

폭넓은 응용을 위한 수치지도제작

○김은형*, 이동현*

최근에 들어 정부차원에서 GIS 활성화를 위한 전반적인 계획을 준비 중에 있고 그 계획 중 가장 큰 비중을 차지하고 많은 파급효과를 가져올 국가 GIS 데이터의 구축을 내년부터 시작하게 된다. 많은 예산을 들여서 만들어질 데이터가 전통적인 지도제작을 목적으로 구축되기 보다는 앞으로의 많은 응용분야에서 활용할 수 있는 데이터가 입력 당시부터 고려되는 것이 바람직하기에 내년 국립지리원을 중심으로 입력을 시작하기에 앞서 고려되어야 할 사항들을 제외하고자 하며 이에 앞서 수치지도제작(Automated Mapping)을 위한 데이터모델과 다양한 응용을 위한 데이터 모델은 설계에서부터 다룰 수 있음을 살펴보고자 한다. 이 글의 첫 부분에서는 데이터모델에 의해 GIS관련 기술이 분류될 수 있으며 지도제작(Automated Mapping) 역시 이 기술 중의 하나로서 데이터 구조가 CAD에서 발전되어 온 것을 알 수 있다. 두 번째 부분에서는 GIS 기술이 대답할 수 있는 다섯 개의 주된 질문들이 지도제작을 위해 만들어진 데이터모델을 통해서 쉽게 대답될 수 없을 정도로 다양함을 보여주며, 마지막으로 만약 국립지리원의 수치지도작성작업규칙이 지도제작만의 목적이 아니고 향후의 폭넓은 응용을 반영하는 국가 GIS 데이터베이스를 위한 것이라면 고려해야 할 사항들을 제안하였다.

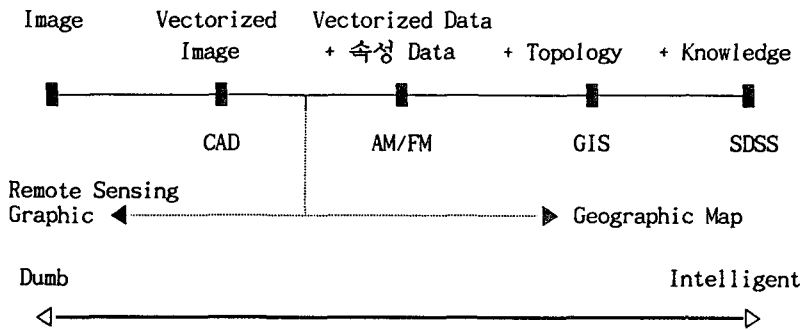
1. 도형데이터 모델에 의한 GIS관련 기술의 분류

지도제작을 위한 데이터모델과 다양한 분야에서의 활용을 위한 데이터모델의 기본적인 차이점을 살펴보기 위해 도형데이터 모델에 의한 GIS관련 기술의 발달과정을 살펴보면 <그림 1>에 나타난 바와 같은데, 그 동안의 GIS관련 기술들은 데이터에 의해 분류, 발달되어 왔으며 이러한 관련 기술들은 응용분야별로 데이터의 특색을 갖고 있음을 알 수 있다.

Remote Sensing 기술에서 얻어지는 Image데이터는 촬영지역에 대한 전체적인 양상만을 보여주는 Raster데이터이며, 벡터화된 CAD데이터는 건축설계와 같이 제도(drafting)를 위한 기술로 발달되어 왔으며, 속성데이터와 벡터데이터를 연결시킴으로 차츰 데이터의 지각화를 더해 가는 AM(Automated Mapping)/FM(Facility Management)데이터는 전기, 전화, 도로와 같이 시설물관리를 위해 구축되어 왔다. 여기까지의 기술에는 GIS 핵심능력인 분석기능(예: polygon overlay)이 없으며 이 분석능력은 벡터데이터가 위상(topology)을 가짐으로 가능하게 된다. 그리고 GIS의 가장 성숙한 단계인 공간의사결정지원시스템(Spatial Decision Support System, SDSS)은 앞서 서술된 여러 GIS관련 기술들을 복합적으로 사용할 수 있어야 하며 인공지능(Artificial Intelligence)의 한 분야인 전문가시스템(Expert System)과의 접합도 예상되므로 전문가의 지식(knowledge)들이 포함되는 GIS데이터베이스도 머지않아 현실화될 것이다.

*서울시정개발원

결국 GIS는 데이터 모델에 의해 응용의 융통성이 결정되므로 이러한 데이터모델에 의해 구축될 GIS 데이터베이스는 시간의 흐름에 따라 성숙되어갈 GIS의 응용양상을 염두에 두고 설계되는 것이 바람직하다. 더우기 GIS구축 비용 중 전체의 60-80%를 차지하는 데이터베이스의 구축은 GIS 구축의 성패를 좌우하는 핵심적인 과정이므로 향후의 응용을 고려한 기초를 만들 때 최대한의 효과를 볼 수 있고 앞서 설명된 여러 지능단계의 데이터들이 복합적으로 사용될 수 있을 것이므로 사회간접자본으로서 응용의 폭이 넓어져 그 파급효과가 기하급수적으로 증가할 것으로 예상된다.



<그림 1> 도형데이터에 의한 GIS 관련기술의 분류

2. GIS가 다루는 다섯 가지 핵심 질문사항

우리가 응용을 고려한 데이터모델 설계를 해야하는 보다 중요한 이유는 오늘 날 GIS가 선진 사회의 여러 분야에서 각광을 받고 있는 이유에서 부터 찾아볼 수 있는데 그것은 GIS의 의의가 그 동안 우리가 써왔던 전통적인 종이지도를 컴퓨터로 빨리 만들어 내는 데 있는 것이 아니라 다음 다섯 가지의 핵심적인 질문을 효율적으로 대답할 수 있는 능력에 있기 때문이다.

- 1) 대상이 어디에 있는가? (위치): 예를 들면, “논현동 216-14의 땅이 어디 있으며, 누가 소유하고 있고, 도시계획상의 용도는 무엇인가?” 등의 질문을 대답할 수 있어야 한다.
- 2) 여러 조건을 만족시키는 대상이 어디에 있는가? (조건): 도시계획상 주거지이며 부동산가격이 1억원 이하이며 방이 네 개인 일반주택이 어디에 있는가?
- 3) 시간의 흐름에 따른 공간적 변화는? (공간적 추세): 1970년도 강남구의 토지이용과 1993년도의 토지이용의 변화를 비교할 때 무엇이 바뀌었으며 그 변화에 대한 분석은 무엇인가?
- 4) 여러 데이터의 연관관계는? (양상의 추측): 교통사고의 종류별, 빈도별 분석을 통한 사고의 원인 및 양상을 예측할 수 있는가?
- 5) 여러 가지 시나리오에 대한 가상적 결과는 무엇인가? (모델의 추출): 새로운 쓰레기 매립장을 서울시에 건립한다면 어느 지역이 적합할 것인가? 여러 가지 평가 조건들을 적용하며 여러

각도에서 대상 적지를 평가, 최종적인 정책결정을 할 수 있을 것이며, 이러한 평가과정을 시민들에게 보여줄 수 있다는 측면에서 좀 더 객관성을 지닌 행정이 될 수 있다.

이상의 "다섯 가지 질문이 폭넓은 응용을 위한 기본적인 조건이라고 한다면 데이터의 모델에 대한 설계 역시 여기에 합당하도록 하여야 한다. 지도제작만을 위한 데이터모델이 응용을 위한 데이터모델로 전환되는 것은 본질적으로 불가능하며 이러한 사례는 GIS 소프트웨어 개발 역사에서도 뚜렷이 찾아볼 수 있다.

앞의 <그림 1>에서 본 바와 같이 데이터의 모델에 의해 AM/FM과 GIS 소프트웨어들도 따로 분류되어 개발되므로 각각의 강점을 살릴 수 있도록 설계되어 왔으며 한국형 GIS 소프트웨어의 개발도 이렇게 분리되어 시행되리라 예상된다. 이러한 현상은 데이터의 구조가 보다 지능화 됨에 따라 이를 다루어야 하는 프로그램도 복잡해지기 때문에 응용분야별로 각각 다른 강점을 가질 수 밖에 없는 GIS 소프트웨어 개발 역사를 겪어 왔다. 미국의 GIS 학계에선 1980년 중반에 Raster나 Vector나 데이터모델에 관한 논쟁이 있었고 80년 말에는 Object나 Layer(or topology)나 데이터모델에 관한 논쟁이 계속되어 왔으며 지금은 상반된 데이터구조의 장점만을 수용해 가는 변증법적 발전양상을 보고 있다.

이와 같이 데이터모델은 향후 쓰여질 응용분야에 따라 근본을 달리하여 왔으므로 수치지도 제작용 데이터모델과 응용을 위한 데이터모델 중 양자택일의 방법보다는 상호보완의 대책을 마련하는 것이 효율적인 국가예산의 활용측면에서 바람직하며 이러한 방향으로 GIS 데이터베이스 설계가 완성되어야 할 것이다.

3. 국가 GIS 데이터베이스 설계시 고려해야 할 사항

국립지리원의 수치지도작성작업규칙은 지도제작(AM)을 위한 것으로 폭넓은 응용을 위한 국가 GIS 데이터베이스 설계에는 근본적인 차이가 있을 수 있다. 그러므로 내년부터 시행될 지도데이터의 입력이 지형을 모두 표현해야 하는 지형도제작(AM) 목적인지, 아니면 응용을 위한 GIS 데이터베이스 구축을 목적으로 보아야 할 것인지가 미리 결정되는 것이 중요하다. 다음의 일곱 가지 사항은 앞에서 말한 근본적인 차이를 보여주기 위한 예로서 작성된 것이며 국가 GIS 데이터베이스 설계를 위해선 좀 더 심도 깊은 연구가 필요하다는 것을 보여주고 있다.

(1) 지도제작만을 위해 설계된 레이어들은 데이터의 응용을 위해선 필요가 없다.

사례1: 지도제작만을 위한 레이어 분류

수치지도작성작업규칙의 지형표현을 위한 봉토지, 사태지, 벼랑바위, 너덜바위의 경우와 1/25,000 지도제작만을 위한 도면제작용도로(4차선도로, 2차선도로, 2차선비포장, 1차선포장(우마차로), 1차선비포장(우마차로), 건설중도로, 건설예정도로로 분류된 50개 layer), 도면제작용 보행시설(4개 layer), 도면제작용 선로(3개 layer)) 등의 레이어는 지도제작을 위해서는 편리한 분류이나 일반적인 응용을 위해서는 극히 사용빈도수가 낮으므로 데이터의 응용자 입장에서는 거의 필요가 없다.

(2) 심볼중심(수치지도작성작업규칙)의 데이터 구조보다는 속성(데이터베이스) 중심의 데이터구조가 향후 응용을 위한 활용가치가 높다.

1) 지도의 제작만을 위해 생겨난 많은 심볼용 레이어들은 데이터베이스의 속성으로 새로 구축되어야 효율적인 응용이 가능해 지며 이를 위해서는 결과적으로 이중작업이 필요하다. 역으로 데이터베이스의 속성정보는 지도제작을 위한 심볼로 표현될 수 있다.

사례 1. 논, 밭, 산림 등의 표현방법

데이터의 일반적인 응용을 위해서는 논, 밭, 산림 등의 지류에 관한 내용은 polygon과 관련 속성으로 연관시켜 입력되는 것이 바람직하나 수치지도작성작업규칙의 경우에는 지류의 경계레이어(지류계, 경지계, 모지계, 산림계)와 심볼레이어들(논, 밭, 과수원..)로 각각 구분된다. 지류의 경계는 단순히 line object로서 polygon의 모양만을 모아 놓은 하나의 경계선레이어가 되며 심볼레이어들은 심볼 하나 하나의 위치에 심볼표시를 위해 여러 개의 point로 구성된 각각의 심볼레이어(논심볼레이어, 밭심볼레이어, 과수원심볼레이어...)로 설계되어 있다.

데이터의 사용자 입장에서는 지도제작만을 위한 이러한 설계는 별 의미가 없으며 polygon과 속성을 연결하여 사용하는 것이 여러 모로 유용하다. 그리고 심볼레이어들을 응용을 위한 데이터베이스의 속성정보로 바꾸어 주기 위해서는 각 polygon과 위치적으로 일치하는 심볼을 하나 하나 맞추어 모아 속성정보를 입력해야 하므로 또 하나의 다른 작업이 필요하게 된다.

사례 2. 수부지형의 표현방법

수부지형에 대한 레이어 설계의 경우에도 수치지도작성작업규칙에서는 여러 개의 경계레이어(갯벌, 모래, 습지, 염전, 용수구역, 집수구역(하수), 수역경계(하천))와 여러 개의 심볼레이어(갯벌, 모래, 습지, 염전, 양어장)로 구분하고 있으나 이 경우에도 앞의 사례와 같이 polygon과 속성으로 처리하면 사용에 편리하다.

사례 3. 건물의 표현방법

건물의 경우에도 건물에 대한 경계(9종류의 레이어: 주택의 건물, 단독주택, 연립주택, 공사중 건물, 무벽사, 온실, 가건물, 집단가옥경계, 미분류)와 건물용도(행정기관(30개), 산업(24개), 문화·교육(21개), 서비스(19개), 의료·후생(22개): 116개의 레이어)에 대한 레이어를 분리하여 건물경계는 line으로 polygon의 모양을 모아 놓은 하나의 레이어와 건물용도는 심볼레이어를 이용하여 표현하는 116개의 레이어로 설계되어 있으나 건물데이터도 위의 사례와 마찬가지로 polygon과 속성으로 구분하여 데이터베이스를 구축하면 검색이 편리할 뿐 아니라 다양한 주제도를 제작해 낼 수 있으므로 많은 응용분야를 포함시킬 수 있다.

2) 심볼중심의 데이터 구조

소프트웨어 선택에 있어서도 지도제작용 소프트웨어와 데이터베이스 중심의 소프트웨어로 구분해 볼 수 있으며, 지도제작에 편리한 소프트웨어가 사용하는 한 가지 데이터구조를 예로 들

면 그래픽 파일에 있는 레코드는 다음과 같이 심볼에 대한 정보를 처음부터 입력하도록 구조화되어 있으며 미리 정의되어 있는 심볼이 있어야만 입력될 수 있다.

< 심볼중심의 데이터구조의 예 >

외형(=심볼)	위치좌표(X, Y)	pointer
---------	------------	---------

반면 데이터베이스 중심의 소프트웨어의 데이터구조는 *feature(point, line, polygon)*의 형태로 입력되며 심볼은 사용자의 최종 출력시에만 각 *feature*에 원하는 심볼을 할당하여 출력할 수 있으므로 도면을 제작할 경우를 제외하고는 심볼에 대해 크게 신경 쓸 필요가 없다.

그러므로 지도제작을 위해서는 심볼중심의 데이터구조가 보다 편리하겠지만 폭넓은 사용을 위해서는 *feature*중심의 데이터가 보다 융통성이 있고 입력도 간편하다.

(3) 지도제작을 위해서는 많은 명칭들이 주기로 저장되어 데이터베이스로 활용되기에는 이 중 작업이 필요하나 데이터베이스에 명칭들을 입력할 경우에는 데이터베이스의 활용은 물론 주기를 자동생성할 수 있다.

사례 1. 도로

수치지도작성작업규칙에서는 도로번호를 14개의 주기레이어로 구분하고 있으나, 도로의 노선번호 및 노선명은 도로를 관리하는 기본적인 키(key)로서의 역할을 하기 때문에 단순한 주기의 형태보다는 속성데이터로서 활용할 수 있어야 하며, 속성데이터로 입력되고 나면 도면제작을 위한 주기도 생산할 수 있다.

사례 2. 건물

건물의 경우 건물명 정보는 많은 분야에서도 그 활용도가 높으나 수치지도작성작업규칙에는 주기레이어들로만 설계되어 있으므로 이러한 레이어의 구분방법보다는 건물명을 속성데이터로 구분하는 것이 효율적이다. 예를 들어 소방시스템의 소방대상물관리업무를 수행하기 위해 교육시설이나 의료시설을 찾아 그 현황을 보고자 하는 경우에 이용될 수 있을 것이다.

사례 3. 등고선

등고선은 3차원 지형을 나타내는 표고값을 가진 정보로서 노선, 하천, 토지개발 등의 공사에 필요한 지형분석(경사, 향분석 등)을 수행할 수 있는 중요한 데이터이다. 그러나 수치지도작성작업규칙에서는 “주곡선, 간곡선, 조곡선, 계곡선” 레이어로 구분하여 선에 관한 그래픽만을 입력하고 등고선의 표고값은 “수치레이어”에 주기로 처리하고 있기 때문에 지형분석을 위한 데이터로 바로 이용될 수 없는 문제점이 있다.

(4) 데이터베이스 설계에 있어 수치지도작성작업규칙에 의한 경우 지도제작의 편의를 위해 너무 많은 레이어를 분류하므로 관리가 어려워지고 입력시 레이어를 자주 변경해야 하므로

입력시간이 오래 걸리고 혼돈을 가져올 확률이 높아진다.

사례 1. 도로

도로의 경우 4종류의 개통여부(미분류, 운행중, 건설중, 계획중) 와 14종류의 도로구분(광로 1류 - 소로 4류)을 수치지도작성작업규칙과 같이 모두 레이어로 구분할 경우 모두 56개의 레이어가 필요하여 관리가 어려워지나 데이터베이스를 통한 속성항목으로 처리할 경우에는 1개의 레이어로 가능하므로 관리가 편리해진다.

(5) 데이터 입력방법에 있어 위상(topology)과 일반적인 활용목적에 고려하는 것이 데이터의 응용을 위해 바람직한 것이나 지도작성만을 위해서는 위상이 필요 없기 때문에 수치지도작성작업규칙에는 전혀 반영될 수 없다. 지도작성용 데이터를 위상의 형성을 위해 나중에 편집하면 된다는 가정을 할 수 있으나 현실적으로 많은 작업량이 요구되므로 새로 데이터를 입력하는 것이 나올 수가 있다.

사례 1. Line데이터 입력시 고려사항

도로, 철도, 하천 등의 선(line)속성인 데이터들은 데이터의 속성이 바뀌거나 관리상 구분되어야 할 필요가 있는 곳에서 구간을 나누어 주어야 하며 등고선은 도면제작을 위해서라면 끊어져 있어도 문제가 되지 않으나 등고선의 정보로서 가치가 있으려면 반드시 연결된 선으로 입력되어야 한다. 또한 하천중심선 같이 흐름을 관리해야 할 필요가 있는 데이터는 그 방향을 유지하면서 데이터를 입력해야 활용하는데 도움이 되며, CAD에서 이러한 입력작업을 할 경우에도 GIS 소프트웨어안에서 작업된 내용이 그대로 전달되므로 데이터 전환으로 인한 문제는 생기지 않는다(예 : DXF로 부터 ARC/INFO로).

사례 2. polygon 입력시 고려사항

건물, 행정구역경계, 지적, 지류 등 다각형(polygon) 속성으로 구분된 데이터는 입력시 반드시 닫혀져야 하는데 지도제작의 경우에는 위상이 필요 없어 문제가 되지 않으므로 차후 위상이 필요로 하는 응용을 위해서는 새로이 편집해야 할 경우가 생길 수 있다.

(6) 데이터 포맷은 향후 데이터의 폭넓은 응용에 절대적인 영향을 미치므로 충분한 실험과정을 거쳐 검토된 후 정해져야하며, 현재 그래픽데이터 변환포맷으로 보편적으로 사용되고 있는 DXF·기본도 제공을 위한 데이터변환포맷으로 사용할 경우 몇 가지 문제점이 있으므로 이 문제에 대한 해결책이 제시되어야 할 것이다.

문제점 : 1) CAD의 데이터변환포맷으로 개발된 DXF는 object중심으로서 위상(topology)구조를 전제로 하지 않으므로 위상이 저장될 수 없다.

2) 응용을 위한 데이터 구축을 위해 도형데이터에 도형을 설명하는 기초적인 속성자료를 함께 입력해야 할 경우 속성데이터 수용이 어렵다.

현재 CAD상에서 속성데이터를 입력할 수 있는 방법으로는 xdata(AutoCAD 명령어)가 있는데 이 방법으로는 line, point에 관한 속성데이터를 입력할 수 있으며 GIS 소프트웨어안에서 polygon을 형성하기 위한 데이터는 CAD에서 속성을 text로 입력하는 방법을 이용할 수 있다. 그러나 xdata 및 text를 이용한 속성정보 입력방법은 모두 GIS 소프트웨어안에서의 별도의 처리작업 및 변환 프로그램의 작성을 요구하므로 GIS데이터의 공급용 포맷으로 사용되기에는 미흡하며 한국형 표준 변환 포맷의 제공이 시급히 요구된다.

(7) 수치지도작성작업규칙은 1/5,000 이상의 지도제작을 위한 것으로 지방자치단체의 세부적인 내용을 담기에는 좀 더 세밀하고 응용에 적합한 분류체계가 필요하다.

사례 1. 도로 (세밀한 분류체계)

도로의 경우를 예로 들면 도로의 구분은 우선적으로 도로법 제11조(도로의 종류와 등급) - 고속국도, 일반국도, 특별시도, 지방도, 시도, 군도 - 에 따르며, 도시안에서의 도로는 대부분 도시계획시설이므로 서울시의 도로의 구분은 그 다음으로 도시계획법시행령 제3조(도시계획시설의 세분) - 일반도로, 자동차/보행자/자전거전용도로, 고속도로, 고가도로, 지하도로 - 에 따른다. 이와 같은 기본적인 구분이외에도 서울시의 도로는 폭원별로 광로 1류 - 소로 4류로 나누어 도로를 구분하고 이에 따른 노선번호를 할당하여 관리하고 있다.

그러므로 전국을 대상으로 한 수치지도작성작업규칙의 도로구분과 서울시와 같은 지방자치단체에서의 응용을 위한 도로구분은 다음과 같은 차이가 있으며, 후자의 경우 더 세부적인 구분을 필요로 한다.

< 수치지도작성작업규칙 >

< 서울시 >

고속국도	고속국도	} 각 레이어를 다시 폭원별로 광로1류-소로4류로 구분
일반국도	일반국도	
특별시도	지방도	
지방도	특별시도 중 일반도로	
시도	특별시도 중 도시고속도로	
군도	특별시도 중 고가도로	
면/리간도로	특별시도 중 지하차도	
부지안도로		
소로		

사례 2. 건물 (사용에 적합한 분류체계)

수치지도작성작업규칙의 건물레이어 구성은 우선 건물을 1·2층과 3층 이상으로 구분하고 각

중 건물용도(예, 시청, 학교, 소방서)에 따라 레이어를 모두 다르게 구분하고 있으나 건물층수를 1·2층과 3층 이상으로 나누는 것은 이용상에 큰 의미가 없으며 오히려 건물의 관리목적으로 이용하기 위해서는 건물층수를 속성(숫자)으로 입력하는 것이 유용성이 증대될 것이다.

그러므로 지방자치단체의 지도들은 수치지도작성작업규칙에서 요구하는 지도의 형태와는 달라질 수가 있으며 향후의 국립지리원 성과심사에서 고려되어야 할 사항이다.

결론적으로 GIS의 꽃은 응용에 있으며 미래의 GIS 응용분야는 현재 예측하지 못하고 있는 수 많은 곳에서 부터 창출될 것이다. 이러한 맥락에서 GIS데이터는 사회간접자본으로 많은 꽃이 피워질 수 있도록 준비되어야 하며 최소의 투자로 최대의 효과를 볼 수 있는 경제성의 원리에 입각하여 구축되는 것이 바람직 하다. 국립지리원의 수치지도제작 작업도 국가차원에서 매우 중요한 작업임에 틀림이 없으나 국가 GIS 데이터베이스 구축을 위한 첫 단계임을 감안하여 GIS의 본질인 범용성이 활성화될 수 있도록 수치지도제작만의 차원을 넘어설 때 “최대 다수의 최대 행복”이 실현되는 GIS Community가 형성되어 갈 것이다.

참고문헌

1. 건설부 국립지리원, 1992, 「수치지도작성작업규칙」
2. 서울시정개발연구원 전산정보팀, 1994, 「서울시 지리정보시스템 구축에 관한 연구(II)」
중간보고서
3. 쌍용컴퓨터, 「매핑시스템 개요」
4. 1961, 「법전」 제33편 국토개발·도시 p. 547
제34편 주택·건축·도로 p. 688
5. Dangermond, J., 1989, "GIS Data Structure: Objects vs. Layers", *The GIS Sourcebook*, GIS World Inc., pp. 18-20