

# 삼각면으로 정의된 3차원 건물 모델의 단순화

## Simplification of 3D building models for defined by triangles

오소정\*, 이임평\*\*, 김태현\*\*\*

Sojung Oh, Impyeong Lee, Taehyun Kim

서울시립대학교 공간정보공학과 박사과정\*, 조교수\*\*, 학부과정\*\*\*

### 요지

3차원 가시화는 3차원 공간정보를 효율적으로 제공하기 위하여 중요하다. 그러나 기존의 3차원 가시화 소프트웨어는 복잡한 다면체 모델들을 삼각면으로 분할하여 저장하여 불필요한 기하정보들을 포함한다. 따라서 본 연구는 불필요한 기하정보가 제거된 건물 모델을 생성하기 위하여 동일한 삼각면들을 병합하여 다각면으로 정의하는 기하학적 단순화를 수행한다. 이를 위하여, 3차원 모델에 포함된 기하학적 오류와 위상학적 오류들이 제거된 삼각면의 속성을 정의한다. 그리고 이웃면 정보를 생성하여 동일면을 병합하고 병합된 면의 경계점들을 정리함으로써 단순화를 수행한다. 제안된 방법의 수행 결과, 삼각면으로 정의된 복잡한 다면체 모델은 다각면으로 정의된 보다 단순한 다면체 모델로 단순화될 수 있었고 동일한 기하학적 정보를 포함하고 있으나 데이터의 크기가 매우 작아 신속하게 가시화를 수행할 수 있었다. 따라서 제안한 방법론은 3차원 건물모델의 가시화 시간을 크게 줄일 것이다.

### 1. 서론

기존의 3차원 가시화 모델은 항공사진 및 지상사진을 이용하여 사용자가 수동으로 생성하였다. 그러나 이러한 모델의 가시화에는 불필요한 기하정보를 포함하므로 처리에 많은 시간이 소요되고, 위상학적 오류 발생 가능성이 높다는 문제점이 있다(권기달 외, 2003).

따라서 본 연구에서는 위상학적 오류를 제거하고, 불필요한 기하정보를 포함하지 않아 가시화 속도가 개선된 모델을 생성하고자 한다.

### 2. 데이터 소개

본 연구에서 사용한 3차원 건물 모델은 이임평 등(2006)이 제작한 청계천 주변의

3차원 건물 모델을 점ID, 면ID, 건물ID, 점의 좌표(X, Y, Z)으로 표현하는 B-rep 방식으로 변환한 것이다.

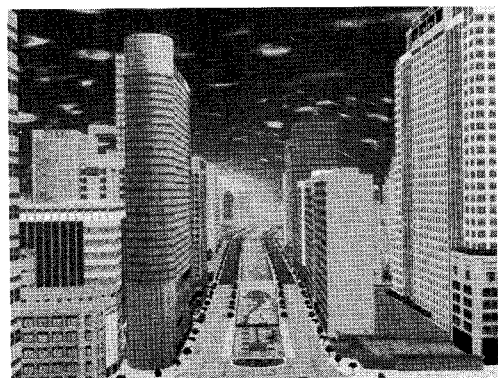


그림 1. Textured 3D Building Model

본 연구에서 사용한 3차원 건물 모델은 Max 8.0 파일로 제작한 <그림 2>과 같은 직각구조의 건물 중 단일평면지붕을 갖는 건물 모델이다.

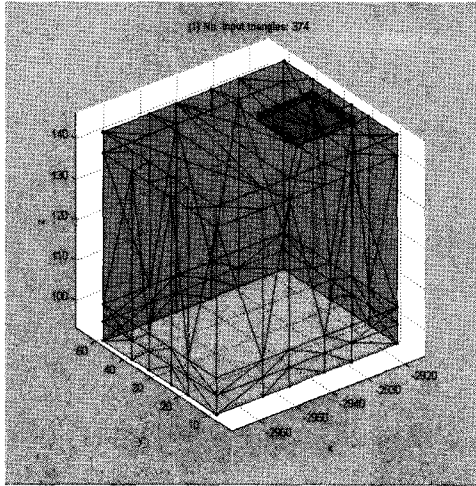


그림 2. 삼각면으로 구성된 건물 모델

<그림 2>의 건물 모델은 모델링 단계에서 생성된 위상학적 오류가 포함되어 있었고 삼각면으로 분할하여 저장되어 가시화하는 데 많은 시간을 요구한다. 따라서 본 연구에서는 먼저 모델에 포함된 위상학적 오류들을 제거하고 삼각면으로 정의된 다면체 모델을 동일한 삼각면들의 병합을 통하여 다각면으로 정의되는 다면체 모델을 생성한다.

### 3. 방법론

#### 가. 기하학적 오류 제거

점의 오류, 면의 오류, 선과 그 선을 정의하지 않는 점의 오류의 3가지 기하학적 오류들을 제거하였다.

첫째, 점의 오류는 중복점 및 근사점의 경우로 나누어 오류를 제거하였다. 두 점의 거리가 0.01m보다 작으면 중복점의 경우로 분류하여 한 점을 제거하였고 두 점

의 거리가 0.05m보다 작으면 근사점으로 분류하여 두 점의 평균좌표값으로 새로운 점을 정의하였다.

둘째, 면의 오류는 중복면의 경우와 선형면의 경우로 나누어 제거하였다. 삼각면을 구성하는 3개의 경계점이 동일한 경우 중복면으로 간주하여 한 면을 제거하였고 삼각면을 구성하는 한 경계선과 그 경계선을 정의하지 않는 경계점 사이의 거리가 0.05m보다 작은 경우 선형면으로 간주하여 그 면을 제거하였다.

마지막으로 어떤 면의 한 경계선과 그 경계선을 정의하지 않는 다른 한 면의 경계점 사이의 거리가 0.05m보다 작은 경우 선과 점의 교차 오류로 분류하였다. 이 경우, 선을 분할하여 오류를 제거하였다.

#### 나. 이웃면 정보 생성 및 동일면 병합

먼저, 위상학적 오류들을 제거한 삼각면들의 이웃하는 면 정보를 생성한다. 임의의 두면의 공유하는 경계선이 하나이상인 경우 이웃하는 면으로 정의하였고 이웃하는 면들이 이루는 각을 구하였다.

다음으로 이웃하는 면들 중 두 면의 이루는 각이 5°이하이면 동일면으로 간주하여 병합하였다. 면의 병합은 두 면의 경계점들의 방향인 동일한 경우와 그렇지 않은 경우가 존재하였다. 동일하지 않은 경우, 한 면의 경계점 방향을 역방향으로 재정렬하였다. 병합을 수행하기 위해서, 두 면의 교차점을 찾고, 이웃면의 첫 번째 교차점의 다음 경계점점부터 마지막 교차점까지 추가한 후, 기준면의 마지막 교차점의 다음 경계점부터 첫 번째 교차점까지 추가하였다.

#### 다. 경계점 정리

동일면 병합의 수행 후, 3차원 건물 모델은 다각면으로 정의된다. 그러나 병합된

면은 불필요한 경계점들을 포함하므로 이들을 제거하여 면의 경계점들을 재정의해야 한다.

불필요한 경계점은 두 가지 조건으로 분류한다. 한 건물 모델에서 단지 두 개의 경계선들을 정의하는 경계점의 경우와 두 개의 경계선을 구성하는 공통 경계점과 그 외의 경계점들로 정의되는 벡터와의 거리가 0.05m이하인 경우이다. 본 연구에서는 불필요한 경계점으로 분류하여 그 경계점들을 제거하여 다각면으로 정의된 3차원 건물모델을 생성하였다.

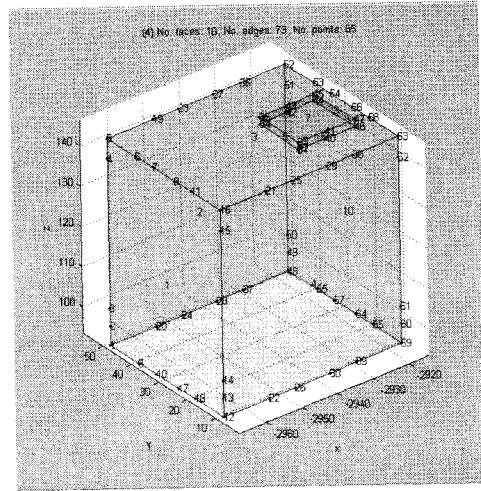


그림 4. 동일면 병합 후

#### 4. 실험결과

##### 가. 기하학적 오류 제거

본 연구에서 정의한 점의 오류, 면의 오류, 점과 선의 교차 오류에 대하여 제거한 결과 <그림 2>와 같다.

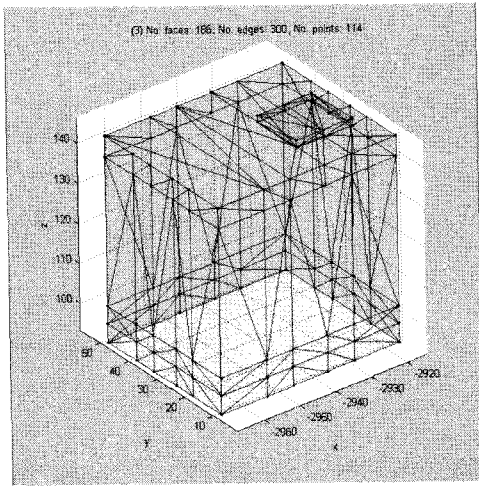


그림 3. 위상학적 오류 제거 후

나. 이웃면정보 생성 및 동일면 병합  
위상학적 오류들이 제거된 모델의 삼각면들의 이웃면정보를 생성하여 동일면의 경우 병합한 결과는 <그림 3>과 같다.

##### 다. 경계점 정리

동일면 병합 후, 필요 없는 경계점들이 <그림 3>과 같이 존재하므로 불필요한 경계점들을 제거한다. 제거한 결과는 <그림 4>와 같다.

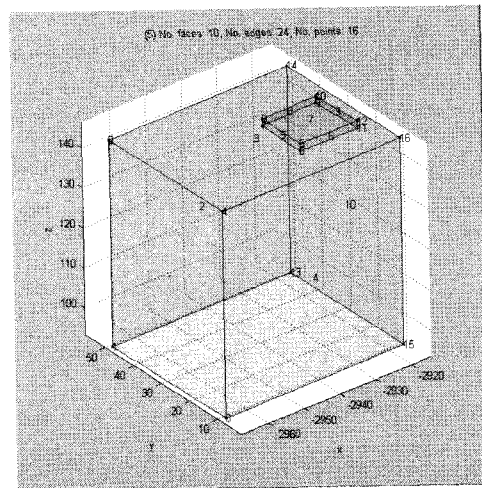


그림 5. 경계점 정리 후

##### 라. 결과분석

<표 1>은 위상학적 보정, 표현의 단순화, 기하학적 단순화의 수행 시간을 정리한 표이다.

표 1. 단계별 수행 시간

	시간(초)
위상학적 보정	2.140
표현의 단순화	0.719
기하학적 단순화	0.156
합계	3.015

<표 2>는 위상학적 오류 제거, 데이터 줄이기, 기하학적 단순화 후, 생성된 건물 모델의 가시화 수행 시간을 정리하여 분석하였다.

표 2. 단계별 가시화 시간

	시간(초)
입력 데이터	0.219
위상학적 보정	0.343
표현의 단순화	0.047
기하학적 단순화	0.032
합계	잘못된 계산식

### 5. 결론

본 연구에서는 삼각면으로 정의된 건물 모델을 위상학적 오류들을 제거한 후, 동일한 면들을 병합하고 불필요한 경계점들을 제거하여 다각면으로 정의된 건물 모델로 단순화하였다.

수행 결과, 건물의 외형적인 변형이 없이 점, 선, 면의 개수를 50%이상 줄임으로써 보다 효율적인 가시화를 수행할 수 있었다. 가시화 수행 시간은 0.219초에서 0.047초로 줄일 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 서울시 산학연 협력 사업인 “스마트(유비쿼터스)시티를위한 지능형 도시정보컨버전스 시스템개발”과제의 지원으로 가능하였습니다. 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

권기달, 최종화, 신동규, 신동일, 2003, 모바일 3D 엔진 기술 동향 분석 및 제언, 한국정보과학회 춘계 학술대회, pp.700-702.

이임평, 최윤수, 권문성, 최경아, 2006, 청계천의 3차원모델 및 가상현실컨텐츠 제작, 한국측량학회 춘계학술대회 논문집, pp.501-506.

이동천, 유근홍, 손은정, 김호성, 문용현, 2006, “도화원도 데이터를 이용한 3차원 수치지도 생성과 편집시스템 개발”, 06춘계학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp.359~369.

김성준, 이임평, 민성홍, 이동천, 박진호, “도화원도를 이용한 3차원 건물모델의 자동생성”, 한국지형공간학회지, 제15권, 제2호, 2007년, 6월, pp.3~14.

국토지리정보원, 2007. “2차원에서 3차원으로의 지도학적 차원의 변화모색 연구E보고서”, 건설교통부