

ALS의 스캔라인 특성을 이용한 효율적인 포인트 클라우드의 분리

한수희*, 유기윤**

* 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 박사과정 (scivile2@snu.ac.kr)

** 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 조교수 (kiyun@snu.ac.kr)

요지

본 연구에서는 ALS의 스캔라인 특성을 이용하여 포인트 클라우드를 효율적으로 분리하는 기법을 제시하였다. 이전 연구에서 제시하였던 방식에서 포인트 분류를 위한 쿼리 영역의 제한 기능을 강화시키고 효율적인 메모리 관리를 위하여 쿼리에 사용되지 않는 포인트를 영구 저장하여 메모리로부터 해제하는 기능을 추가하였다. 결과적으로 대용량의 포인트 데이터를 처리하는 동안 속도 저하 현상이 발생하지 않았으며 높은 정확도로 건물 포인트를 분리할 수 있었다.

서론

광역 공간에 대한 3차원 공간 모델링 기술은 입체지도 제작, 도시계획, 자동차 네비게이션, 관광 홍보 등 여러 분야의 중요한 원천 기술이 되었다. 이를 위하여 항공 레이저 스캐너(ALS)로부터 취득한 포인트 클라우드로부터 개개의 건물과 지면을 분리하기 위해 많은 연구가 수행되었다. 포인트 클라우드는 불규칙하게 분포한 방대한 양의 포인트 집합으로서 특정 위치의 포인트를 검색하고 이웃 포인트와의 관계를 효율적으로 분석할 수 있는 기술이 확보되어야 실질적으로 광역 공간의 데이터를 처리할 수 있다. 이를 위하여 포인트 클라우드를 래스터 이미지로 보간, 변환하여 사용하는 경우(김형태, 2003) 원 데이터의 정확도 저하를 가져올 수 있으며 가상 격자(좌윤석, 2002)나 DBMS와 같은 특별한 자료 구조를 사용하는 경우 많은 양의 전산 자원을 필요로 하거나 처리 속도의 저하를 초래할 수 있다. 본 논문에서는 이전 연구에서 제시한 스캔

라인의 특성을 활용한 포인트 분리방식(한수희, 2005)의 향상된 기능을 소개하였다. 즉, 포인트 클라우드를 보다 효율적으로 분리하기 위하여 포인트 분류를 위한 쿼리 영역의 제한 기능을 강화시켰으며 효율적인 메모리 관리를 위하여 쿼리에 사용되지 않는 포인트를 영구 저장하여 메모리로부터 해제하는 기능을 추가하였다.

본론

1. 이전 연구에서 제시한 알고리즘

이전 연구에서 제시한 포인트 분리 알고리즘은 ALS의 스캔라인 특성을 활용하여 유사한 고도값을 갖는 인접한 포인트들을 그룹화하는 방식으로서, 스캔라인을 따라 입력되는 포인트를 각 그룹의 멤버 포인트들과의 고도 차이 및 거리를 계산하여 그 값이 주어진 임계치 이하일 경우 해당 그룹으로 분류하는 방식이다.

이전 연구(한수희, 2005)에서는 스캔라인의 특성을 이용하여 각 그룹 멤버 포인트에 대한 쿼리 영역을 제한함으로써 분류 효율성을 증가시키는 방안을 제시하였다. 즉, 각 그룹을 쿼리 그룹과 저장 그룹으로 나누어 신규 포인트와 가까운 스캔라인에 속한 멤버 포인트는 쿼리 그룹에 저장하여 분류를 위한 쿼리에 사용하며, 나머지는 저장 그룹으로 이동하여 분류에 사용되지 않도록 하는 방식을 취하였다. 또한 동일 그룹의 오분리를 감지하고 통합하는 기능도 구현하였다(그림 1). 결과적으로 포인트 클라우드는 개개의 건물과 기타 구조물, 지면 포인트 등으로 분리되었다.

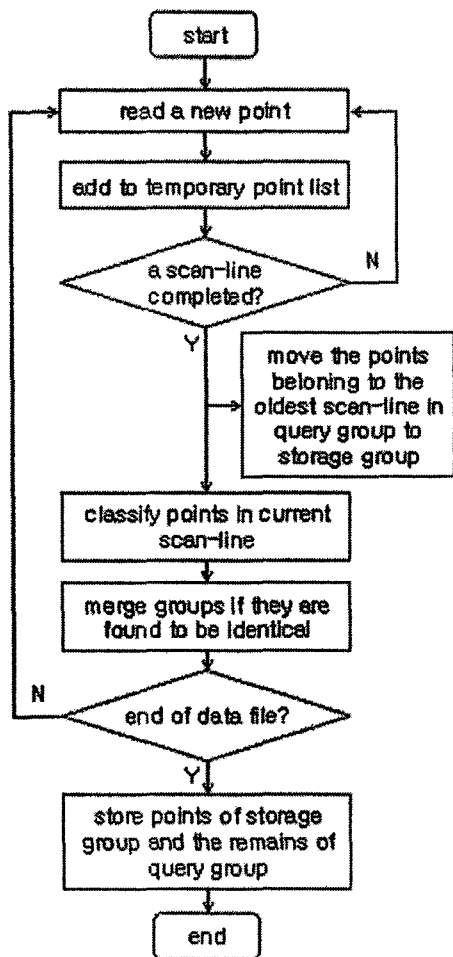


그림 1 이전 연구에서 제시한 포인트 분류 알고리즘

2. 효율성 향상을 위한 방안

기존 알고리즘에서는 신규 포인트의 분류를 위하여 모든 그룹을 대상으로 쿼리를 수행하였다. 따라서 분류가 진행됨에 따라 그룹의 수가 증가하여 쿼리 횟수가 증가되므로 분류 속도가 저하되었다. 또한 각 그룹의 저장 포인트 수가 증가하여 메모리의 점유율이 지속적으로 증가하였다. 이와 같은 단점을 극복하기 위하여 다음과 같은 방식으로 쿼리 대상 그룹의 범위를 제한하고 스캔라인의 특성을 이용하여 각 그룹의 저장 포인트 수를 조절하였다.

① 각 포인트 그룹의 쿼리 그룹에 대한 extent를 산출하고 t_{dist} 만큼 버퍼 영역을 설정한다. 신규 포인트가 버퍼 영역 안에 존재하는 그룹에 대해서만 쿼리를 수행한다.

② 쿼리 그룹의 모든 포인트가 저장 그룹으로 이동된 그룹의 멤버 포인트는 저장 장치(하드디스크)에 기록하고 해당 그룹의 정보를 메모리로부터 해제함으로써 메모리 사용량을 조절하고 빈 그룹에 대한 쿼리 시도를 방지한다.

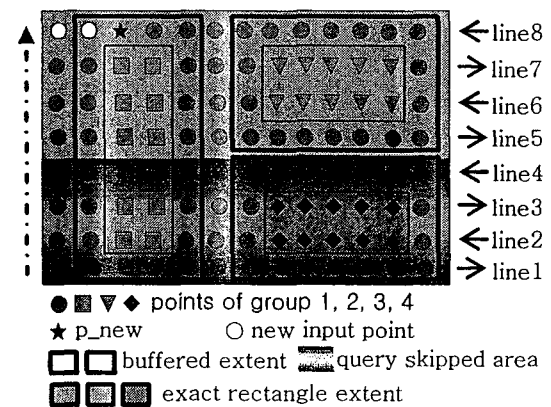


그림 2 쿼리 대상 영역의 제한

즉 (그림 2)에서와 같이, 신규 포인트 p_{new} 는 그룹 1과 그룹 2의 버퍼영역 안에 존재하므로 그룹 1과 그룹 2에 대해서만 쿼리

를 수행하며 그룹 3과 그룹 4에 대해서는 쿼리를 수행하지 않는다. 각 포인트 그룹의 extent는 새로운 포인트가 해당 그룹으로 분류될 경우에 갱신하며, 정확한 extent를 구하기 위해서는 추가적인 연산이 요구되므로 단순히 좌상단 및 우하단 좌표를 구하여 직사각형 형태로 산출한다.

또한 이전 연구와 마찬가지로 각 그룹의 멤버 포인트에 대한 쿼리 범위를 제한한다. 즉, p_{new} 가 속한 스캔라인(line8)의 신규 포인트들이 일정 수(여기서는 3) 이상 떨어진 스캔라인(line1~line4)의 멤버 포인트와 인접할 가능성이 희박하므로 각 그룹별로 line1~ line4에 속한 멤버 포인트들은 저장 그룹으로 이동하여 쿼리가 수행되지 않도록 한다.

이에 더하여, 그룹 4의 경우 더 이상 쿼리에 사용될 멤버 포인트가 존재하지 않으므로 그룹 4의 저장 포인트를 영구 기록(하드 디스크 등에 저장)하고 그룹의 정보를 쿼리 대상 리스트에서 제거한다. 따라서 메모리 사용량을 조절하고 신규 포인트가 분류될 가능성이 없는 그룹에 대한 쿼리 시도를 방지한다.

결과적으로 많은 수의 포인트에 대하여 처리를 수행하더라도 점차 속도가 떨어지는 현상을 방지할 수 있다.

적용

본 연구에서 제안한 알고리즘의 성능을 테스트하기 위하여 스캔라인의 특성이 존재하는 단일 스트립을 추출하여 사용하였다. 데이터셋의 크기에 따라 소요된 처리 시간을 측정하였으며, 시각적으로 분리 정확도를 평가하였다. 사용된 자료의 제원과 실험 설정 값은 (표 1)과 같다. 처리 시간 측정을 위해 사용된 시스템의 CPU는 AMD Athlon XP 2800+ 이다.

ALS 시스템	
모델명	ALTM 3070
제작사	Optech Inc.
총 포인트 수	3,066,991개
점밀도	약 1.5point/m'
with integrated 4k by 4k color digital camera	

실험 설정 값	
t_{dist} (최대 거리)	2m
t_{height} (최대 높이차)	1m
t_{sl} (스캔라인 버퍼)	3lines

표 1 자료의 제원과 실험 설정 값

처리할 포인트 수의 증가에 따라 처리시간이 거의 일정한 선형으로 늘어남을 확인할 수 있다(그림 3). 따라서 포인트 분리가 진행됨에 따라 분리 속도가 떨어지지 않는다는 것을 증명할 수 있다. 약 300만개의 포인트 좌표를 파일로부터 읽어 들이면서 분리를 수행한 후 다시 포인트 좌표와 분류된 그룹의 ID를 텍스트 형식으로 파일에 기록하였다. 약 2분 30정도가 소요되어 비교적 빠른 처리 속도를 보임을 알 수 있다.

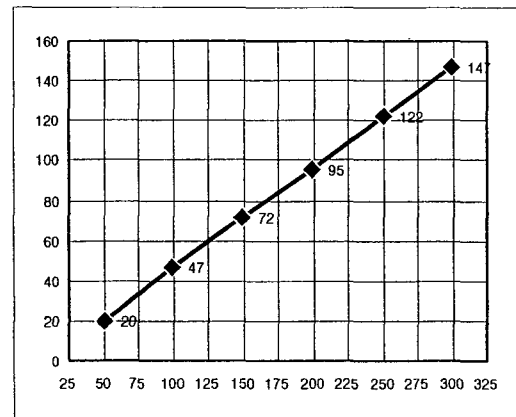


그림 3 그림 3 포인트 수와 처리시간 관계
x축:포인트수($\times 10,000$ 개), y:처리시간(초)

분리 정확도는 저 고도의 일반 주택, 고층 아파트, 중·고층 빌딩의 샘플에 대하여 평가하였으며 총 샘플 수 대비 정확히 분리된 개체 수의 비율로 나타내었다(표 2). 여기서 정확히 분리된 건물이란, 주위의 건물이

나 기타 구조물, 지면 등과 서로 다른 그룹으로 분리되며 실제로 해당 건물을 구성하는 포인트들이 대부분 추출된 경우를 말한다.

그러나 높이가 다른 여러 개의 부분으로 구성된 복잡한 형태의 건물의 경우 각각의 부분이 서로 다른 그룹으로 분리된다. 이러한 경우 그룹들이 합하여 해당 건물의 형태를 온전히 이루면 정확히 분리된 것으로 간주하였다. 이와 같이 동일한 건물에 속하나 분리된 여러 그룹간의 관계 정립에 관한 문제는 차후의 연구에서 다루고자 한다.

건물의 종류	샘플수	분리된 개체수	정확도
일반 주택	311	286	92%
고층 아파트	58	58	100%
중·고층빌딩	88	88	100%

표 2 건물 종류에 따른 분리 정확도

일반 주택의 경우 중·고층 건물들에 비하여 비교적 낮은 정확도를 보이는데, 이는 건물간의 간격이 극도로 좁은 건물들이 하나의 건물로 인식된 경우가 대부분이다(그림 4).

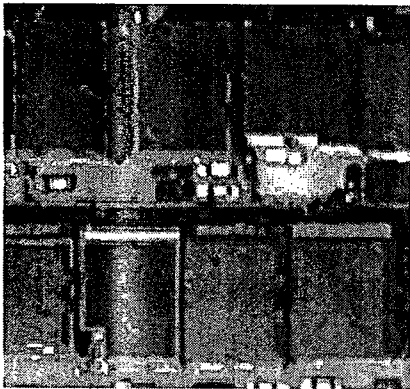


그림 4 건물간의 간격이 매우 좁은 경우의 예

결론

본 연구에서는 포인트 클라우드를 ALS의 스캔라인 특성을 이용하여 효율적으로 분리하는 기법을 제시하였다. 대부분 개개의 건물, 지면, 기타 구조물 등과 같이 분리되었으며 고층 건물에 대해서는 거의 완벽한 수준의 분리 정확도를 보였다. 또한 대용량의 자료를 처리하더라도 처리 속도가 저하되지 않음을 확인하여, 실제의 대용량 광역 데이터의 처리에도 적용 가능할 것으로 보인다. 아울러 여러 그룹으로 분리되는 복잡한 형태의 건물의 경우 해당 그룹들의 재결합에 관한 문제는 차후의 연구에서 해결하고자 하며, 이와 같은 현상이 건물의 형태를 보다 현실적으로 복원하는데 도움이 될 것으로 전망된다.

참고문헌

김형태, 2001, GIS 건물레이어 자동구축을 위한 LiDAR 데이터와 항공사진의 융합, 박사학위논문, 서울대학교

좌윤석, 2003, 항공 레이저 스캐닝 데이터를 이용한 건물 자동 추출에 관한 연구, 석사학위논문, 인하대학교

한수희, 이정호, 유기윤, 2005, 항공레이저 측량 자료의 스캔라인 특성을 활용한 건물 포인트 분리에 관한 연구, 한국지형공간정보학회논문집, 제 13권, 4호, pp. 33~38