

병렬처리와 가상격자를 이용한 대용량 항공 레이저 스캔 자료의 정규격자 수치표면모델 생성

Generating Raster DSM from Airborne Laser Scanned Data Using Parallel Processing and Virtual Grid

한수희¹⁾, 허준²⁾, 김성삼³⁾, 김성훈⁴⁾

Han, Soohye-Heo, Joon-Kim, Sungsam-Kim, Sunghoon

- 1) 연세대학교 사회환경시스템공학부 박사 후 과정(e-mail : scivile@yonsei.ac.kr)
- 2) 연세대학교 사회환경시스템공학부 조교수(e-mail : jheo@yonsei.ac.kr)
- 3) 연세대학교 사회환경시스템공학부 박사 후 과정(e-mail : samskim@yonsei.ac.kr)
- 4) 연세대학교 사회환경시스템공학부 석사과정(e-mail : kim-sunghoon@hanmail.net)

초 록

본 연구에서는 대용량의 항공 레이저 스캔 포인트 자료로부터 정규 격자 형태의 수치 표면 모델을 고속으로 생성하기 위하여 가상격자와 병렬처리를 기반으로 한 자료 처리 기법을 제안하였다. 수십~수백 평방 킬로미터 영역에 대하여 항공 레이저 스캔을 중복적으로 수행할 경우 포인트 수는 수억~수십억에 이르며 이를 일반적인 시스템에서 처리하는 데에는 한계가 존재한다. 이에 본 연구에서는 병렬처리를 위해 구성된 피씨 클러스터 상에서 자료를 분산시켜 가상격자를 이용하여 처리하는 방식을 제안하였다. 즉, 마스터 노드는 포인트 자료를 읽어 들여 포인트의 평면 좌표 값에 따라 슬라이브 노드로 전송하고 각 슬라이브 노드에서는 전송받은 포인트를 가상 격자에 저장한 후 보간(interpolation)을 수행한다. 보간 방식으로는 IDW(Inverse Distance Weightin)을 사용하였으며 제안한 방식의 효율성을 평가하기 위하여 사용된 슬라이브 노드 수에 대한 처리 시간을 측정하였다.

핵심어: 항공 레이저 스캔, 병렬처리, 수치표면모델

1. 서 론

DSM(Digital Surface Mode) 또는 수치표면모델은 여러 GIS 응용 분야에서 활용되고 있으며 수치지도, 항공/위성 영상, 항공 레이저 스캔 자료 등으로부터 제작할 수 있다. 그 중 항공 레이저 스캐너는 측정의 정확한 3차원 실세계 좌표를 직접적으로 취득할 수 있으며 고밀도의 스캔이 가능해짐에 따라 DSM 제작을 위한 중요한 수단으로 받아들

여지고 있다. 항공 레이저 스캔 자료는 포인트의 속성 정보로 구성되어 있으며, 그 양은 기계적 측량 밀도가 높아지고 중복적인 측량이 수행됨에 따라 엄청나게 증가하고 있다. 항공 레이저 스캔 자료에서 각 포인트는 3차원 좌표와 추가적인 반사강도로 구성되며 최대 4개의 다중 반사 정보를 포함할 수 있다. 일반적으로 포인트 한 개의 3차원 좌표(x, y, z)를 UTM과 같은 실세계 좌표로 저장하기 위하여 최소한 12byte가 필요하며

고밀도 중복 스캔을 수행한 경우 포인트 밀도는 5 points/m²에 이르므로 10km × 10km 정도의 영역에 대한 자료의 크기는 5GB를 넘어선다. 더욱이 정규격자와 달리 포인트의 분포가 불규칙적이므로 특정 위치의 자료를 검색하고 처리하기가 어려우며 이를 효율적으로 수행하기 위해서는 특별한 형태의 자료 처리 구조가 필요하다.

이에 본 연구에서는 대용량의 항공 레이저 스캔 자료를 빠르게 처리하기 위하여 병렬처리 기법을 도입하고 불규칙 분포의 포인트 검색 및 처리 효율성을 제고하기 위하여 가상격자(virtual grid)를 사용하였다. 아울러 제안한 방법의 성능을 평가하기 위하여 정규격자 수치표면모델을 생성하였으며 처리 시간 등을 측정하였다. 병렬처리를 위하여 마스터 노드와 6대의 슬레이브 노드로 구성된 피씨 클러스터를 사용하였으며 가상격자는 2차원 포인트 배열과 linked-list로 구성한다. 정규격자 생성을 위한 보간 방식으로는 IDW(Inverse Distance Weighting)을 사용하였다. 연구의 흐름은 그림 1과 같다.

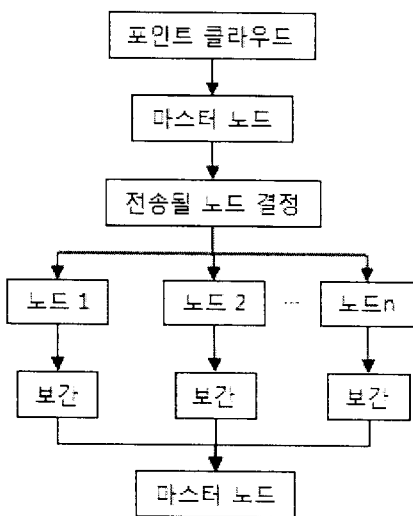


그림 1 연구의 흐름

2. 본 론

2.1 병렬처리와 피씨 클러스터

병렬처리(parallel processing)란 프로그램을 여러 개의 프로세서에 분산시켜 동시에 수행함으로써 처리 속도를 증가시키는 개념을 말한다. 병렬처리를 수행하기 위해서는 다수의 프로세서로 구성된 하드웨어와 MPI(Message Passing Interface)와 같이 각 프로세서에 명령을 내리고 프로세서간 자료 흐름을 제어할 체계가 필요하다. 피씨 클러스터(pc-cluster)는 퍼스널 컴퓨터나 워크스테이션(workstation)과 같이 독립적인 프로세서와 메모리를 갖는 시스템들을 네트워크로 연결하여 병렬처리를 수행할 수 있도록 구성된 시스템을 말한다. 피씨 클러스터는 일반적으로 하나의 마스터(master node) 노드와 다수의 슬레이브 노드(slave node)로 구성되며 마스터 노드는 프로그램과 데이터의 분배 및 인터페이스 기능을 맡고 슬레이브 노드는 실제 연산을 수행한다.

2.2 가상격자

가상격자(virtual grid)는 수도 그리드(pseudo grid)라고도 불리며 불규칙적으로 분포된 자료를 메모리상에 정규격자 형태로 저장시켜 검색 성능을 높인 자료 구조를 말한다. 구체적으로 2차원 좌표상에서 일정 구간에 존재하는 포인트들을 하나의 linked list에 저장시키고 각 linked list에 대한 포인터를 2차원 배열의 격자좌표에 1:1 대응시킴으로써, 특정 포인트의 검색과 신규 포인트의 저장을 빠르게 수행할 수 있다. 가상격자에 다양한 보간 기법이나 모폴로지컬 필터(morphological filter)를 적용함으로써 비정규격자 자료를 정규격자 형태로 변환하거나 공간 분석을 수행할 수 있다.

2.3 IDW

IDW(Inverse Distance Weighting)는 원

하는 위치의 속성 값을 인접한 자료로부터 도출해 내기 위한 보간 방식의 하나로서, 위하는 위치로부터 가까운 위치에 있는 자료의 속성 값이 많이 반영되고 멀어질수록 거리에 반비례하여 그 값이 적게 반영되게 한다. DSM 생성에 적용할 경우 최근린(nearest neighbor) 방식에 비하여 주변 지형에 영향을 받는 부드러운 형태의 결과물을 얻게 되며 통계학적 기법인 Kriging에 비해 빠른 속도로 처리가 가능하다. IDW에 사용되는 수식은 다음과 같다.

$$\text{value}(x) = \frac{\sum_{n=0}^N w(x_n) \times \text{value}(x_n)}{\sum_{n=0}^N w(x_n)}$$

$$w(x_n) = \frac{1}{d(x, x_n)^p}$$

여기서, value(x) : x위치에서의 속성 값, $w_n(x)$: x위치의 가중치, $d(x, x_n)$: 두 포인트간의 거리, p : 2 이상의 지수

2.4 적용 및 평가

사용한 자료는 약 400만 개의 포인트로 구성하였으며 있으며 피쳐 클러스터는 1개의 마스터 노드와 최대 6개의 슬레이브 노드로 구성하였다. 자세한 실험 설정 사항은 표 1과 같다.

대상 포인트 수	약 400만개
대상 영역 크기	약 3km by 1km
격자 크기	1m
IDW 검색 반경	10m
슬레이브 노드 수	1, 2, 4, 6
클러스터 구성	CPU : P4 1Ghz RAM : 1GB Network : 1Gbps

표 1 실험 설정

여기서, 슬레이브 노드의 수가 1인 경우는 병렬처리를 수행하지 않은 경우를 말한다. 실험 결과 그림 2에서 병렬처리를 통해 연

산 속도가 증가하며 슬레이브 노드의 수가 증가함에 따라 처리 시간도 거의 반비례하여 감소하는 것을 확인할 수 있다.

추가적으로 약 5400만 개의 포인트로 구성된 포인트 클라우드를 적용한 결과, 병렬 처리 방식을 사용하지 않고서는 시스템의 용량 한계상 보간을 수행할 수 없었으며 6개의 슬레이브 노드를 사용하였을 경우 약 400초의 시간이 소요되었다.

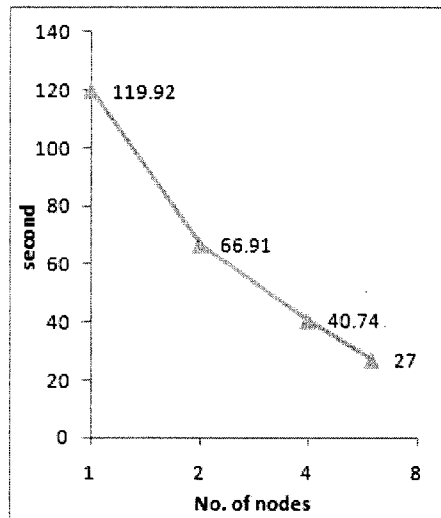


그림 2 노드 수 vs. 처리 시간

3. 결론

본 연구에서는 대용량의 항공 레이저 스캔 자료로부터 정규 격자 형태의 수치 표면 모델을 고속으로 생성하기 위하여 가상격자와 병렬처리를 기반으로 한 자료 처리 기법을 제안하였다. 결과적으로 병렬처리를 수행함으로써 항공 레이저 스캔 자료의 처리 속도를 증진시킬 수 있었으며 용량의 제한으로 하나의 시스템에서 처리할 수 없는 대용량의 자료 처리도 가능해짐을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업-지능형국토정보기술혁신 사업과제(측량 기술 활용건설도면작성 및 검증기술개발, 2007-8-1928)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

한수희, 스캔 라인 특성을 이용한 ALS 포인트 클라우드의 효율적인 분리, 공학박사 학위 논문, 서울대학교, 2008

한수희, 허준, 김성훈, 대용량 항공 레이저 측량 데이터의 병렬처리 기법, 한국측량학회 춘계학술대회 논문집, 2008

MPICH - A Portable Implementation of MPI,
<http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi/mpich1>

Pacheco, Peter S., Parallel programming with MPI, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1997

The Message Passing Interface,
<http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi/>