

국제 표준 기반의 3차원 GIS을 위한 세밀도 모델

석은경^o, 강찬현, 문정욱, 이기준
부산대학교 컴퓨터공학과

{ekseok^o, chkang, jwmoon}@isel.cs.pusan.ac.kr, lik@pusan.ac.kr

LOD Model for 3D GIS based on International Standard

Eun-Kyung Seok^o, Chan-Hyun Kang, Jung-Wook Moon, Ki-Joune Li
Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

요 약

위치기반서비스나 텔레매틱스 등의 공간 정보에 기반을 둔 시설물 분야나 재해 분야에서 3차원 공간정보에 대한 사용이 광범위해지고, 3차원 공간 정보 생성, 구축 및 활용에 대한 연구는 더욱 더 활발히 진행되고 있다. 특히 세밀도(Level of detail-LOD)는 대용량의 3차원 공간 정보를 표현, 저장하기 위한 주요한 방법론으로 그에 관한 연구가 많이 진행되고 있는 실정이다. 본 논문에서는 서버/클라이언트 환경에서 대용량의 3차원 공간 데이터를 효율적으로 전송하기 위한 두 가지의 세밀도 모델을 제안한다. 그리고 두 세밀도 모델들의 데이터전송에 대한 효율성을 비교해 보았다.

1. 서론

위치기반서비스(LBS)나 지도서비스 등 다양한 응용 분야에서 GIS의 수요가 늘어가면서, 수요자들은 더욱 더 정확하고 다양한 서비스를 요구하게 되었다. 또한 최근에 3차원 공간정보를 이용한 애플리케이션들과 정확한 데이터를 필요로 하는 도시 계획분야 등에서도 3차원 GIS 데이터의 필요성이 증가하고 있다. 3차원 GIS 데이터는 2차원 좌표에 높이를 추가하여 입체적인 형태의 데이터를 표현함으로써, 2차원 데이터에 비해 데이터의 양이 증가할 뿐만 아니라 표현하는 방법도 달라진다. 3차원 GIS에서 하나의 장면을 구성하기 위해서는 각 공간객체의 원근감을 표현할 수 있다. 즉, 시점(Viewpoint)에서 가까운 객체는 크고 세밀하게, 멀리 있는 객체는 작고 대략적으로 표현하여 사물의 공간적 입체감을 느낄 수 있도록 하는 것이다. 이를 원근 세밀도(Perspective LOD)라 한다. 원근 세밀도는 지형지물을 시점과 거리 별로 단계를 나누어 객체의 상세도를 다르게 표현하고, 세밀도 단계를 연속적으로 나눌 수 있다면 연속 세밀도(Continuous LOD), 이산적으로 나눌 수 있다면 이산 세밀도(Discrete LOD)로 나눈다. [6]. 이러한 세밀도(Level of Detail-LOD)는 3차원 공간 데이터를 가시화하기 위한 주요한 방법론이다. 그러나, 웹(Web)이나 무선 모바일(Mobile) 환경의 서버/클라이언트 시스템에서 클라이언트의 시점에 따라 달라지는 장면들을 구성하기 위해서는 각 세밀도 단계에 부합하는 데이터가 필요하고 서버는 각 단계별 데이터를 클라이언트에게 전송해주어야 한다. 이때 서버가 각 단계별로 독립적으로 데이터를 전송하게 된다면 이전에 클라이언트가 가지고 있는 데이터와 중복을 유발할 수 있고, 각 단계를 구성하는 데이터 사이에서도 데이터의 중복이 발생할 수 있다. 이러한 데이터 중복은 데이터 전송 면에서 비효율적이다. 따라서, 세밀도 방법론은 가시화뿐만 아니라 데

이터의 전송의 관점에서 고려되어야 한다.

본 논문에서는 서버/클라이언트 환경에서 대용량의 3차원 공간 데이터를 전송하기 위한 두 가지의 세밀도 모델을 제안한다. 제안된 세밀도 모델들은 기존의 국제 표준 공간 데이터 모델을 기반으로 데이터의 기호화를 용이하게 할 뿐만 아니라 기존의 다른 시스템과의 상호 운용성도 제공하고 있다. 특히, 본 논문에서는 효율적인 데이터 전송을 위해 점진적 세밀도 모델을 정의하고 있는데 점진적 세밀도 모델은 클라이언트가 이전에 획득된 데이터를 누적하여 다음 장면에서 다시 활용하고 필요한 단계에서 확보되지 않은 데이터만 추가 요구함으로써, 평균 응답시간과 네트워크 부하를 줄일 수 있게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 세밀도에 관한 연구들을 소개하고 3장에서는 데이터 전송을 위한 3차원 공간 객체를 위한 세밀도 모델을 보여준다. 그리고 4장에서는 제안된 두 모델의 성능을 평가하고 5장에서 향후 연구와 함께 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

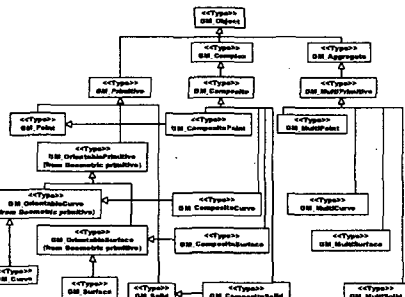
1990년대 후반부터 3차원 GIS에서 공간 객체를 나타내는 모델과 세밀도를 적용하기 위한 방법론이 제시된 바 있다. [4]에서는 Constructive Solid Model(CSG)을 이용한 공간 객체 표현 방법을 제시하고 있고, [1]에서는 ISO19107을 간략하게 수정한 3차원 공간 객체 표현 방법을 제시하였다. 그러나 공간 객체를 나타내는 모델이 다양해짐에 따라 데이터 통합과 관리에 대한 어려움이 발생하며, 이에 통합적인 모델이 필요하다는 것을 [3]에서 제시하고 있다. 또한 3차원 GIS에서 공간 객체를 효율적으로 가시화하거나 전송하기 위한 다양한 세밀도 모델 또는 방법론이 제시되었다. [1]에서는 3가지 세밀도 방법을 제시하였다. 첫 번째는

하나의 지형지물에 대해 세밀도 단계별로 독립적인 공간 객체가 존재 하는 방법이고 두 번째는 하나의 지형지물에 대해 세밀도를 적용하는 것이 아니라 거리나 볼록 단위로 세밀도 단계를 적용하는 방법이다. 세 번째는 앞서 이야기 한 두 가지 방법을 혼용하는 방법이다. 그리고 [4]에서는 의미 있는(semantic) 지형지물 간의 관계를 이용한 세밀도 적용 방법을 간단히 기술하였다. 그러나 [1], [4]에서 제시하는 방법 모두 가시화를 위한 측면에서의 방법이지, 네트워크로 연결되어 전송되는 데이터량의 측면에서는 고려하지 않고 있다. 반면 [2]에서는 웹 기반의 3차원 GIS 응용을 위해서 데이터 전송 양을 줄이기 위한 세밀도 적용 방법이 필요하다고 제시하였다. 그러나 단순히 전송되는 데이터의 양을 줄이기 위한 방법을 제시 하였을 뿐, 전송되는 데이터 사이의 중복을 피할 수 있는 모델은 제시되지 않고 있다. 또한 클라이언트에서의 세밀도 적용은 VRML을 이용하여 해상도(resolution)에 따르는 세밀도 방법을 제시함으로써 시점(view point)의 위치이동에 따라서는 세밀도를 적용할 수 있음을 나타내고 있다.

3. 표준 기반 세밀도 모델

본 장에서는 가시화뿐 만 아니라 데이터 전송을 위한 3차원 공간 객체의 세밀도 모델을 국제 표준 ISO 19107 모델을 기반으로 정의한다. ISO19107 모델은 공간적인 무결성과 저장공간의 효율성을 고려하여 기하학적이고 위상적인 정보를 표현하는 국제 표준 공간 데이터 모델이다. 이러한 표준 공간 모델을 기반으로 하게 되면 데이터를 기호화(Encoding)하거나, 전송할 때 같은 표준을 활용하기 쉬우며, 더 나아가 이미 표준을 적용한 기존의 시스템 및 데이터를 쉽게 사용할 수도 있게 된다.

3.1 국제 표준 공간객체 모델(ISO 19107)



[그림 1] ISO19107 기하모델의 기본 클래스

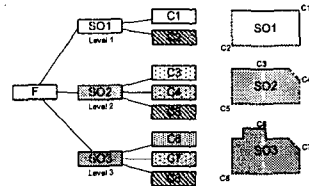
그림 1은 하나의 기하객체가 점, 선, 면, 입체를 나타내는 GM_Object로 구성됨을 나타내고 있다. 여기서 GM_Primitive는 하나의 Object를 구성하는 요소로 볼 수 있으며 크게 GM_Point, GM_Curve, GM_Surface, GM_Solid로 볼 수 있다. GM_Point는 점을 나타내는 객체이고, GM_Curve는 직선이나 곡선을 나타내는 객체로 선 조각을 나타내는 한 개 이상의 GM_Curve Segment가 연속적으로 연결되어 나타난다. 또한 GM_CurveSegment는 GM_Point나 직접적인 좌표정보를 나타내는 DirectPosition을 이용하여 표현된다. GM_Surface는 면을 나타내는 객체로 면 조각을 나타내는 한 개 이상의 GM_SurfacePatch으로 구성되거나 GM_Curve로 구성된 면 경

계로 표현 된다. 그리고 GM_Surface Patch는 GM_Curve로 구성된 면 경계로 표현된다. 마지막으로 GM_Solid는 입체를 나타내는 객체이고, GM_Surface로 구성된 입체 경계로 표현된다.

국제 표준 공간객체 모델인 ISO19107은 매우 유용한 공간객체 모델이다. 하지만, 여기에서는 세밀도를 표현하기 위한 방법을 제시하고 있지 않다. 따라서, 본 연구에서는 앞에서 설명한 국제 표준 공간객체 모델을 이용하여 두 가지의 세밀도 모델을 제안한다. 첫 번째는 객체단위 세밀도 모델이며, 두 번째는 요소단위 세밀도 모델이다.

3.2 객체단위 세밀도 모델

객체단위 세밀도(LOD) 모델은 하나의 지형지물을 표현하기 위한 각 세밀도 단계별로 공간객체를 할당하는 모델이다. 이 모델에서 하나의 지형지물은 세밀도(LOD) 단계마다 개별적인 공간객체로 표현하여 원근 세밀도(LOD)와 점진적 세밀도(LOD)를 모두 표현할 수 있다. 이때 개별적이란 말은 각 단계별 공간객체들이 서로 간에 구조적으로 독립적임을 의미한다. 즉, 여러 개의 기하요소로 구성되어 있는 각 단계별 공간객체들이 구성요소들을 서로 공유하지 않는다는 것이다. 그림 2는 객체단위 세밀도 모델을 사용한 지형지물의 예이다.

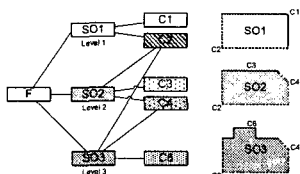


[그림 2] 객체단위 세밀도

그림 2는 하나의 지형지물 F에 대하여 3단계의 세밀도(LOD)를 표현하고 있는데 공간객체와 그 구성요소들을 객체 다이어그램(Object Diagram)으로 표현하고 있으며, 단계 1을 표현하는 공간 객체 SO1은 곡선(Curve)을 의미하는 C1, C2로 이루어져있고, 단계 2를 표현하는 SO2는 C3, C4, C5로 이루어져 있으며, SO3는 C6, C7, C8로 이루어져 있다. 세밀도 단계가 높아질수록 공간 객체의 모양은 조금씩 복잡해지며, 각 단계별 모양을 비교해 볼 때 세밀도 단계간에 공간객체 구성요소의 모양이 서로 같은 경우도 있다. 객체단위 세밀도(LOD) 모델은 기본적인 아이디어가 간단하고 기존의 모든 공간정보 모델을 그대로 적용할 수 있다. 하지만, 그림 2에서 확인할 수 있듯이 각 세밀도 단계 간에 기하적 특성이 같은 중복된 구성요소들이 발생할 수 있다. 이런 이유로 데이터 전송 및 시각화 관점에서 비효율적이다. 객체단위 세밀도 모델에서 각 단계를 표현하는 공간 객체들은 구조적으로 서로 독립적이므로 동일한 기하 특성을 갖는 구성요소들이 서로 중복되어 표현된다. 그림 2를 보면 각 공간객체들은 구조적으로 독립적이며, 기하적 특성이 동일한 요소들이 서로 중복되고 있음을 알 수 있다. 단계1, 2, 3을 표현하는 공간 객체인 SO1, C2, C7, SO3는 동일한 기하 특성을 가지는 C2, C5, C8 요소와, C4, C7 요소로 구성되어 있다. 그림 2에서는 공간 객체의 구성요소를 곡선(Curve)만을 표현했지만, 실제 데이터는 공간모델에 따라 아주 다양한 구성요소로 이루어져 있으며, 이는 그림 2의 예보다 더 많은 공유 가능 요소를 가지고 있음을 의미한다. 객체단위 세

일도 모델에서 세밀도 단계 간에 요소 중복이 발생하는 문제를 해결할 수 없다. 앞서 설명한 바와 같이, 단계별 데이터의 중복성은 데이터를 전송하는데 비효율적이다. 따라서, 본 연구에서는 데이터의 중복을 줄이기 위하여 두 번째 세밀도 모델인 요소공유 세밀도 모델을 제시한다.

3.3 요소공유 세밀도 모델



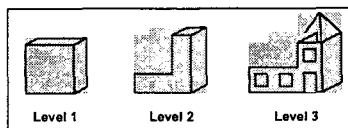
[그림 3] 요소공유 세밀도

요소공유 세밀도 모델은 객체단위 세밀도 모델에서 단계간 나타나는 요소들의 중복을 줄이기 위해, 각 단계별 공간객체의 기하특성이 동일한 요소를 공유하는 모델이다. 그림 3은 서로 다른 단계의 공간객체들이 기하특성이 같은 요소들을 공유하고 있는 요소공유 세밀도 모델의 객체 다이어그램(Object Diagram)이다. 그림 2에서 중복 되어 있는 C2, C5, C8 요소와 C4, C7 요소들이 그림 3에서는 각각 C2, C4로 공유되므로 세밀도 단계간에 요소들이 중복되고 있지 않음을 확인할 수 있다. 예를 들어 클라이언트가 시각위치(view position)의 변화로 인해 하나의 지형지물 F에 대하여 1단계, 2단계, 3단계 순으로 장면을 구성해야 할 경우를 가정하자. 그림 3에 의하면 지형지물 F에 대하여 1단계 장면을 구성하고자 할 때 서버로부터 SO1과 그 구성요소 C1, C2를 전송 받아 저장해야 한다. 이후 시각 위치의 변화로 인한 2단계 장면을 구성하고자 할 때, 클라이언트는 공간객체의 SO2과 그 구성요소로 이미 저장되어 있는 C2를 제외하고 C3와 C4만을 추가로 전송 받으면 된다. 그런 다음 3단계 장면을 구성할 때는, 같은 방식으로 클라이언트는 SO3와 그 구성요소 C6만을 전송 받는다. 클라이언트가 하나의 지형지물에 대하여 단계별로 장면을 구성할 때 반복적으로 쓰여진 구성요소들은 중복하여 전송하지 않게 되는 것이다. 이러한 중복을 줄임으로써 요소공유 세밀도 모델은 객체단위 세밀도 모델보다 데이터 전송 면에서 효율적이라 할 수 있다.

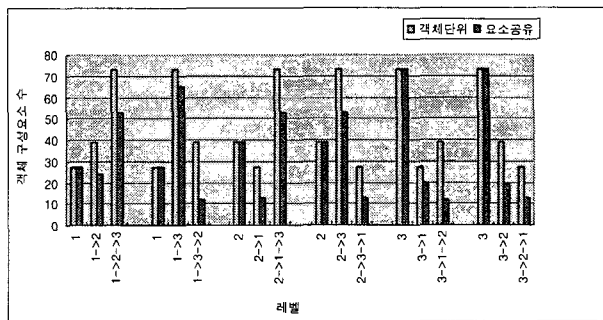
4. 성능평가

앞서 살펴본 두 가지 세밀도 모델의 성능을 비교하기 위하여, 클라이언트가 다음과 같이 Level을 달리하여, 서버에게 데이터를 요구할 때 데이터 전송 면에서 그 효율성을 측정한다. 이 때 측정할 데이터 전송량은 각 세밀도 모델 별 객체 구성요소의 수이다. 그림 3은 성능평가에서 사용된 3차원 공간 객체 데이터이다. 객체는 세 단계의 세밀도로 나누었으며, 각 세밀도 단계의 변화에 따라 객체 구성요소의 수를 표1에서 비교하여 나타내고 있다. 표1에서 보면 각 레벨의 처음단계에서 전송되는 객체 구성요소의 수는 같으나 단계를 넘어갈수록 전송되는 객체 구성요소의 수가 달라짐을 볼 수 있다. 즉, 객체단위 세밀도 모델은 기존의 단계와 상관없이, 단계가 변화하는 경우에 따라 필요한 데이터를 모두 전송하는데 반하여 요소공유 세밀도 모델은 필요한 데이터만 추

가 전송한다. 그리고 요소공유 세밀도 모델이 대략 24% 정도 객체단위 세밀도 모델에 비해 데이터 전송측면에서 효율적임을 볼 수 있다.



[그림 3] 3차원 공간 객체 실험 데이터



[표1] 세밀도 모델 별 전송되는 객체 구성요소의 수 비교

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 국제 표준 공간 데이터 모델을 기반으로 3차원 데이터를 위하여 객체단위 세밀도 모델과 요소공유 세밀도 모델을 제안하였고, 제안된 모델은 가시화 및 데이터 전송의 측면에서 효율성을 고려하였다. 특히, 요소공유 세밀도 모델은 데이터의 전송 양을 줄이고 데이터의 중복을 제거시킴으로써 객체단위 세밀도 모델보다 효율적인 방법론임을 보여주었다. 또한 두 세밀도 모델은 다른 시스템과의 상호 운용성을 제공하며 데이터 전송을 위한 기호화 작업의 용이성도 제공하고 있다. 따라서, 향후 연구에서는 우리가 제시한 모델의 활용을 증대시키기 위해서, 세밀도 모델을 포함하는 3차원 공간데이터를 GML(Geography Markup Language)을 이용하여 생성하도록 한다.

6. 참고문헌

- [1] Kolbe, T.H. and Groger, G., Towards unified 3D city models, Procs of ISPRS commission IV, 2003
- [2] COORS, V. and FLICK, S., Integrating levels of detail in a web based 3D GIS, ACM GIS'98, 1998
- [3] Qing Zhu et al, Unified representation of 3D city models, ISPRS, 2003
- [4] KONINGER, A. and BARTEL, S., 3D GIS for urban propose, Geoinformatics, 79-103, 1998
- [5] International Organization for Standardization (ISO), 2003, "Geographic information - Spatial schema"
- [6] David P. Luebke, Martin Reddy, Jonathan D. Cohen, Level of details for 3D graphics, 2002