification)	데이터 분류 표준은 응용부문에 제공되는 데이터의 그룹 및 범주를 제시. 데이터 분류 표준이란 어떤 그룹의 요소에 공통적인 속성임. 예컨대, 습지 및 토양 분류. 데이터 분류 표준이 어떻게 적용되는지에 대해서는 프로세스 표준을 참조할 것
데이터 내용 (Data Content)	데이터 내용 표준은 객체 집합의 어의적 정의(semantic definitions)를 제시. 데이터 내용 표준은 개체-관계 모델(entity-relationship model)이나 IDEF1X 모델 같이 데이터 모델 형태로 제시될 수 있음
데이터 심볼 및 표현 (Data Symbolology and Presentation)	데이터 심볼 및 표현 표준은 그래픽 심볼을 정의함. 또한 그러한 심볼을 기술하기 위한 언어도 표준화함. 심볼을 활용하는 방법과 도시 규칙에 대해서는 프로세스 표준을 참조할 것
데이터 전송 (Data Transfer)	데이터 전송 표준은 기술과 어플리케이션에 독립적이며 해당 데이터의 최종 용도에 관한 사전 명세가 없어도 시스템간 데이터 이동을 촉진시켜줌. FGDC에 의해 승인된 SDTS가 좋은 예임. 기술과 관련된 전송표준은 FGDC의 영역 밖임

데이터 표준의 유형	설 명
데이터 가용성 (Data Useability)	데이터 가용성 표준은 어떤 데이터 집합의 활용성과 핵심 내용을 어떻게 표현할 것인지, 어떻게 데이터의 품질, 평가, 정확성 및 문서화 방식을 포함할 것인지를 기술하는 표준임. FGDC의 지형공간 메타데이터 표준을 위한 내용 표준이 데이터 가용성 표준의 한 예임

프로세스(Processes) 표준은 어떻게 정보와 기술이 조직 차원의 목표를 달성하는데 이용되는지를 기술하는 것이다. 프로세스 표준을 달리 표현해 서비스 표준(Service Standards)이라고도 한다. 이것은 어떤 것을 어떻게 하는지, 뒤따라야 할 절차, 적용 방법론, 정보표현 절차, 다른 표준을 구현하기 위해 준수해야 할 업무 절차 규칙 등을 기술하는 것이다. FGDC 표준에서 데이터 표준을 제외한 나머지는 전부 프로세스 표준이다. 이러한 FGDC 프로세스 표준의 목적은 우선, 데이터라고 인정할 수 있는 최소한 필요 기준(threshold) 정립하고 둘째, 어플리케이션을 위한 최상의 데이터 선정기준을 제시하며 셋째, 데이터의 상호운용성과 폭 넓은 이용을 촉진하고자 하는 데 있다. [표 2]에서 보는 바와 같이 다양한 프로세스 표준의 유형이 있다.

[표 2] 프로세스 표준의 유형

프로세서 표준의 유형	설 명
일반적인 데이터 전송 프로세스	일반적인 접근을 위해 데이터를 일반적인 데이터 포맷(예: SDTS)으로 변환하는데 필요한 행위
기존 데이터 접근 프로세스	이미 알려진 데이터 포맷으로 기존 데이터 집합에 접근에 요구되는 절차
분류 방법론	데이터 분류 표준을 구현하기 위해 뒤 따라야 할 절차. 분류를 위해 데이터가 어떻게 분석되어야 하는지를 기술함. 예컨대, 데이터의 정확성을 획득하기 위해 요구되는 절차
데이터 수집	데이터 수집 절차 표준은 새로운 데이터의 수집 및 기존 데이터의 변환을 위한 방법과 절차

프로세서 표준의 유형	설 명
저장 프로세스	데이터 저장 및 백업에 요구되는 메커니즘과 일정을 기술함. 필요하다면 저장 매체에 대해서 언급할 수도 있음
재현 표준 (Presentation Standards)	데이터 집합, 데이터 표준으로 정보를 보여주고 형태를 갖추기 위한 방법
데이터 분석 프로세스	응용이나 특정 산출물 생성을 위해 데이터 집합을 계산, 비교, 대조, 조합 및 평가하는 방법
데이터 통합 (Data Integration)	다양한 데이터 집합을 하나의 통일되고 지리공간적으로 조화로운 데이터 집합으로 통합하는 방법 (예: data generalization standards)
품질관리 및 보증	특정 품질을 획득하기 위해 필요한 방법 및 기존 데이터 집합의 품질을 점검하기 위한 방법. 측정치 및 여타 행위에 대한 정확성이 이 표준에 포함됨

2.1.4 FGDC 표준화 현황

1994년부터 시작된 NSDI 구축사업 지원을 위해 FGDC에서 현재 인증한 표준은 12개에 이르며, 표준안 검토 단계에 있는 것이 8개, 표준안 개발 단계에 있는 것이 10개에 이르는 등 이 분야에서는 다른 나라의 추종을 불허할 정도로 앞서 나가고 있다. 이 중 공식 승인된 FGDC 표준화 현황을 정리한 것이 [표 3]으로서 가만히 들여다 보면 앞에서 살펴 보았던 데이터 표준 분류에 대부분 해당되는 것을 알 수 있다. 가장 많은 데이터 표준 항목이 내용 표준(content standard)이며 그 밖에는 데이터 분류에 관한 표준, SDTS 세부 프로파일, 위치정확성 표준 등이 눈에 띈다.

[표 3] FGDC 공식승인 표준 현황(1999. 5)

표준 명칭	코드 번호
Cadastral Data Content Standard	FGDC-STD-003
Classification of Wetlands and Deep Water Habitats	FGDC-STD-004
Content Standard for Digital Geospatial Metadata (version 2.0)	FGDC-STD-001-1998

표준 명칭	코드 번호
Content Standard for Digital Orthoimagery	FGDC-STD-008-1999
Geospatial Positioning Accuracy Standard, Part 1, Reporting Methodology	FGDC-STD-007.1-1998
Geospatial Positioning Accuracy Standard, Part 2, Geodetic Control Networks	FGDC-STD-007.2-1998
Geospatial Positioning Accuracy Standard, Part 3, National Spatial Data Accuracy Standard	FGDC-STD-007.3-1998
Spatial Data Transfer Standard (SDTS)	FGDC-STD-002 (a modified version was adopted as ANSI NCITS 320:1998)
Spatial Data Transfer Standard (SDTS), Part 5: Raster Profile and Extensions	FGDC-STD-002.5
Spatial Data Transfer Standard (SDTS), Part 6: Point Profile	FGDC-STD-002.6
Soils Geographic Data Standard	FGDC-STD-006
Vegetation Classification Standard	FGDC-STD-005

2.2 호주의 ASDI 표준화

2.2.1 호주의 ASDI(Australian Spatial Data Infrastructure)

호주는 1995년 국가공간정보기반 구축사업의 타당성 조사(비용-편익 분석)를 실시한 후, B/C 비율이 4/1로 타당한 것으로 나오자 사업을 수행하는 등 상당한 준비를 한 후에 사업에 착수한 몇 안되는 국가 중 하나이다. 호주 ASDI 구축 사업의 전체 체계는 미국의 NSDI 구축체계와 상당히 유사한데 그 구성요소로 제도, 표준화, 기본 데이터셋, 유통망으로 선정하고 있는 점이 그러하다.

호주의 ASDI 구축 사업은 호주/뉴질랜드 토지 정보위원회(ANZLIC, Australia New Zealand Land Information Council)와 호주공간정보위원회(CSDC, Commonwealth Spatial Data Committee)

에서 주도하고 있으며, 호주의 표준화는 ASDI의 한 요소인 기본 데이터셋(fundamental datasets)에 요구되는 기술적 표준을 정의하는데 주 목적이 있다[SDI98].

2.2.2 호주 ASDI 표준화 내용

호주의 ASDI 표준화 분야는 기본 데이터셋 구축에 필요한 공간 참조체계, 데이터 모델, 데이터 사전(data dictionary), 데이터 품질, 데이터 전송, 메타데이터에 대한 표준이다. 그런데 호주는 ISO/TC211의 활동이 세계 및 국가별 공간데이터 표준화에 필요한 프레임워크를 훌륭하게 제공한다고 보고 호주 표준기구(Standards Australia)와 뉴질랜드 표준기구(Standards New Zealand)를 통해 각국의 GIS/LIS 데이터를 위한 기술표준을 개발하고 지원하는 ISO/TC211에 활발히 참여하고 있다.

표준화 전략 측면에서 호주는, 이미 호주나 해외에서 표준화 관련 작업이 상당히 이루어져 있으므로 완전히 새로운 표준을 개발하는 것은 시간과 노력의 절약이라는 측면에서 그리 현명한 방법이 아니라는 인식하에 기존 표준을 국가적 요구(National needs)에 적합하도록 변경하는 전략을 취하고 있다. 이를 위해 반드시 이루어져야 할 필수적인 사항으로 표준화가 요구되는 영역이 어떤 것인지를 규명하는 것과 적절한 표준에 대한 정의를 하고 개발한 것 그리고 마지막으로 이렇게 제정된 표준을 사용하도록 장려하는 것으로 보고 있다.

특히 ANZLIC은 호주 ASDI 표준을 통합된 국가표준의 단일 집합과 일치하도록 하기 위해 호주 표준기구의 활동을 적극적으로 지원하고 있다. 그리고 국가 표준이 GIS/LIS 벤더에 의해 개발된 시스템 표준과 독립적이도록 유도하고 있는데 이를 통해 어떠한 시스템에서도 토지 및 지리공간 데이터를 사용할 수 있고 데이터의 손실 없이 시스템을 갱신 및 대체할 수 있다고 보기 때문이다.

2.2.3 호주 ASDI 표준화 현황

우선 호주는 ASDI의 공간 참조체계로 Geocentric Datum of Australia(GDA)를 채택하고 있으며, 공간데이터 전송표준으로는 AS/NZS 4270 "Spatial data transfer standard"을 제정하였다. 이 표준은 데이터 전송, 데이터 모델, 데이터 사전에 대한 프레임워크, 데이터 품질 표준 및 메타데이터 표준을 제공하고 있다. 그리고 호주 표준기구(Standards Australia)에서 위상 벡터 데이터(topological vector data)에 대한 전송 표준 프로파일과 지하시설물 데이터에 대한 데이터 사전을 공표하였으며, 지적 및 지형 데이터를 위한 데이터 사전(안)도 준비중이다. ANZLIC은 이미 호주에서 널리 구현되고 있는 메타데이터 지침도 공표해 놓고 있다. 다음 [표 4]는 현재의 호주 표준화 현황을 표준 내용별로 정리한 것이다.

[표 4] 호주의 표준화 현황

표준화 내용	현황
Reference systems	The Geocentric Datum of Australia
Spatial data transfer	AS/NZS 4270.1:1995: Geographic information systems Spatial data transfer standard (Logical specifications) AS/NZS 4270.2:1995: Spatial features AS/NZS 4270.3:1995: ISO 8211 encoding AS/NZS 4270.4:1995: Topological vector profile
Profiles	A standard profile for topological vector (AS/NZS 4270 Part 4) data transfer formats for Street Address data, Cadastral data, Geographical Place Names data, Administrative Boundaries data, Topographic data and Bathymetric data 개발중
Data model	data models for Street Address data, Cadastral data, Geographical Place Names data, Administrative Boundaries data, Topographic data and Bathymetric data 개발중. Data manual. (AS/NZS 4270에 기반)

표준화 내용	현황
Data quality	ANZLIC Metadata Guidelines (AS/NZS 4270에 기반) 데이터 품질 개발을 위해 ISO TC211 참여
Utilities data dictionary	A draft Australia/New Zealand standard(DR 95226)
Topographic data dictionary	A draft Australia/New Zealand standard(DR 97068)
Cadastral data dictionary	National Cadastral Data Model
Geographical place names data dictionary	geographical place names data를 위한 데이터 사전 개발중
Bathymetric data dictionary	bathymetric data를 위한 데이터 사전 개발중
Street address data dictionary	street address data를 위한 데이터 사전 개발중
Administrative boundaries data dictionary	cadastral data model내 administrative boundaries data를 위한 데이터 사전 개발중
Metadata	ANZLIC Metadata Guidelines, Version 1 ANZLIC SGML/XML DTD(Document Type Definition)

2.2.4 호주의 데이터 유통을 위한 표준화

ASDI의 목적이 정해진 표준에 의해 생산된 공간정보를 분산 네트워크 상에서 쉽게 접근하고 원하는 자료를 얻을 수 있도록 하는 것이므로, 결국 공간정보 유통을 위한 기술 및 그 표준의 개발에 힘을 쓸 수 밖에 없다. 특히 호주의 경우 공간정보의 유통을 위한 정책은 온라인 데이터 접근 표준(Online data access standards)의 개발과 호주의 공간정보 유통기구인 ASDD (Australian Spatial Data Directory)의 실제 구현의 두 방향으로 이루어지고 있다.

우선, 온라인 데이터 접근 표준에 대해서는 현재 네트워크 관련기술이 급격히 발전하고 있어 과도기적인 표준(interim standards)의 개발이라는 용어를 사용하며 그 요소로서 소프트웨어

어 커뮤니케이션 프로토콜과 메타데이터를 들고 있다. 즉 이 부문에 대해 데이터를 생산하는 기관이 서로 합의에 이른다면 현재의 호주 공간 데이터 디렉토리 네트워크 상에서 공유가 가능하다는 생각인 것이다.

구체적으로 소프트웨어 커뮤니케이션 프로토콜은 현재 New South Wales의 Integrated Community Mapping Information & Support System(ICMISS)와 ERIN의 Australian Coastal Atlas(ACA)에서 개발중인 "Common Spatial Gateway Interface(CSGI)" 프로토콜이 있는데 기존 CGI 프로토콜 뿐만 아니라 RMI, CORBA 및 기타 프로토콜과도 연결될 수 있다. 또한 객체지향 구문을 이용하여 프로토콜 라이브러리를 재작성하지 않고 쉽게 확장하거나 변경할 수 있는 장점을 가지고 있다. 한마디로 CSGI 프로토콜 자체가 컴포넌트화 되어 있어 새로운 요구조건이 나오거나 표준이 가능하면 쉽게 유지보수 할 수 있다는 말이다.

호주의 메타데이터 내용에 대한 표준은 1996년 7월 발표된 「ANZLIC Guidelines: Core Metadata Elements-Version 1」이 지금까지 표준의 위치를 확보하고 있으나, 문제는 온라인 상에서 ASDD 네트워크를 통해 원하는 데이터에 접근하기 위해서는 메타데이터가 컴퓨터가 이해할 수 있는 정보로 확장되어야 한다. 이러한 메타데이터 전송 프로토콜은 ISO 국제표준으로 정해진 Z39.50 프로토콜을 이용하고 있다. 특히 WWW-Z39.50 게이트웨이 인터페이스는 자바 서버릿(java servlet)에 기반을 두고 있다. 그리고 메타데이터 검색은 지형공간 정보에 대한 SGML/XML Document Type Definition (DTD)¹⁾를 통해 이루어지고 있다[DIA99].

1) 현재 호주 공간데이터 디렉토리 page 0 수준(National Metadata Directory System)에 요구되는 기초 메타데이터를 구축하고 자체 메타데이터 확장부분을 정의할 수 있는 ANZMETA DTD v1.2까지 공개되어 있다.[<http://www.environment.gov.au/database/metadata/anzmeta/anzmeta-1.2.html>]

호주는 그 동안 웹을 통한 유통기구 구현에 많은 기술적 노하우가 축적되어, OpenGIS 컨소시엄의 "Web Mapping Technology Testbed" 사업에 후원국가로 참여하고 웹 매핑 기술발전을 촉진하고 국내 기술을 OpenGIS 사양에 포함시키기 위해 국내에 '웹 매핑 컨소시엄'을 결성하였다. 현재 이 컨소시엄은 운영, 사용자 요구분석, 기술 및 Testbed의 4개의 working group이 결성되어 활발히 움직이고 있다.

그리고 호주 ASDI 사업에서 주목할 점은 ASDI 데이터셋에 대한 적합성 검정 모델(compliance test model)이 개발되었다는 점이다. 호주는 기본 데이터셋(fundamental datasets)을 호주의 여러 국가기관에 제작하는데 이렇게 제작된 데이터셋이 ASDI로서 적합한지를 검정하는 방법론이 필요했을 것이다. 적합성 평가 항목으로는 포맷, 메타데이터, 표준, 내용 및 범위, 접근방법, 관리주체, 품질의 7가지가 포함된다고 한다.

2.2 일본의 국토공간 데이터 기반 표준화

2.3.1 국토공간 데이터 기반 구축 배경

일본에서 국가차원 GIS 구축사업에 관심을 가진 것은 우리나라에서 「국가지리정보체계 구축 기본계획」을 수립한 것과 같은 시기인 1995년 9월 내각의 주제로 '지리정보시스템(GIS) 관 계성청연락회의'가 설치되면서 이다. 그러나 실질적인 국가차원의 계획이 수립되고 실제 사업에 착수한 것은 1996년 12월 「국토공간 데이터 기반 정비 및 GIS 보급 촉진에 관한 장기계획」을 수립하면서 이다. 이 장기계획의 기본 골자는 1996년부터 1997년(3개년)을 '기반형성기'로 설정하고 이 기간동안 국토공간 데이터 기반의 표준화 등을 추진하고, 1999년부터 2001년(3개년)은 '보급기'로서 국토공간 데이터 기반의 정비 및 GIS의 전국적 보급을 목표로 한다는 것이다. 이 장기계획에 나와 있는 표준화 관

런 내용 만을 정리해보면 다음 표와 같다.

시기	구 분	내 용
기 반 형 성 기	국토공간 데이터 기반의 표준화	향후 GIS 적용분야나 가능성을 예측 및 전망 위 항목의 검토를 통해 GIS에 필요한 데이터를 밝히고, 국토공간 데이터 기반으로 정비해야 할 데이터 항목과 내용에 대한 검토 표준화가 필요한 공간 데이터 항목을 검토하고 데이터 항목의 표준을 정함 기본 공간데이터의 표준화에 대 해 데이터 항목이 표준적으로 필 요한지 검토하고 데이터 항목의 표준을 정함. 또, 위치함조 등에 대해 지역특성, 데이터의 정비효율 등을 착안하여 국토공간 데이터 기반으로서 필요한 수준이나 사양 을 검토하고 표준규격을 정함
	메타데이터 표준화	ISO와 같은 국제기구나 국내 관 계기관에서 실시하고 있는 상황 을 참조하여 메타데이터 데이터 항목 의 범위와 서식 결정
	클리어링 하우스 시범구축	인터넷 등의 정보통신망에서 국 토공간 데이터 기반의 메타데이터 를 검색하고 접근할 수 있는 클리 어링하우스 시범시스템 구축 및 운영 제공 가능한 메타데이터를 소유 하고 있는 관계기관에 대하여 메 타데이터 정비 시행 시범시스템 운용과정의 문제점 파악 및 개선

이러한 장기계획에 따라 국토공간 데이터 기
반 표준의 일부인 '기술적 표준'은 국제표준화
기구(ISO)의 지리정보 표준안을 근거로하여
1996년부터 1998년 까지 건설성과 민간기업 53
사가 공동 연구한 「GIS의 표준화에 관한 조
사」의 결과를 토대로 1999년 3월 30일 「국토
공간 데이터 기반 표준 및 정비계획 부제: 21
세기 국토를 항해하는 정보교류기반의 정비를
목표로(이후 '정비계획'이라 함)을 수립하게
된다.

따라서 일본의 국토공간 데이터 기반²⁾ 구축
을 위한 표준화 내용 및 방향은 이 정비계획에

가장 잘 나타나 있다. 이 정비계획에서 국토공
간 데이터 기반 표준에 대해서는 크게 2가지
부문에 대한 표준화가 필요한 것으로 보고 있는
데 그것은, 첫째, 다양한 주체들이 이용할 수 있
도록 하기 위해서는 공간 데이터에 대한 표준과
교환 표준등이 필요한데 기본적으로 이러한 기
술적 표준에 대해서는 ISO의 국제표준을 수용
하되 일본의 실정에 맞도록 조정하는 것을 전제
로 한다. 그리고 둘째로 「공간 데이터 기반」
이라는 것에 어떠한 데이터 항목이 필요한지 교
통, 하천 등의 여러 범주에 대해 표준이 되는
공간데이터 기반의 항목을 제시하고 있다[國99].

2.3.2 기술적 표준

기술적 표준은 이기종의 GIS 시스템간에 공
간 데이터의 상호이용을 위해 반드시 필요한 데
이터 교환방법 등을 정하는 것을 의미하는 것으
로, 공간 데이터 교환 방법에는 크게 두 가지를
들 수 있는데 하나는 공간 데이터의 기술적 요
소의 형식(예: 데이터베이스 구조, 개별 정보항
목의 의미, 데이터 포맷 등)을 통일함으로써 시
스템간 데이터를 교환하는 방법이다. 그런데 기
존 공간 데이터를 이런 식으로 정비하려면 그
비용이 막대할 것으로 보였다. 두 번째 방법은
이기종 시스템간 기술적 요소 보다는 데이터 교
환 방법을 표준화 하는 것이다. ISO에 추진하고
있는 이 방식을 일본에서는 현실적으로 채용하
고 있을 뿐만 아니라, ISO 표준화 추세를 국제
적인 조류로 인식하고 있다. 특히 일본은

2) 참고로 일본 국토공간 데이터 기반의 분류와 위치
에 대해 살펴보면, 가장 큰 범주로 지리적 위치
관련 정보가 포함된 모든 데이터를 '공간 데이터'
로 파악하고 그 안에 '국토공간 데이터 기반'이
포함되는 것으로 보고 있다. 다시 국토공간 테
이터 기반은 1)'기본공간 데이터'-통계 및 대장 데
이터 등, 2)'공간 데이터 기반'-기반이 되는 지도
데이터 및 위치참조정보, 여기서는 특히 공간 데
이터 기반 항목 표준화를 중시하고 있음. 3)'디지
털 영상'-항공사진 및 위성영상 등으로 분류가 된
다.

ISO/TC211에 투표권을 가진 정식 회원국으로서 국제적인 표준안 작성에 적극적으로 참여하고 있다.

특히 ISO의 표준안을 채용하여 일본 국내 지리정보표준으로 채택하는 문제에 관해 건설성 국토지리원과 민간기업 53사가 공동 연구한 성과물을 '국토 데이터 표준화 위원회'에서 검토하고 관계성청 연락회의에서 이를 국토공간 데이터 기반의 기술적 표준으로 결정하였다. 그 기술적 표준의 내용은 다음과 같다[建98].

구 분	내 용
공간 데이터 구성	이기종의 GIS 시스템에서 생성된 데이터들이 복수의 시스템 간에 동일한 의미로 이해되기 위해서는 공간 데이터 전체 구성(공간 데이터 구조)에 대한 상세한 기술이 필요함
공간 데이터 품질	데이터 작성자가 작성한 사양서로서 데이터 이용자가 사용 용도에 적합한지를 판단하는 근거가 되는 여러가지 지표를 제공해줌.
공간(위치) 참조방법	공간 데이터를 표시하기 위해 참조하는 지물의 측지좌표계 등 위치에 대한 일반적인 기법으로서 좌표계 정의 방법 등이 해당됨 (공간 데이터 기반 분류항목의 위치참조정보가 이에 해당됨)
메타데이터	데이터종류, 특성, 품질, 입수방법 등 상세한 검색 정보를 제공함으로써 공간 데이터 이용자가 해당 데이터를 자신의 이용목적에 적합한지를 판단할 수 있도록 해줌
공간 데이터 교환매체 및 기록사양	공간 데이터 기록 전자매체 및 교환을 위한 기록사양 제시
지물 정의	공간 데이터에 담긴 지물의 속성 등을 정의(카탈로그). 데이터 이용자가 그 내용과 의미를 이해할 수 있는 방법론 제공
용어집	용어 표기, 용어의 정의 개념을 도표화

2.3.3 「공간 데이터 기반」 데이터 항목 표준

공간 데이터 기반의 분류항목 및 각 분류항목에 대응하는 데이터 항목에 대한 표준화를 하되, 이용빈도가 높은 항목, 사회/경제적 효과가

큰 항목 등 그 필요성을 중점적으로 검토하여 결정하였음. 특히 각 항목에 대해서는 관계성청 연락회의에서 상세한 검토를 실시하였으며 7가지 분류항목 및 대응 데이터항목을 표시한 「공간 데이터 기반」 표준은 다음 표와 같다.

분류항목	데이터항목
측지기준점	국가기준점, 공공기준점
표고, 수심	격자점표고, 수심, 섬의 표고
교통	도로구역경계, 도로중심선, 철도중심선, 항로
하천, 해안선 등	하천구역경계, 水涯線, 해안선, 호소, 低湖線, 하천중심선
토 지	필지경계 등, 삼림구획경계
건 물	공공건물 및 일반건물
위치참조정보	지명에 대응하는 위치참조정보, 행정구획, 통계조사구, 주소에 대응하는 위치참조정보, 표준지역 mesh

그리고 이 표의 데이터 항목이 포함되어 있는 도면 목록과 관계 법령도 제시하였다.

2.3.4 클리어링하우스 시범 서비스

1999년 3월 30일부터 건설성 국토지리원 홈페이지를 통해 국토공간 데이터 기반 표준에 기초를 두는 클리어링하우스 시범 서비스를 개시하였다. 이 서비스는 지도 데이터, 통계 및 대장 데이터에 대하여 네트워크를 통해 지리정보에 관한 소재정보(메타데이터) 검색을 가능하게 한 것으로 1996년 12월 '장기계획'에 근거하여 구축되었다. 이 시범 서비스에 활용된 기술적 표준은 ISO 표준을 바탕으로 국토지리원이 민간 기업과 실시한 공동연구를 통해 도출한 표준안에 대해 GIS 관계성청연락회의에서 승인한 표준이다.

2.4 영국의 NGDF 표준화

2.4.1 국가 지형공간 데이터 프레임워크 (NGDF, National Geospatial Data Framework)

영국의 NGDF는 1995년 11월 영국 지리정보

협회 (AGI, Association for Geographic Information) 회의에서 논의가 시작되어 1996년 6월 NGDF의 주요 역할과 그 구현 방안이 모색되었다. 하지만 실질적인 진전은 다소 더디게 이루어졌는데 그 이유는 NGDF의 전략적 방향에 대한 이견과 현실적으로는 그 작업의 수행에 필요한 재원이 부족했기 때문이었다. 1998년 4월 이러한 문제들을 해결하기 위한 워크샵이 개최되었으며 여기서 NGDF의 전략적 계획이 수립되었다. 그리고 1998년 가을 영국 Ordnance Survey에서 National Interest Mapping Service Level Agreement (NIMSA)로부터 NGDF 활동 프로그램을 관리할 Central Management Team (CMT) 설치에 필요한 재원을 확보하였고, 1999년 초에도 프로젝트 개발에 필요한 재원을 확보하는데 성공하였다.

2.4.2 NGDF 표준화 전략

영국의 NGDF 구축 사업은 전략 계획에 따르면 2001년까지를 1단계, 그 이후를 2단계로 단계별 전략을 수립하고 있는데, 표준화와 관련하여 각 단계별 추진 전략을 정리하면 다음 표와 같다[EUN99].

전략적 목표	1단계(~2001)	2단계(2001~)
현재 존재하는 GIS에 대한 중대시 키고 쉽게 접근할 수 있도록 함	<ul style="list-style-type: none"> · 상세한 메타데이터 구현지침 개발 · 메타데이터의 유지 및 이용에 대한 실질적인 조언을 제공하는 가장 최상의 지침 개발 · 메타데이터 기반 모델(운영, 기술, 시스템, 정보모델) 개발 · 정보원을 규정, 카탈로그, 평가 · 메타데이터 기반 구축을 위해 기존 서비스 제공자와 데이터 생산자로부터 약속을 취득 	<ul style="list-style-type: none"> · 메타데이터 기반의 정교화 및 수정 · 메타데이터 서비스 장려 계속 · 정보제공자에게 어떻게 그들의 지형공간 정보를 이용가능하게 할 수 있을지 조언

전략적 목표	1단계(~2001)	2단계(2001~)
표준의 이용을 통한 GI의 보다 쉬운 통합 실현	<ul style="list-style-type: none"> · 예비 메타데이터 서비스 구축 · 기존 및 잠재적 GI 커뮤니티에 대한 메타데이터 서비스 촉진 · 정보 제공자를 목표로 어떻게 메타데이터가 가능하도록 할지 조언 	<ul style="list-style-type: none"> · 표준 서비스 정교화 및 수정 · NGDF 지원 표준 이용의 지속적 촉진
	<ul style="list-style-type: none"> · NGDF 지원 표준에 대한 프레임 워크 개발 · 표준의 응용에 대한 조언을 제공하는 최상의 실제 지침서 개발 · 표준 서비스 모델 개발(운영, 기술, 시스템, 정보모델) · 이용자들이 표준을 이해하고 이용할 수 있도록 예비 표준 서비스 생성을 촉진 · NGDF 지원 표준 이용에 따른 편의 도모 · 핵심 데이터셋을 고려한 NGDF 프레임워크 개발 및 그 이용 촉진 	

2.4.3 영국의 NGDF 표준화 방향

영국의 NGDF는 앞서 살펴 본 미국, 호주, 일본과는 달리 사용자 커뮤니티에서 자발적으로 필요에 의해 성립되었기 때문에 국가 차원의 재정 지원이 없을 뿐만 아니라 여기서 생산되는 여러 표준들이나 지침들이 어떤 강제성을 지니지 못하는 한계를 가지고 있다. 이러한 한계는 영국의 지리정보 관련 분야 커뮤니티와 이 국가의 지리정보에 대한 문화가 다른 국가와 다른 데서 기인하는 듯하다.

현재 NGDF에서 주안점을 두고 연구하고 있는 분야는 메타데이터 분야이다. 표준이나 국가

기본도(UKSGB, UK Standard Geographic Base)에 대한 연구는 재정적인 지원 문제도 있고 국가 주도 사업도 아니어서 공간 데이터의 전송 표준만 NTF(Neutral Transfer Format)로 British Standard 7567: Electronic transfer of geographic information (NTF)에 의해 정해져 있을 뿐 다른 국가에 비해 그리 활발히 진전되고 있지는 못하다.

그러나 메타데이터 분야에 대해서는 NGDF 메타데이터 게이트웨이의 개발과 검색 메타데이터(discovery metadata)를 위한 지침 개발의 두 가지 방향으로 상당히 활발히 연구가 진행 중이다. NGDF 구축 목적을 지리공간 정보에 보다 쉽게 접근하는데 필요한 기반을 마련하는 것에 중점을 두고 있기 때문에 한정된 예산으로 제일 중요한 메타데이터 기반(metadata infrastructure) 개발에 집중하는 것이 어쩌면 당연한 일인지도 모른다. 그 결과 이미 발 빠르게 국가공간정보 기반 사업을 추진하는 국가들의 메타데이터 관련 기술과 ISO/TC211 및 OpenGIS 컨소시엄의 기술동향을 면밀히 검토하면서 영국에 적합한 '검색 메타데이터 지침 버전1'을 발표하였다.

검색 메타데이터 지침은 지리정보를 지닌 데이터 자원의 검색을 위한 메타데이터 서비스 개발의 첫 단계를 의미하는 것으로 그 목표는 좌표를 가지고 있거나 지리적 식별자(주소, 행정구역, 우편구역 등)를 지닌 지구상 어느 지역의 데이터도 찾아줄 수 있는 쉬운 방법을 제시하는 것이다. 이 지침은 ISO 15046-15 메타데이터 표준안을 근거로 작성되었는데 이렇게 ISO에 근거한 이유는 빠른 시일 안에 ISO 표준의 프로파일을 만들기 위해서 이다. 총 42개의 메타데이터 요소가 검색시 문서화를 위해 필요하며, 이중 16개 항목은 필수적이며, 7개 항목은 조건에 따라 다르고 나머지는 선택 사항으로 권고하고 있다. 참고로 특기할 만한 사항은 UML Class Diagram이 메타데이터 셋으로 제시된다는 점이다.

2.5 한국의 국가GIS 표준화

2.5.1 배경과 전개과정

1995년 5월 「국가지리정보체계(NGIS) 구축 기본계획」이 수립되면서 국가GIS가 다방면의 국가정보화사업, 정보시스템 등에서 주요 정보 인프라 역할을 수행하기 위한 기반환경 조성을 위해 각종 수치지도 및 속성자료에 대한 구축, 유통, 관리, 활용 분야의 체계적이고 미래지향적인 표준 개발을 그 목적으로 하고 있다[건 98].

공간정보 DB 이용의 범용성과 호환성을 확보하기 위해 추진하는 국가GIS 표준화 사업으로 '95 기본계획에서는 표준화 대상을 디지털정보 표준, DB 구축내용 표준, 데이터 교환을 위한 표준, 매핑틀의 기본 요건 및 응용부분으로 구분하여 추진하였으며, 1997년 2월 「국가지리정보체계(NGIS) 표준화추진계획」 수립부터는 단계별 추진전략(1단계: 정보구축지원 단계, 2단계: 정보유통지원 단계, 3단계: 정보활용지원 단계)을 바탕으로 연도별 세부추진 계획을 세워 추진하고 있다. NGIS를 추진하기 위한 표준의 구성분야와 표준화 내용을 정리하면 다음과 같다.

표준화 분야	표준화 내용
기본모델 연구	· 국가GIS를 활용하는 기본 모델 및 프레임워크 제시 · 각종 정보기술 표준과의 관계 및 운영관계 조망
정보구축 표준화	· 국가가 구축하는 수치지도 DB와 관련된 표준화 · 여러 기관이 구축하는 GIS 간 상호 연관성을 위한 지침 제공
정보유통 표준화	· 여러 기관에서 구축된 각종 수치지도 및 속성자료의 정보 검색 및 내용물 인식이 가능한 표준 개발 · 이기종 시스템, 이기종 DB간 정보유통 방식의 표준 제정
정보활용 표준화	· GIS 응용시스템들간의 연계를 위한 표준 제공 · 각종 기간망과의 연계를 위한 표준 제정
관련기술 표준화	· GIS 분야의 신기술 보급 및 사용촉진을 위한 표준화 수행

2.5.2 단계별 표준화 추진계획 및 표준 현황

1) 1단계 (1995~1997년)

구분	내용	세부내용	표준화
DB 구축 분야 표준화	기본도 표준	· 지형지물 및 속성 표준화 · 축척별 표현형 식 및 포함내용 · 지형지물 및 속성의 해설 부속서 · 데이터의 정보 등 표준화 (요구시)	· NGIS 국가기 본도 표준(KIS 124)-지형지물 및 속성번호-버전1.0 · NGIS 국가기 본도 표준(TTA. KO-10.0082) 축 척별 구분 및 데 이터형태-버전1.0
	지하 시설 물도 표준	· 지형지물 및 속성 표준화 · 지형지물 및 속성의 해설 부속서 · 데이터의 정보 등 표준화 (요청시)	· NGIS 지하시설 물도 표준(TTA. KO-10.0083) 상하수도, 전기, 통 신, 난방, 송유관, 가 스부분
	공통 주제도 표준		· NGIS 주제도 표준(TTA.KO-1 0.0084) 토지이용 계획도, 도시계획 도
정보호환 및 유통지원분야	· GIS 자료교환 포맷 표준화	· NGIS 공통데 이터교환포맷 표 준(KIS123)	
국가GIS 기본모델 분야	· 메타데이터 표준화를 위한 기초 연구 · GIS 공통플랫폼/미들웨어 구성 연구		
기타 GIS 용어 표준화			

2) 2단계 (1998~2000년)

구분	내용	표준화
국가 GIS 기본 모델 연구	· GIS 상호인터페이스 구성요소 지침서 · 국가GIS의 표준화 참조모델 제시 · 국제표준의 각종 기 능표준 수용	
DB 구축 표준화	· 공통주제도 부분 표준 · SQL3/MM 표준	· NGIS 주제도 표준 (안)-행정구역도 · NGIS 주제도 표준 (안)-국토이용계획도 /도시계획도-버전1.1
	· 메타데이터 표준	· NGIS 메타데이터 표준(안)

구분	내용	표준화
정보 유통 표준화	· 메타데이터 파일 구축 및 배포 · 메타데이터 등록 지침서 · 개방형 환경의 자료 교환 규격 표준	· NGIS 공통데이터 교환포맷 표준(안)- 위상벡터데이터 프로 파일-
기타 관련 분야 표준화	· GIS에서 한글정보처 리 표준 · 기술개발분과 개발 내용 표준화 및 활용	

3) 3단계: 2001년 이후

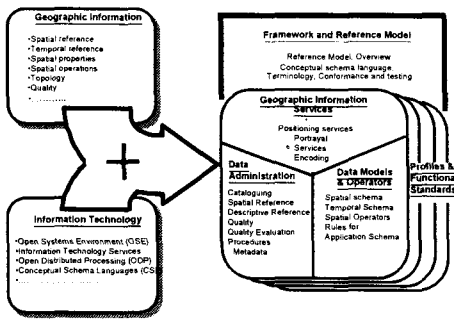
구분	내용
국가GIS 기본모델 표준화	접속기능별 표준 서비스별 표준 분산시스템 운영 기본 표준
DB 구축 표준화	객체지향 GIS 기술 표준
정보유통 표준연구	메타데이터 파일확장 및 관리 GIS 정보 네트워크 구성 및 운영
정보활용 표준화	각종 정보화 과제와의 자료교환 연계 각종 정보화 과제와의 DB 접속 연계
기타 기술 개발내용의 표준화 및 활용	

3. 국제 표준화 기구의 GIS 표준화 내용과 방향

3.1 ISO/TC211

3.1.1 개요

디지털 지리정보 분야의 표준화를 다루는 국제 표준화 기구로서 ISO/TC211가 1994년 6월에 구성됨으로써 그 동안 국가별 또는 지역별로 추진되던 지리정보 분야의 표준화가 명실상부한 국제 표준화의 길을 걷게 되었다. 1999년 현재 투표권이 있는 참여 회원국(P-member)이 호주, 캐나다, 미국, 한국, 일본 등 32개국이고, 참관만 하는 회원국(O-member)이 15개국 있다.



(그림 2) ISO 15046에서 지리정보와 정보기술의 통합 모식도

3.1.2 표준화 내용

ISO/TC211에서 [그림 2]와 같이 프레임워크 및 참조모델(WG1), 데이터 모델 및 관련 연산자(WG2), 데이터 관리(WG3), 지형공간 서비스(WG4), 프로파일과 기능 표준(WG5)의 5가지 주요 분야에 대해 표준화 작업을 추진 중이다. 그리고 최근에는 품질 관리(Quality Control)에 관한 특별 Working Group이 하나 더 결성되었다. 현재 이들 Working Group에서 24개의 표준화 작업을 수행하고 있는데 그 내용과 예상 국제표준 승인 일자는 다음 표와 같다.

프로젝트 번호	작업 그룹	표준화 내용	국제표준 승인일자*
15046-1	WG1	Reference model	2000-02
15046-2		Overview	2000-07
15046-3		Conceptual schema language	TS 99-11
15046-4		Terminology	2001-02
15046-5		Conformance and testing	2000-04
15046-6	WG5	Profiles	2001-03
15046-7	WG2	Spatial schema	2000-12
15046-8		Temporal schema	2000-08
15046-9		Rules for application schema	2000-12
15046-10	WG3	Feature cataloging methodology	2000-04
15046-11		Spatial referencing by coordinates	2000-09
15046-12		Spatial referencing by geographic identifiers	2000-07

프로젝트 번호	작업 그룹	표준화 내용	국제표준 승인일자*
15046-13		Quality principles	2000-04
15046-14		Quality evaluation procedures	2000-09
15046-15		Metadata	2000-09
15046-16	WG4	Positioning services	2001-03
15046-17		Portrayal	2000-07
15046-18		Encoding	2000-12
15046-19		Services	2001-03
15854	WG5	Functional standards	TR 99-06
16569	WG1	Imagery and gridded data	TR 99-09
16822	WG5	Qualifications and Certification of personnel	TR2001-09
17753	WG2	Schema for coverage geometry and functions	2001-12
17754	WG1	Imagery and gridded data components	Stage 0

* 1999년 5월 현재

그런데 이렇게 다양한 ISO 15046 시리즈 표준을 제정하려는 이유는 무엇일까? 그것은 디지털 지리정보가 전통적인 어플리케이션에서 요구되던 수준을 넘어서 정보기술 이용자들 간에 위치에 의한 색인이 디지털 데이터를 다루는데 기본적인 방식으로 그 인식이 확산된데 기인한다. 많은 자료원에서 입수된 디지털 데이터들이 다양한 어플리케이션에서 이용될 때 위치를 참조하는 경우가 점차 증가하고 있는 것이다. 그래서 지리정보에 대한 표준 및 이러한 정보 처리를 위한 서비스 표준에 대한 요구가 증대하는 것은 당연한 것이다.

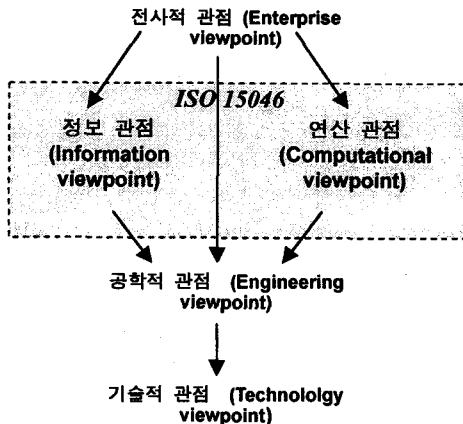
결국, 이러한 요구를 만족시키기 위해 ISO 15046에서 지리정보의 기술 및 관리에 관한 적절한 측면과 지리정보 서비스를 표준화하는 것이다. 특히, 이러한 표준화를 통해 지리정보에 대한 이해와 사용이 증대되고, 지리정보의 가용성, 접근성, 통합성, 공유 정도가 증대되며, 디지털 지리정보 및 관련 하드웨어/소프트웨어의 효율적, 효과적 그리고 경제적 이용을 촉진하며,

지구적 생태계 및 인류 문제를 다루는데 통합적인 접근을 제공할 수 있을 것으로 기대하는 것이다[GIP98].

이러한 목표를 달성하기 위해 ISO 15046 에서의 지리정보 표준화 노력은 지리정보 개념과 정보기술 개념의 통합에 근거하고 있다([그림 2] 참조). 즉, 지리정보 표준 개발은 일반적인 정보기술 표준의 채택이나 적용을 반드시 고려해야 한다는 것이다. ISO 15046은 이와 관련해서 ISO/IEC TR 14252:1996에서 기술한 ISO/IEC Open System Environment (OSE) 접근과 ISO/IEC 10746-1:1995의 IEC Open Distributed Processing (ODP) 참조 모델로부터 많은 개념을 차용하고 있다.

3.1.3 ISO/TC211의 표준화 방향

그렇다면 ISO/TC211에서는 ISO15046 표준들의 표준화 방향을 어떻게 설정하고 있을까? ISO 10546 Part 1: 참조 모델에서는 이와 관련해 ISO ODP 표준의 측면에서 이를 명확히 설명하고 있다. ISO ODP 참조 모델에 따르면, 정보 기술에 대해 전사적 관점(Enterprise viewpoint), 정보 관점(Information viewpoint), 연산 관점(Computational viewpoint), 공학 관점(Engineering viewpoint), 기술적 관점(Technology viewpoint)의 5가지 관점을 정의하고 있는데 이들 간의 관계를 그림으로 나타내면 다음과 같다.

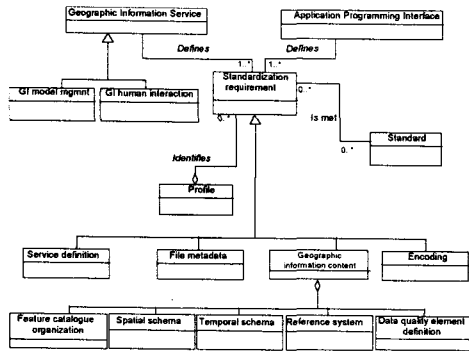


[그림 3] ISO RM ODP 모델의 정보기술 관점과 ISO 15046의 영역

viewpoint), 기술 관점(Technology viewpoint)의 5가지 관점을 정의하고 있는데 이들 간의 관계를 그림으로 나타내면 다음과 같다.

ISO 15046 표준화의 초점은 [그림 3]에서 보는 바와 같이 정보 어의 및 정보처리(Information viewpoint)와 큰 시스템의 한 부분인 서비스들간의 상호작용 형태(Computational viewpoint)에 두고 표준화 작업을 하고 있다. 즉 정보관점에서 개발된 사양은 GIS에 사용되는 정보 모델을 제공하고 그 시스템에서 수행되는 처리(processing)를 정의하게 될 것인데 이 부분이 ISO 15046에서 가장 중요하게 생각하는 부분이며, 연산관점에서 개발되는 서비스 사양은 클라이언트 측에서 또는 이 서비스와 상호작용하게 되는 다른 서비스 집합 측면에서 보이는 서비스 모델이 된다. 이 연산관점이 ISO/TC211 표준이 지향하는 두 번째로 중요한 측면이다. 즉 ISO 15046의 각 표준과 해당 프로파일은 분산 컴퓨팅 환경에서 상호운용 가능한 GIS를 개발하는데 이용할 수 있는 지리정보 서비스에 대한 표준화된 기술을 제공하려는 것이 중요한 표준화의 방향인 것이다.

앞서 ISO/TC211에서 추구하는 표준화의 방향 중에 하나가 데이터 관리 및 상호교환을 목적으로 지리정보의 기초적인 어의(semantics)와 구조를 정의하는 것 외에도 데이터 처리를 목적으로 지리정보 서비스 요소와 그 내용(behavior)을 정의하는 것이 있다고 하였다. 본 연구에서 주목하는 점은 지리정보 자체가 가지는 의미나 구조 외에 지리정보 서비스에 대한 표준화가 이루어져야 한다는 점이며 여기에 대한 절차와 방법론을 ISO 15046의 구조참조 모델(Architectural reference model)에서 제시하고 있다. 구체적으로 ISO 15046에서는 지리정보 서비스 표준화에 요구되는 사항을 규명하는 절차를 다음 [그림 4]와 같이 UML notation을 사용해 제시하고 있다.



(그림 4) 지리정보서비스별 표준화 요건

지리정보 서비스 표준화에 필요한 요건을 규명하는 절차는 우선 특정 지리정보서비스가 어떤 서비스 인터페이스(Application Programming Interface)가 필요한지를 정의해야 한다. 다음으로 해당 서비스 인터페이스를 통해 지리정보서비스가 상호운용될 수 있도록 하기 위해서는 무엇이 표준화 되어야 하는지를 규명해야 한다. 즉 ISO 15046의 다른 표준들 중에서 각 서비스 인터페이스의 상호운용성을 만족시켜 주기 위해 어떤 것이 충족되어야 하는지를 찾는 작업이 될 것이다. 만약 그러한 요건을 충족시켜주는 표준이 ISO 내에 없다면 ISO 외 다른 표준에서 찾아야 할 것이며, 또 다르게는 ISO 15046 기반 표준(base standards)과 외부 지리정보 표준을 포함할 수 있는 프로파일을 작성해야 할 것이다.

그리고 구체적인 표준화 요건으로는 1) 해당 서비스가 제공해야 하는 기능(service definition), 2) 지리정보서비스와 통신할 프로토콜 메시지, 3) 서비스가 주고 받을 정보의 메타데이터 내용(file metadata), 4) 서비스에 의해 주고 받을 품질 정보가 포함된 지리정보의 어의적 내용(Geographic information content), 5) 그 서비스에 의해 주고 받을 데이터의 전송 포맷 또는 encoding에 대한 정의가 있다.

3.2 OpenGIS 컨소시엄

3.2.1 개요

OpenGIS 컨소시엄은 상호운용 가능한 지형

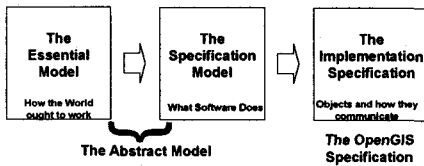
공간처리 (interoperable geoprocessing)를 위한 새로운 기술적 접근을 하고자 1994년 설립된 비영리기관이다. 기본적으로 OGC 회원기관 및 회원국들은 국가 및 세계 정보기반에 대한 긍정적인 시각을 가지고서 지형공간 데이터 및 지형공간처리 자원이 자유롭게 이동할 수 있고, 그 자원에 누구나 접근할 수 있으며, 최신 분산 컴퓨팅 기술과 완전히 결합될 수 있으며, 현재는 지리정보기술 영역 밖인 부문에서 'geo-enabling' 할 수 있도록 함으로써, 새로운 시장과 산업을 개척하고 공공에 새로운 이익을 가져다 줄 수 있을 것으로 보고 이 컨소시엄에 동참하고 있다 [OGG98].

3.2.2 사양을 통한 상호운용성 확보

OpenGIS는 사양(Specification)이라는 용어를 사용하는데 이는 지리정보 산업이라는 측면에서 접근하여 최신 정보기술을 계속 유지하면서 이기종 지리정보 시스템간의 상호운용성(interoperability)을 가능하게 해주는, 실제 GIS 관련 소프트웨어 업계에서 채택할 수 있는 사실상의 표준 (de facto standards) 역할을 하기 때문이다. 또한 소프트웨어 개발 방법론 측면에서 최근 컴포넌트 개발 방법론(Component based development)이 강력한 패러다임으로 부상하고 있는 것과도 무관하지 않다. 예컨대 GIS 소프트웨어를 잘 정의하여 그 데이터 모델과 서비스 기능 그리고 서비스 인터페이스 등을 규격화 해서 이를 사양으로 만들고, GIS 소프트웨어 벤더들은 이 사양에 맞는 다양한 성능의 GIS 컴포넌트를 만든다면 사용자 및 개발자들은 필요에 따라 새로운 GIS 컴포넌트를 추가, 변경, 제거가 손쉬울 것이다.

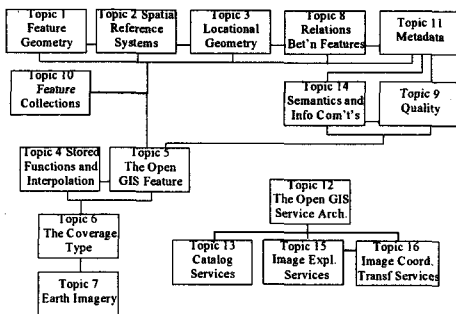
따라서 OpenGIS 사양은 현재 이용 가능한 분산 컴퓨팅 플랫폼 (예: CORBA, OLE/COM, Java 등) 뿐만 아니라 미래 나타날 새로운 분산 컴퓨팅 플랫폼에서도 구현가능 하도록 하는데 중점을 둘 수 밖에 없다. OGC에서는 이를 가능

하도록 하기 위해 Steve Cook과 John Daniels가 제안한 방법론에 의거하여 핵심 모델(Essential model), 사양 모델(Specification model), 구현 모델(Implementation model)의 3가지 단계에 대한 사양을 제시하고 있다 [OGG98].



[그림 5] 상호운용가능한 객체 및 인터페이스 개발을 위한 OGC의 세가지 단계

[그림 5]에서 보는 바와 같이 실세계의 다양한 현상을 사양을 개발하는 사람이면 누구나 동일하게 인식할 수 있는 핵심 모델과 이를 컴퓨터에서 구현하기 위해 '이상적'인 소프트웨어 객체(objects)와 사건(events)으로 표현하는 방식에 대한 사양 모델은 OGC에서 추상사양(Abstract Specification)으로 작성되어 공표된다. 그리고 이를 다양한 분산 컴퓨팅 플랫폼 환경에서 실제 구현할 수 있도록 하기 위해 OGC에서 RFP 및 RFI를 공표한 후, 실제 GIS 소프트웨어 벤더들로부터 제안서를 받아 이를 검토하고 최종적으로 소프트웨어 구현에 필요한 구현사양(Implementation Specification)을 공표하게 된다.



[그림 6] OpenGIS 추상사양 주제간 연계

3.2.3 사양 제정 일정

현재 공개된 추상사양의 버전은 3.0(1998)으로 14개 주제(topic)에 대해 추상사양이 제공되고 있으나, 회원용으로 검토중인 버전은 4.0(1999)로 총 16개 주제를 다루고 있다. 추상 사양의 16개 주제간의 관계를 나타낸 것이 [그림 6]이다 [OAS99]. 그리고 이 추상사양으로부터 RFP가 발행되어 실제 구현사양이 만들어진 것은 현재, CORBA, OLE/COM, SQL 플랫폼에서의 OpenGIS Simple feature에 대한 구현사양 3종 Revision 1.0으로 공개되어 있으며, OGC 기술위원회에서 현재 Revision 1.1이 준비되고 있는 중이다. 다음 [표 5]는 올해 마련된 구현사양 개발 일정을 정리한 것이다. 사실 지금까지 Simple feature 구현사양만 발표가 되어 실제 OpenGIS compliant 소프트웨어 개발에 한계가 있었으나 올해 말이나 내년 초반에는 OpenGIS 서비스 구조(추상사양 12번)에서 정의된 다양한 지리공간정보 서비스를 제외하고는 지형공간 데이터 자체(feature, coverage)와 카탈로그 서비스 등 대다수의 추상사양 주제와 관련되는 구현사양이 완비될 것으로 예상된다 [Bue98].

[표 5] OpenGIS 구현사양 개발 단기 일정

항 목	RFP발행일	사양공표
OpenGIS Catalog Interfaces	1998. 3	1999. 7
Access to OpenGIS Simple Coverages (Grid, Image, DEM)	1998. 3	1999. 9
Feature ID & Relationship	1999. 3(지연)	-
Coordinate Transformation	1999. 5(지연)	-
Ordinary Geometry	1999 여름	-
Presentation	1999. 10	-
Ordinary Coverage (Polygon, TIN etc.)	Simple Coverage 제출기한 +120일	

3.2.4 ISO/TC211과의 협력

그런데, [그림 6]의 추상사양 주제간 연계 다

이어그램에서 OpenGIS 사양의 개발 방향 역시 ISO/TC211의 표준화 방향과 유사한 면을 발견할 수 있다. 즉, OpenGIS 사양 역시 크게 OpenGIS feature 및 coverage를 다루기 위한 구현사양의 개발과 OpenGIS서비스 구조로 분류되는 다양한 지리공간정보 서비스에 대한 구현사양 개발의 두 가지 방향으로 사양이 개발되고 있음을 알 수 있다. 이는 ISO 15046표준화 방향이 지리정보 자체가 가지는 의미와 구조에 대한 표준화와 지리정보 서비스에 대한 표준화의 두 방향으로 진행되고 있는 것과 일맥상통한다 하겠다.

한편, OpenGIS 사양이 OGC 참여 회원간의 공개된 동의절차를 통해 GIS 관련 업계의 구현사양이 공개적으로 개발되는 것이라면, ISO/TC211은 국가 표준을 대표하는 기관들이 투표를 통해 지리정보 분야에 대한 ISO 국제표준규격을 제정해 나간다. 이에 따라 OGC는 두 표준화 기구간 협정을 맺어 OGC에 의해 산업계 구현 사양이 되면 이와 동시에 공식적으로 ISO 국제표준이 되는 절차를 거치도록 함으로써 "Double-branding" 정책을 구사하려 하고 있다. 이러한 논의는 1999년 3월 비엔나에서 개최되었던 ISO/TC211 회의에서 결의안 94와 95를 통해 ISO/TC211과 OpenGIS 컨소시엄간 상호협력 협정을 체결함으로써 공식화 되었다.

이러한 협정이 맺어질 수 있었던 것은 서로 동일한 목적을 가지고 한쪽은 표준화를 통해 한쪽은 사양을 통해 접근해가는 방법만 달랐을 뿐, 실제 그러한 절차들이 어느 정도 진척되면서 서로가 보다 투명하게 드러나자 동일한 실세계 현상을 추상화하고 구체화하는 과정이 두 기관이 추구하는 기술의 유사성으로 인해 비슷하게 이뤄지고 있음을 인식했던 데 있는 것으로 보인다. 이러한 움직임은 두 기관에 참여하고 있는 회원들 중 중복되는 회원이 많은 것에도 무관하지 않은 듯 하다. 한편, OGC 쪽에서 OpenGIS Simple Feature (SQL) 구현사양을

ISO 15046의 하나의 프로파일로서 국제표준으로 제정하려는 움직임은 주목할 만하다.

4. 결 론

이상으로 미국, 호주, 일본, 영국의 국가 GIS 표준화 내용과 방향을 살펴보았으며, 국가 GIS 표준과 밀접한 관련이 있는 국제 표준화 기구인 ISO/TC211의 표준화 내용 및 표준화 방향 그리고 마지막으로 공통 사양의 개발을 통해 공간정보 및 지형공간정보 처리의 상호운용성을 확보하려는 OpenGIS 컨소시엄의 사양개발 일정 등에 대해 살펴 보았다.

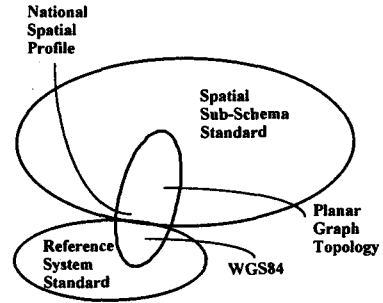
이상의 외국 국가GIS 표준화 및 국제 표준화 기구의 지리정보 표준화에 대한 분석을 통해 다음과 같은 몇 가지 측면에서 국가GIS 표준화에 대한 시사점을 도출할 수 있었다.

4.1 지리정보 표준과 지리정보 서비스 표준

국가차원의 GIS 구축사업이거나 국제 표준 개발을 위한 GIS 이견 간에 이기종 시스템 간에 지리정보가 지니고 있는 어의(semantics)와 내용의 손실 없이 공유할 수 있도록 하려는 표준화의 방향은 크게 2가지 측면에서 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 첫 번째 방향은 지리정보 자체의 어의나 구조에 대하여 표준화된 정의를 하려는 것이고, 두 번째 방향은 그 지리정보를 처리하는 다양한 지리정보 서비스에 대한 표준을 정립하려는 것이다. 이는 미국 FGDC 표준화 참조 모델에서 표준을 데이터(지리정보)와 프로세서(지리정보 서비스)로 구분하여 개발하는 것에서, ISO/TC211의 표준화 방향에서, OpenGIS 추상사양의 구조가 지리정보 자체(feature 및 coverage)에 대한 주제(topic) 그룹과 지리정보 서비스(OpenGIS 서비스 구조) 주제 그룹으로 구분해 볼 수 있는 점에서 그리고 앞으로 만들어져서 공개될 구현사양의 모습에서

도 그러한 경향을 읽을 수 있었다.

이러한 시각에서 여러 국가의 GIS표준을 다시 살펴 보면 거의 전부가 지리정보에 대한 표준(데이터 분류 표준, 데이터 내용 표준, 데이터 심볼 및 표현, 데이터 전송, 메타데이터 내용에 대한 표준 등)임을 알 수 있다. 다만, 웹을 이용한 메타데이터 검색과정에 SGML/ XML을 이용한다든지 하는 점은 지리정보 서비스 차원의 표준이라고 볼 수 있을 것이다.



[그림 7] Multi Standard Profile 예시

4.2 ISO/TC211 프로파일을 통한 국내 표준 개발

외국의 경우 국가 GIS 표준 개발에 가장 많은 참고를 하는 표준이 ISO 15046 표준이었다. 아무래도 OpenGIS는 소프트웨어 개발 등 응용 부문에서 상호운용성을 확보할 수 있는 구현 사양을 제공하기 때문에 국가 지리정보의 표준, 특히 지리정보의 어의 및 구조에 대한 부문에서 그다지 도움이 되는 것 같지는 않다. 반면, ISO 15046 표준의 많은 부분이 2000년이면 거의 국제표준으로 공표될 것이기도 하거니와 ISO 표준에 대한 투표를 각 국가 표준화기구가 대표해서 하도록 되어있는 만큼 국가 표준과 가장 밀접한 관련이 있는 표준이 ISO 표준이라 할 수 있다.

그런데, ISO 15046 표준의 경우는 모든 세계에서 범용적으로 받아들일 만큼 커다란 표준이어서 국가별 고유 환경을 어느 정도 담을 수 있는 국가 표준으로는 그대로 사용할 수 없는 단점이 있다. ISO에서는 이러한 문제를 해결하고자 프로파일(profile) 개념을 제시하고 있다. 프로파일이란 선택의 폭을 좁혀 놓은 하나 이상의 ISO 15046 표준(기본 표준) 집합을 의미하는 것으로, 예컨대, 다음 [그림 7]에서 처럼 "planar graph" topology 를 지원하면서 동시에 WGS84 좌표체계를 만족하는 새로운 국가 공간 프로파일을 만들 수 있다는 것이다.

따라서 이러한 프로파일의 특성을 국가GIS 표준 프로파일을 만드는데 활용한다면 ISO 15046 및 기타 다른 ISO 표준을 만족하는 국가GIS 표준도 가능하다는 이야기도 되므로, ISO 프로파일에 대한 연구가 상당히 깊이 진행되어야 할 것으로 보인다. 특히, ISO 15046-6: Profile 표준에는 개발된 프로파일이 국제표준 프로파일이 되는 절차와 과정도 제시하고 있어, 우리나라에서 개발한 국가GIS 표준 프로파일을 GIS 국제표준 프로파일로 인정 받을 수도 있음을 시사해 준다.

4.3 데이터 모델과 내용 표준

우리 나라 국가기본도, 지하시설물도 등 표준 내용을 살펴보면 지형지물 코드를 분류하고, 해당 지형지물의 속성값을 코드화하여 기록해놓고 있다. 또 지형지물-속성간 연계를 다시 정리해 놓고 있기도 하다. 그런데 이러한 국가기본도 및 각종 주제도 표준은 지도를 제작하기 위해 필요한 코드를 레이어별로 표준화한 것에 지나지 않아 실제 위상을 가진 지리정보 데이터베이스로 구축하려 한다면, 구축하는 사람마다 자기 방식으로 각기 위상관계를 정의할 수 밖에 없을 것이다.

그러나 외국의 지리정보 내용 표준은 그 속에 개체-관계(Entity-relationship)를 표준으로 정의하고 있기 때문에 누가 데이터베이스를 구축하

든지 동일한 데이터베이스를 구축할 수 있도록 되어 있다. 따라서 우리 나라의 수치지도 관련 표준이 외국의 내용 표준과 동등한 수준이 되도록 관련 영역 커뮤니티의 도움을 받아 개체-관계 모델을 적용하여 해당 개체 집합에 대한 정확한 어의적 정의(semantic definitions)를 표준에 담아낼 수 있어야 할 것이다.

4.4 지리정보 서비스 표준 연구

4.1절에서 국가GIS 표준으로 지리정보 서비스 표준도 중요한 부분임을 지적하였다. 외국 사례 분석에서 살펴 보았듯이 아직 선진 외국에서도 지리정보 서비스 표준 분야는 아직 걸음마 단계라 할 수 있다. 다만 유통기구(clearinghouse) 관련 기술표준 분야에서 SGML/ XML과 같은 웹 분야 기술을 이용하여 웹상에서 지리정보 검색 서비스를 수행하는 시도가 호주를 중심으로 최근 대두되는 분야로 보인다.

그리고 지리정보 서비스 분야 표준은 국가들 보다는 ISO 15046-19: geospatial services 표준화 활동이 OpenGIS 컨소시엄의 OpenGIS 서비스 구조 SIG에서 활발하게 이뤄지고 있는 것으로 생각 된다. 특히 지리정보 서비스 분야는 지리정보 분야 산업과 밀접한 관련이 있어 새로운 지리정보 서비스 시장의 개척과 산업이 생겨날 수 있다는 점에서 우리 나라 국가GIS 표준화 사업 추진시 보다 적극적인 관심을 가지고 대처할 필요가 있는 것으로 사료 된다.

참고문헌

[Kim99] Tschangho John Kim, "Metadata for Geo-spatial Data Sharing: A Comparative Analysis", in Special Issue of the Annals of Regional Science, 33-2:171-182, Springer-Verlag, Berlin, 1999.

[SDI98] ANZLIC, Spatial Data Infrastructure

for Australia and New Zealand, URL: <ftp://ftp.auslig.gov.au/pub/pipc/anzlic/discapapr.doc>, 1998.

- [DIA99] AUSLIG, Developing Interim ASDI Online Data Access Standards, URL: <http://www.auslig.gov.au/pipc/asdi/odas3.htm>, 1999.
- [CSG98] Federal Geographic Data Committee, Content Standard for Geospatial Metadata Version 2, FGDC-STD-001-1998, 1998.
- [FSR96] Federal Geographic Data Committee, FGDC Standards Reference Model, 1996.
- [GIP98] ISO/TC211, CD 15046-1.2 Geographic information Part 1: Reference model, N623, 1998.
- [Bue98] Kurt Buehler, Near Term Plan and Schedule, OpenGIS Consortium, Inc., 98-037r2, 1998.
- [EUN99] National Geospatial Data Framework, Establishing the UK National Geospatial Data Framework: Strategic Plan 1998, URL: <http://www.ngdf.org.uk/Pubdocs/General/strat98.htm>, 1999.
- [OAS99] OpenGIS Consortium, Inc., The OpenGIS Abstract Specification Topic 0: Abstract Specification Overview, Version 4, 1999.
- [OGG98] OpenGIS Consortium, Inc., The OpenGIS Guide, 1998.
- [김 95] 金昌浩, "國家 GIS 標準化 現況과 必要性", 지형공간정보학회지 3-1:67-78, 1995.
- [건98] 건설교통부, 국가지리정보체계 구축사업 발전방안 연구, 1998.
- [최97] 최병남 외, 공간정보데이터베이스 구축을 위한 실험연구, 국토개발연구원, 1997.
- [한96] 한국전산원, GIS 기술동향 및 표준화 발전방안에 관한 연구, 1996.
- [한98a] 한국전산원, 국가GIS 상호 인터페이스

구성요소 연구, 1998.

[한98b] 한국전산원, 국가GIS 표준화 참조모델에 관한 연구, 1998.

[建98] 建設省國土地理院, GISの標準化に關する調査報告書(第2年次) - 空間データ作成標準-第1部, 1998.

[國99] 國土廳計劃調整局/建設省國土地理院, 國土空間データ基盤標準及び整備計劃, 1999.

장성길

1994년 서울대학교 조경학과(학사)
 1996년 서울대학교 환경대학원 도시계획(석사)
 1996년~97년 국토개발연구원 국토정보센터 연구원
 1997년~99년 과기부 NGIS 기술개발과제 연구원(연구책임:경원대 김은형 교수)
 1999년~현재 서울대학교 GIS-T 연구실 연구원

관심분야 : 도시계획, GIS, DSS, GIS 표준화

김창호

1973년 Princeton Univ. 도시공학과 (석사)
 1976년 Princeton Univ. 도시공학과 (박사)
 1984년~현재 Illinois Univ. 도시계획, 토목공학과 정교수
 1994년~현재 Saudi Arabia Riyadh 주정부 GIS 개발 고문
 1995년~현재 국제표준기구 GIS분과 대한민국 대표
 국제표준기구 GIS분과 한국위원회 회장
 과기부 GIS 인력개발 분과위원
 과기부 GIS 기술개발 평가위원회 위원장
 서울대학교 공학연구소 특별 연구위원

관심분야 : 도시계획, GIS, GIS 표준화