

레이저 데이터와 CCD영상의 합성을 통한 3차원 도로형상 생성기법

3D Road Shape Production Technique Using Composition of Laser Data and CCD Image

이수암*¹, 김태정¹, 정동훈², 성정곤²

Sooahm Rhee, Taejung Kim, Dong Hoon Jeong, Jung Gon Sung

¹인하대학교 지리정보공학과 (hsuuyen@inha.ac.kr, tejid@inha.ac.kr)

²한국건설기술연구원 도로연구부 (gisjeong@kict.re.kr , jusung@kict.re.kr)

도로의 정보를 취득하기 위하여 제작된 도로 안정성 조사 분석 차량(RoSSAV)은 도로의 3차원 정보를 취득하는 한 방법으로 레이저 스캐너를 사용한다. 레이저 스캐너로부터 취득된 도로의 3차원 정보는 많은 목적으로 활용할 수 있는 매우 유용한 정보이나, 도로의 3차원 정보를 사용자가 육안으로 확인할 수 있도록 영상으로 편집을 하게 되면, 현실감 있는 영상이 생성되기는 어렵다. 이를 보완하기 위하여 본 연구에서는 레이저 스캐너로부터 얻은 정보와는 별도로 CCD 카메라로 도로 전방 영상을 촬영하였고, 이 두 가지 데이터를 합성하여 현실감 있는 3차원 도로영상을 생성하는 기법을 연구 개발하였다.

레이저 영상과 CCD 영상의 합성은 레이저 데이터가 가지고 있는 3차원의 위치에 해당하는 CCD영상에서의 영상점을 찾아 이 점에서의 RGB 밴드의 밝기값을 찾아내어 이를 레이저 데이터에 기록, 적용시키는 것을 의미한다. 이 방법을 사용하기 위해서는 영상간의 관계모델을 수립할 필요가 있으며, 본 연구에서는 직접선형변환(DLT) 모델을 사용하였다. 이 모델을 이용하기 위해 레이저 데이터를 영상으로 편집하였고 이 영상과 CCD영상과 일치하는 지점을 육안으로 찾아 각 영상별로 DLT센서모델에 필요한 개수의 기준점을 제작하여 실행하였다. 실험 결과 영상은 기준점의 정확도에 따라 약간의 차이는 있으나 합성 전의 레이저 데이터 영상에 비해 실세계에 가까운 색깔을 나타냄이 확인되었다.

1. 서론

도로의 3차원 정보를 취득하는 유용한 수단으로 레이저 스캐너가 있다. 레이저 스캐너는 전방으로 레이저 펄스를 발사하고 반사된 레이저 신호를 수신함으로써 지표면에서의 거리를 측정할 수 있고 이를 GPS 수신기와 연계함으로써 도로의 3차원 좌표를 생성할 수 있다. 그러나 이렇게 하여 얻어진 정보를 사용자

가 육안으로 볼 수 있도록 영상으로 만들어서 처리하면 실세계와는 많은 차이가 있어, CCD 영상과 같이 현실감 있는 영상을 만드는 데에 무리가 있다. 그 이유는 레이저 스캐너에 기록된 자료로 제작된 영상은 물체의 반사도 특성에 따른 RGB 신호값이 아닌 지표면의 높이값만을 사용하여 만들어진 영상이기 때문이며, 레이저 신호의 강도(intensity)를 이용하여 영

상을 제작한다고 해도 강도와 실제 사물의 반사도 특성에는 차이가 있기 때문에 이를 이용하여 만드는 영상에서도 현실감을 느끼기에는 무리가 있다.(건설기술연구원, 2005)

그렇기 때문에 본 실험에서는 레이저 스캐너를 통해 3차원 정보를 얻은 지역을 CCD카메라를 이용하여 전방영상을 촬영하였고, 이렇게 얻어진 CCD영상과 레이저 데이터를 합성하여 육안으로 보기에 현실감 있는 3차원 도로 영상을 생성하는 기법을 연구 개발하였고, 그 결과를 보고하고자 한다.

2. 실험에 사용한 데이터

실험에 사용된 데이터를 얻기 위한 레이저 스캐너는 Leica사에서 제작한 HDS2500 스캐너이며 레이저 데이터의 구성은 그림 1과 같다. 취득된 데이터의 맨 첫줄은 기록된 점의 개수를 나타내며, 데이터의 한 라인 당 하나의 점의 데이터가 기록되어 있다. 데이터의 첫 번째, 두 번째, 세 번째 필드에는 각각 레이저 데이터의 3차원 좌표값이 기록되어 있고, 좌표는 TM 좌표를 기준으로 기록되었다. 네 번째 필드에는 레이저 세기의 강도가 기록되어 있으며 나머지 필드에는 레이저 스캐너와 동기화되어 촬영된 CCD영상에 기록되어 있는 R, G, B밴드의 밝기 값이 기록되어 있다. 그러나 이 CCD 영상은 해상도가 높지 않아, 이 값들만으로 현실감 있는 영상을 만들기에는 무리가 따르며 이러한 이유로 고화질의 CCD영상을 사용하여 합성해야 할 필요성이 생긴다. 실험에 사용한 CCD영상은 일반 디지털 카메라(후지 파인픽스 F700)를 사용하여 촬영한 도로의 전방 영상이다.

769735

233363.849709 407917.650009 113.273139 462 74 71 101

233300.790875 407847.858930 112.802885 -453 57 60 87

233300.820126 407847.852270 112.631092 -457 56 59 86

그림 1. 레이저 데이터 값의 구조(PTS파일)

3. 레이저 데이터와 CCD영상의 합성원리

이 연구에서 말하는 합성이란 레이저 데이터에 기록된 좌표 위치에 해당하는 CCD영상점을 찾고, 그 영상에서의 RGB밴드의 값을 레이저 데이터필드에 기록하는 것을 의미한다. 그림 2는 이러한 정의에 입각한 영상 합성의 과정을 도식화한 그림이다.

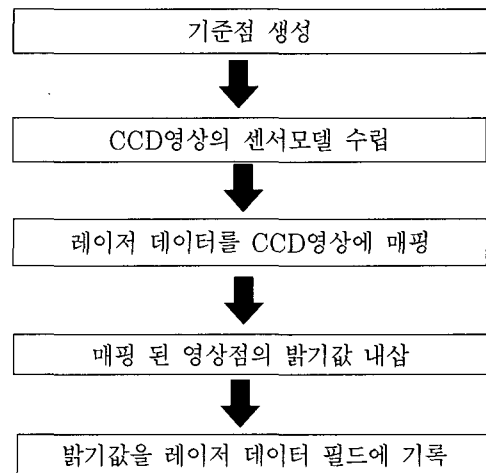


그림 2. 영상의 합성 과정

CCD영상의 센서모델 수립에 사용하는 모델은 대표적으로 공선방정식 모델과 직접선형변환(Direct Linear Transform) 모델이 있는데 이 실험에서는 직접선형변환모델을 사용하였으며 그 수식은 다음과 같다.

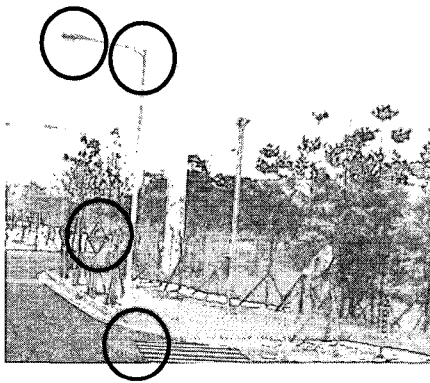
$$\begin{bmatrix} uw \\ vw \\ w \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

그림 3. 직접선형변환 모델

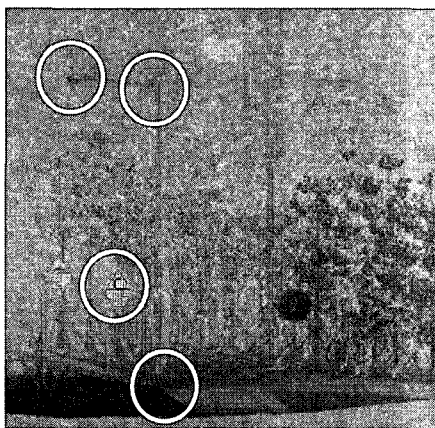
이때 (x, y, z) 는 3차원 상의 한 점이고 (u, v) 는 영상좌표값, w 는 배율을 나타내는 계수, M 은 4×3 크기의 투시변환을 정의하는 행렬이다. 이 모델은 공선방정식 모델에 비해 더 많은 기준점이 필요하다는 단점이 있으나,

반면에 CCD 소자의 크기 등 카메라의 물리적인 파라미터를 고려할 필요 없이 단순한 산술적인 연산으로 행렬 M의 계수들을 구함으로써 얻을 수 있는 장점이 있다.

이 모델은 w 를 제외하고도 총 11개의 미지수를 필요로 하기 때문에 최소 기준점 수가 6개가 된다. 기준점 선정 방법은 먼저 레이저 데이터를 먼저 영상으로 편집한 후, 이 영상과 CCD 영상 사이에서 특이점을 육안으로 찾아내는 방식을 사용하였으며 6개 이상의 점을 추출한 후 각각의 RMSE를 계산하여 가장 오차가 적은 6개의 점을 기준점으로 선정하였다. 그림4는 기준점을 선정하기 위한 특이점의 예이다.



a) CCD영상



b) 레이저 intensity 영상

그림 4. 기준점 선정을 위한 특이점의 위치

이렇게 기준점을 사용하여 수립된 모델의 변환식에 X,Y,Z값을 대입하면 손쉽게 영상좌표값 u,v 를 구할 수 있다(Backward Mapping).

그러나 CCD영상좌표를 구한다고 해도 구해진 영상좌표는 대부분 정수값으로 나타나지 않는다. 영상의 밝기값은 흔히 정수값으로 표현되는 행렬 격자 상에 기록되기 때문에, 격자점이 아닌 임의의 위치에서의 밝기값을 계산하여야 하고, 이를 위하여 밝기값의 내삽과정이 반드시 필요하게 된다. 이 실험에서는 계산된 점의 위치에 가장 가까운 격자의 밝기값을 취하는 최근린보간법(Nearest Neighbor Interpolation)을 사용하였다.

이 일련의 과정들을 거쳐 특정 좌표에서의 각 밴드별 밝기값(RGB)들을 구하게 되면, 이를 레이저 데이터의 RGB필드에 기록한다.

4. 실험 결과

영상의 합성 후 그 결과를 비교하기 위해 합성 전의 레이저 스캐너와 동기화 된 CCD영상의 RGB영상과 합성 후의 RGB영상을 만들어 비교해 보았다. 그림 5는 CCD카메라로 촬영한 영상이며, 그림 6과 7은 각각 CCD영상과 합성 전후의 RGB 레이저 영상이다.

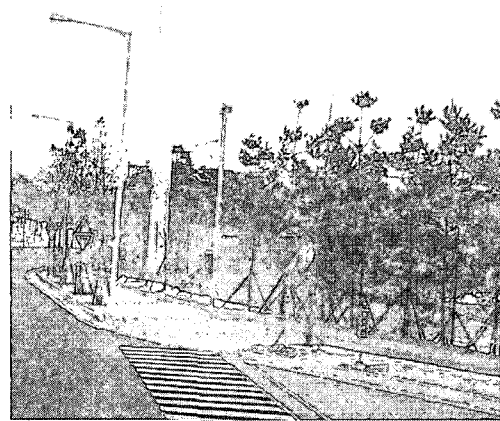


그림 5. CCD카메라로 촬영한 영상



그림 6. 합성 전의 레이저 RGB영상



그림 7. 합성후의 레이저 RGB영상

그림5와 7을 통해 도로 표지판, 수목 및 도리 형태등의 모양이 레이저 영상과 합성된 CCD영상에서 거의 일치함을 확인할 수 있었으며, 합성된 레이저 영상은 합성 전의 영상에 비해 실세계에 가까운 색깔을 보여줌을 확인할 수 있었다(그림 6, 7). 그 외의 여러 지역의 영상들을 테스트 해 본 결과 대부분의 영상에서도 같은 결과를 확인할 수 있었다. 그러나 레이저 영상과 CCD영상의 해상도의 차이 등으로 인하여 정확한 기준점을 제작하지 못했을 경우 이 때 발생하는 오차들로 인해 올바른 합성이 이루어지지 않았다.

6. 결론

레이저와 CCD영상의 합성은 촬영한 CCD영상의 사진좌표와 레이저 스캐너를 통해 관측된 좌표의 직접선형 변환을 이용한 관계 모델 확립을 통하여 영상의 합성이 가능함을 확인할 수 있었다. 그 결과로 나온 합성영상은 합성 전에 비해 실세계에 가까운 색깔을 보여주었다.

직접선형변환에 사용되는 기준점의 선정에서 레이저 영상과 CCD영상의 해상도의 차이로 인하여 육안으로 정확한 기준점의 선정이 어렵기 때문에, 이것이 오차의 원인이 되어 정확

한 합성을 하는 데에 어려움이 따르게 된다. 또한 테스트에 제공된 레이저 데이터는 그 값이 입력되어 있지 않은 부분이 많이 있어, 현 상태에서 이를 보간하여 처리하기에는 무리가 따를 것으로 보인다. 이후 더 많은 데이터를 가지고 고해상도의 레이저 영상을 제작할 경우 더욱 현실감 있는 영상의 제작이 가능할 것으로 여겨지며, 이 부분에 대한 연구와 수정 및 보완이 필요할 것이다.

참고문헌

한국건설기술연구원, 2005, 레이저와 CCD를 이용한 도로 기하구조 정보 수집 및 처리 방안 연구

Abdel-Aziz, Y.I., Karara, H.M. 1971, Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. *Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry* (pp. 1-18).