

수치지도 갱신을 위한 3차원 일반화와 논리적 오류수정

3D Generalization and Logical Error Correction for Digital Map Update

이진형¹⁾ · 이동천²⁾ · 박기석³⁾ · 박청³⁾

Lee, Jin-Hyung · Lee, Dong-Cheon · Park, Ki-Suk · Park, Chung

¹⁾ 정회원 · 세종대학교 공과대학 지구정보공학과 석사과정 (E-mail: jhlee@sejong.ac.kr)

²⁾ 정회원 · 세종대학교 공과대학 지구정보공학과 교수 (E-mail: dclee@sju.ac.kr)

³⁾ 정회원 · 공간정보기술(주) 이사 (E-mail: kspark@git.co.kr)

⁴⁾ 공간정보기술(주) 연구원 (E-mail: mongun1@git.co.kr)

Abstract

Map update is required to provide up-to-date information. In update process, the most adequate generalization is to be applied to all scales of maps simultaneously. Most of existing maps are composed of 2D data and represented in 2D space. However, maps for next generation are to be generated with 3D spatial information including ortho-images and DEMs. Therefore, 3D generalization is necessary for 3D digital map update. This paper proposes methods for 3D generalization and correction for logical errors possibly accompanied with generalization.

1. 서론

수치지도는 공간상에 존재하는 실세계에 대한 지리정보를 제공하는 매개체이며, 향후 수치지도는 다양한 활용분야에서 사용할 수 있도록 3차원 지형공간정보, 정사영상, DEM 등 다양한 정보를 제공하여야 한다. 이를 위하여 수치지도는 객체를 기반으로 구성되어야 하며 공간 및 속성정보로부터 사용자가 필요로 하는 정보를 추출하여 웹을 통하여 유통할 수 있는 기술이 중요하다.

지도는 정보의 최신성을 유지하기 위하여 변화가 발생했을 경우 갱신이 필요하다. 대부분의 지형도는 여러 가지 축척을 가지고 있으므로 특정 축척의 지도를 갱신함으로써 모든 축척의 갱신이 동시에 수행되는 방법을 적용함으로써 갱신의 효율성을 향상시킬 수 있다. 이러한 갱신에 있어서 핵심기술은 일반화를 위한 데이터 처리과정이다.

기존의 일반화에 관한 연구는 2차원 지도를 위한 방법이었으나 본 연구에서는 3차원 수치지도를 효율적으로 모든 축척의 지도를 동시에 일반화하고 갱신할 수 있는 방법을 제안한다. 그러나 기존의 2차원 수치지도와 다르게 3차원 수치지도의 일반화는 2차원 수치지도의 일반화 과정보다 복잡한 과정을 거쳐야 하며 논리적 오류가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 3차원 수치지도의 일반화에 대한 연구와 일반화에 의해 발생할 수 있는 논리적 오류에 대한 수정 방안을 제시하고자 한다.

2. 수치지도

2.1 수치지도 갱신

국내에 널리 사용되고 있는 수치지도와 함께 수치지도의 편집 및 갱신의 필요성과 중요성이 증대되어 가고 있다. 수치지도를 편집 및 갱신하는 방법에는 사진측량, 지상측량, 인공위성의 활용 등 많은 방법이 이용되고 있으며, 모든 축척별 갱신을 위해서 작업 과정에 많은 시간이 소요되고, 같은 지역에 대해서 축척별로 갱신을 해야 하기 때문에 경제적, 시간적인 문제로 인하여 제한적인 요소들이 존재한다.

2.2 수치지도 일반화

수치지도 갱신의 효율성을 높이기 위하여 하나의 객체에 대하여 갱신을 할 경우, 수치지도의 모든 축척에 대하여 갱신을 해주어야 하며 이를 위해 수치지도 일반화가 필요하다. 일반화는 대축척 지도에서 표현하는 객체를 소축척 지도에서 표현할 경우 복잡한 모양의 객체를 단순한 모양으로 표현하는 것을 말하며 지도에 묘사된 지형지물의 시각적 인지효과를 향상시켜 사용자가 필요한 지리정보를 용이하게 획득하고 지도의 효용성을 높이는 것을 목적으로 한다. 수치지도의 일반화는 축척과 이용 목적에 따라 서로 다른 형태로서 진행될 수 있는데 이러한 각각의 과정을 여러 가지의 종류로 분류하여 다양한 상황에 적합한 알고리즘을 사용해야 한다. (박경열, 1999)

3. 3차원 수치지도 일반화

3.1 3차원 수치지도 선형객체 일반화

3차원 수치지도의 일반화 중 선형객체에 대한 일반화는 Douglas-Peucker 알고리즘에 의해 수행될 수 있다. Douglas-Peucker 알고리즘은 선형객체를 구성하고 있는 전체 점들을 단순화하는 방법으로써 단순화 정도를 결정하는 임계거리를 설정하여 필요 없는 점들을 제거하는 방법이다. 선형객체의 시점과 종점을 연결한 후 그 사이에 존재하는 점들로부터 시점과 종점의 연결선까지 수선을 연결하여 그 길이를 측정하고 가장 긴 거리의 점을 구한다. 그리고 그 수선의 길이가 임계거리보다 짧으면 그 점을 제거하고 임계거리보다 길면 그 점을 다시 새로운 시작점으로 설정하여 같은 과정을 반복한다. 결과적으로 그림 1과 같이 선형객체를 단순화할 수 있고 Model key points를 결정할 수 있다. (황철수, 199)

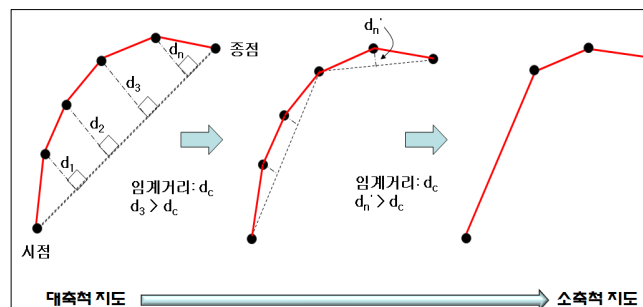


그림 1. Douglas-Peucker를 이용한 2차원 일반화

3차원 수치지도의 선형객체의 경우 Douglas-Peucker 알고리즘을 적용하기 위해서는 2차원 선형객체와 다른 방법이 필요하다. 3차원상에서 Douglas-Peucker 알고리즘을 적용할 경우 시점과 종점을 연결하는 하나의 선으로부터 평면 값과 높이 값을 동시에 고려하여 가까운 점을 제거하기 때문에 평면상의 거리가 짧고 높이상의 거리가 길거나 평면상의 거리가 길고 높이 상의 거리가 짧을 경우 중요도가 높은 점이라도 상대적으로 짧은 거리로 인하여 제거될 수가 있다. 이와 같은 오류 때문에 3차원 일반화를 실행할 경우 그림 2와 같이 평면과 높이에 대하여 각각 Douglas-Peucker 알고리즘을 적용해야 하며 평면과 높이에서 모두 제거되는 점만을 제거해야 한다. 평면과 높이를 동시에 적용한 결과는 독립적으로 적용한 결과와 다르며 더욱 일관적이고 정확한 결과를 도출할 수 있다.

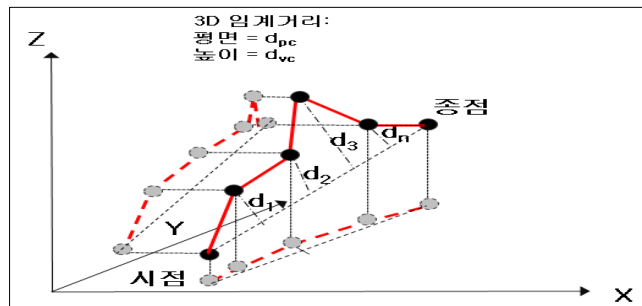


그림 2. 3차원 선형객체 일반화

3.2 3차원 수치지도 건물객체 일반화

3차원 수치지도에서 건물객체는 많은 비중을 차지하고 있으며 선형객체와 달리 2차원과 3차원의 객체 형상에 많은 차이가 있다. 건물객체는 2차원수치지도에서 면 객체로 구성되는 반면에 3차원 수치지도에서 부피를 가진 형태이다. 따라서 일반화 방법도 객체 형태와 묘사 수준을 고려하여 여러 가지 방법으로 수행하여야 한다. (그림 3 참조) (이동천, 2008; Liqui, 2007)

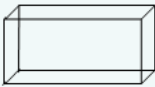

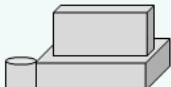
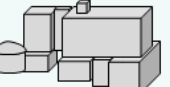

건물객체 모델					
LoD	0 (Wireframe)	1 (Solid box)	2 (Solid detail 1)	3 (Solid detail 2)	4 (Textured)
기하적 세밀도	아주 낮음	낮음	중간	높음	아주 높음
시각적 묘사수준	아주 낮음	낮음	중간	높음	아주 높음
데이터 용량	작음	←————→			큼
계산량	적음	←————→			많음
디스플레이 속도	빠름	←————→			느림

그림 3. LoD에 따른 건물 묘사

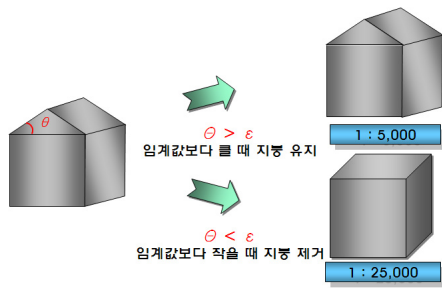


그림 4. 다양한 지붕 형태

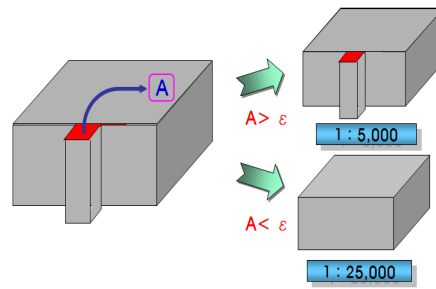


그림 5. 복잡한 구조의 건물

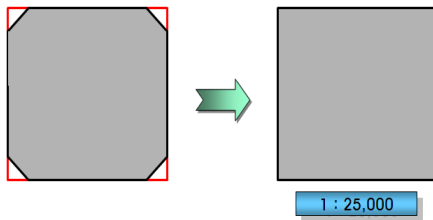


그림 6. 다각형 건물

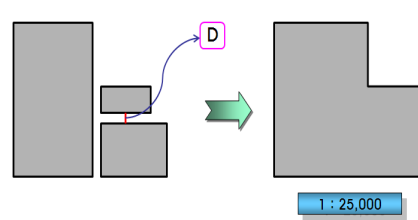


그림 7. 복합 건물

if {경사각 θ < 임계값 ϵ } (1)
then remove a roof

if {구조물 면적 A / 건물 지붕 면적(%) < 임계값 ϵ } (2)
then remove structures

if {사각 지붕 여백 면적/사각 지붕 면적(%) < 임계값 ϵ } (3)
then make up for blank spaces

if {건물 간 거리 D < 임계값 ϵ } (4)
then combine buildings

다양한 지붕 형태의 건물객체는 평면이 아닌 LoD 2(그림 3 참조)에 해당하며 일반화하는 과정에서 지붕을 평면 형태로 묘사하고 LoD 1로 표현할 수 있다. 이를 위하여 지붕의 구조에 따라 일반화를 다르게 적용하여야 하며 지붕면의 형태가 그림 4와 같이 경사가 있는 경우에는 식(1)과 같이 수평면과의 경사각을 측정하여 임계값보다 클 경우 대축척 지도에서 표현하고 임계값보다 작을 경우 소축척지도에서 지붕 형태를 제거한다.

그림 5와 같은 복잡한 구조의 건물은 박스 형태를 기본적으로 설정한 후 지붕의 면적을 측정하고 박스 외 구조물의 지붕을 측정하여 식(2)와 같이 구조물 면적의 비율이 임계값 이상일 경우 대축척 지도에서 박스 외 구조물을 유지하며 임계값 이하일 경우 소축척 지도에서 구조물을 제거한다.

그림 6과 같이 다각형 형태의 지붕을 가진 건물의 경우 지붕면을 기준으로 하여 사각형의 각 선분을 연장한 선의 교차점을 꼭지점으로 하여 사각형의 지붕면을 생성한다. 또한 식(3)과 같이 사각 지붕면에 채워지지 않는 부분의 면적을 측정하여 비율이 임계값 이상일 경우 대축척 지도에서 지붕 형태를 유지하고 임계값 이하일 경우 소축척 지도에서 사각형의 형태로 일반화 한다.

여러 개의 건물이 밀집한 복합 건물과 같은 경우 건물과 건물 사이의 거리를 고려하여 일반화 할 수 있다. 그림 7과 같이 여러 개의 건물이 복합적으로 모여 있는 경우 식(4)에서 보는 바와 같이 건물 사이의 거리가 임계값 이하일 경우 건물을 통합하여 하나의 건물객체로 표현할 수 있으며 결과적으로 소축척 지도에서 하나의 복합 건물 단지로 표현된다.

3.3 논리적 오류 수정

3차원 일반화를 이용하여 갱신을 하면 도로와 건물에 대해서 논리적인 오류가 발생할 수 있다. Douglas-Peucker 알고리즘을 이용하여 3차원 수치지도 도로객체를 일반화하면 도로 양쪽 경계선이 각각 따로 처리되기 때문에 그림 8 (A)와 같이 일반화가 적용된 후 서로 다른 형태로 변환되며 도로 폭이 좁아지거나 넓어지는 오류가 발생한다. 또한 그림 8 (B)와 같이 Douglas-Peucker에 의해 선형객체의 중간점들이 제거되고 남아있는 점을 연결하여 일반화를 실시할 경우 도로 경계선이 주변 지역의 건물객체와 중복되어 논리적인 오류가 발생할 수 있다. 극단적인 경우에는 그림 8 (C)와 같이 도로의 경계선이 교차되는 오류가 발생할 수 있다.

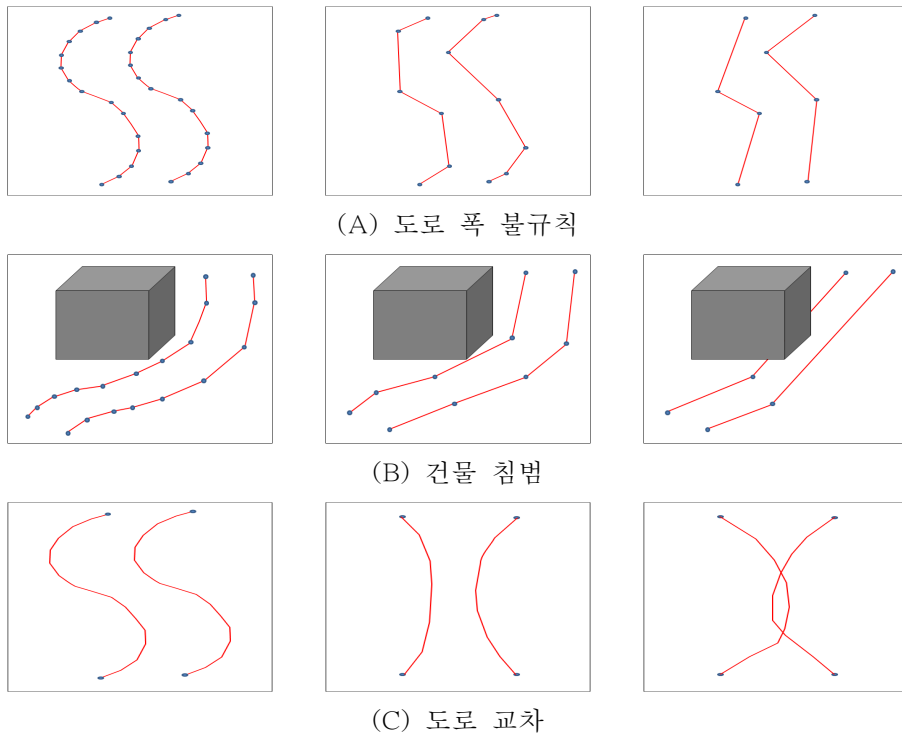


그림 8. 도로 일반화에 따른 논리적 오류

이러한 논리적인 오류 중 도로객체는 일반화 실행 전 도로경계선 사이의 도로 폭을 측정하고 일반화 이후 불규칙한 도로 폭을 기 측정된 도로 폭에 맞추어 재조정하는 방법을 제안할 수 있다. 또한 건물객체와 도로객체가 중복될 경우 일반화 실행 전 건물객체를 미리 참조하여 중복이 발생하지 않도록 하거나 일반화 실행 후 건물객체와 도로객체가 중복되는 경우 제거된 도로의 중간점을 복구하여 중복이 일어나지 않도록 하여야 한다.

4. 결론

최근 증가하는 공간정보의 수요와 함께 3차원 수치지도의 필요성이 대두되고 있으며 또한 변화하는 수치지도의 편집 및 갱신을 위하여 3차원 일반화의 방안을 연구하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 3차원 수치지도의 도로객체와 건물객체에 대하여 일반화 방법을 제안하여 도로객체의 경우 Douglas-Peucker 알고리즘을 이용하여 중간점들을 제거함으로써 단순화하여 도로를 표현하였고, 건물객체의 경우 지붕형태, 건물형태, 건물구조, 복합건물 등 다양한 형태에 대한 일반화 방안을 고려하였다.
- 일반화를 이용하여 갱신할 경우 논리적 오류가 발생할 수 있으므로 관련 레이어(예: 건물과 도로 레이어 등)를 참조하여 논리적 오류를 수정하여야 한다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신사업과제의 연구비 지원(07국토정보C02)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 신동빈 (2003), 국가지리정보 유통체계 활성화 방안 연구, 국토연구원, pp.7-24.
- 우창현 외(2002), 객체기반 공간정보 관리시스템 시범구축에 관한 연구, 건설교통부, pp.65-79.
- 이동천 (2007), 2차원에서 3차원에서의 지도학적 차원의 변화모색 연구보고서, 건설교통부, pp.53-60.
- 이동천 (2008), 차세대 수치지도 관리를 위한 사용자 요구 현황 분석, 건설교통부
- 이재기 외 (2000), 수치지도 일반화시스템 개발, 한국지형공간정보학회지, 제 8권 제 2호, 한국지형공간정보학회, pp.35-46.
- 박경열 외 (1999), 대축척 수치지도의 소축척 변환 연구, 국립지리원, pp. 60-65.
- 황철수 (1999), Douglas-Peucker 단순화 알고리즘 개선에 관한 연구, 한국측지학회지, 제 17권 제 2호, 한국측량학회, pp.117-128.
- Nicaolas, R. and Robert B. M. (2007), A synoptic view of generalisation operators, *Elsevier*, pp.35-66.
- Liqui, M. and Andrea F. (2007), 3D building generalisation, *Elsevier*, pp.211-231.
- Frauke, H. and Karl-Heinrich A. (2007), Characterising space via pattern recognition techniques: identifying patterns in road networks, *Elsevier*, pp.233-253