

이미지 보간 처리를 통한 비전 검사시스템의 정확도 향상에 관한 연구

홍종선, 김양중*

한국공학대학교 소프트웨어융합공학과

{joseph, zeroplus*}@tukorea.ac.kr

A Study on Improving the Accuracy of Vision Inspection System Using Image Interpolation Processing

Jongseon Hong, Yangjung Kim*
Tech University of Korea

요약

본 논문은 이미지 보간 처리를 통한 비전 검사시스템의 정확도 향상기법을 연구해 제시하며, 3D 빔 이미지의 픽셀을 선형 회귀 분석을 통해 1 차원 함수로 모델링하여, 빔의 주변 픽셀의 변화를 추적해 픽셀 정보가 빔 근처에 있는지 여부를 판단하고, 빔 보다 상하위의 위치에 따라, 양 또는 음의 스코어를 부여하는 알고리즘을 적용하고자 한다. 이미지의 후처리 없이는 최소 3σ 이상의 정확도 및 연속성을 확보하는 것이 어렵기 때문에, 빔 이미지에 보간을 적용해 확대하고, 이 이미지에서 선형회귀를 통한 1 차원 함수를 추출함으로써 얻은 결과값이 보간 전보다 신뢰도를 갖는지를 확인해 볼 것이며, 또 보간 시에 사용하는 알고리즘에 따라 신뢰도에 차이가 있는지 시뮬레이션을 통해 분석한다.

I. 서론

최근 많은 이미지 정보들을 컴퓨터 비전 시스템을 통해 자동으로 분석 및 처리하고 있다. 이미지를 통해 정보를 분석하는 기술 중 3D 스캔은 물체에 직접적인 접촉 없이 해당 물체의 형체를 파악하고 데이터화 할 수 있는 기술이다. 하지만 스캔도중 노이즈가 발생하거나 Beam 을 정확하게 인식하지 못하는 등의 문제가 발생할 수 있다. 수동으로 움직이는 시스템에서는 사람이 이러한 오류를 수정해 사용할 수 있지만 완전 자동화 기술에 도입하기에는 문제가 발생된다. 기존의 기술은 대부분 노이즈를 제거하거나 같은 곳을 촬영한 이미지 여러 장을 중첩시키는 등의 방식으로 접근하였으나 더 미시적인 세계에서는 카메라 축의 진동이나 먼지 등의 방해물이 많아 그대로 적용할 수 없다. 따라서, 이 논문에서는 미시 3D 광학계 시스템의 완전 자동화를 위해 Beam 을 사용하여 3D 스캔을 하는 시스템에서 선형 회귀를 통해 Beam 의 위치와 기울기의 정확도를 향상시키는 방법 및 알고리즘을 연구하고 이에, 이미지 보간 처리를 통해 결정계수를 높여 Beam 주변의 픽셀 정보를 더욱 정확하게 구분할 수 있다는 결과를 도출한다.

II. 본론

II-1. 알고리즘 기본 설명

그림 1 과 같은 이미지에서 1 차원 함수를 선형 회귀를 사용하여 추출하고, 추출한 1 차원 함수 근처의 픽셀 분포를 분석하는 알고리즘의 성능 향상을 목표로 하고 있다. Beam 보다 상향에 신호가 많을 경우에는 양의 결과값을 가지고 하향에 신호가 많을 경우에는 음의 결과값을 가지게 된다. 한 타겟은 이러한 이미지를 여러 장 가지게 되며 각 이미지에서 계산된 결과값의 총합으로 최종 결과값을 내게 되며 최종 결과값에 따라 타겟의 처리가 달라지게 된다.



그림 1. 분석할 3D 빔 이미지의 예시

빔의 두께는 5 픽셀 전후이며, μm 단위를 다루고 있기에 다른 광삼각법 연구들에서 사용되는 이미지의 배율을 더 높이거나 노이즈 제거, 신호를 중첩시키는 등의 방법은 타겟의 진동, 미세먼지로 인한 조명의 산란같은 요인이 있기에 더더욱 적용하기가 어렵다.

따라서, 이미지 처리를 최소화 하면서 빔을 분석한 결과인 1 차원 수식의 설명력을 높이고, 이를 객관적으로 판단할 수 있는 기준 방안에 연구를 집중하고자 한다.

II-2. 성능 향상 방안 후보

가. 명암 대비 조절

명암 대비 조절로 인해 Beam 을 좀 더 강조할 수도 있으나 연속적으로 이미지를 얻는 3D 스캔은 표면의 흔들림, 카메라의 흔들림 등의 이슈로 인해 각 이미지 내의 최대/최소 밝기 등이 바뀔 수 있다. 이에 따라 각 이미지 별로 요구되는 임계값이 변화하고 검출 알고리즘의 결과에 영향을 주게 된다.

나. 이미지 확대 및 보간

이미지를 확대하면서 보간을 적용하면 명암 대비도 향상되는 동시에 에일리어싱같은 현상도 줄어드는 것을 기대할 수 있다 [1]. 정규화를 통한 명암 대비 조절이나 일반적인 노이즈 제거보다 이미지에 주는 변형도 적다.

이와 같은 이유로 이미지 확대 및 보간 적용을 선정하여 시뮬레이션을 진행해 결과를 분석하였다.

II-2. 데이터 수집 및 전처리

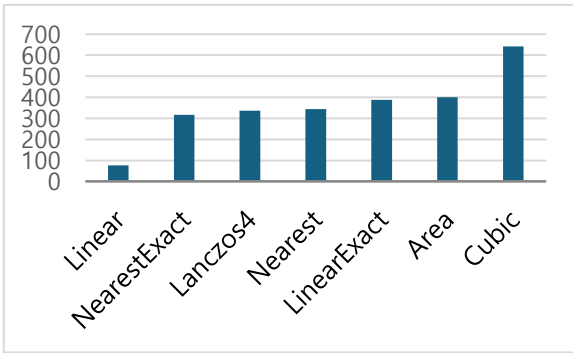


그림 2. 보간법 적용 알고리즘별 스코어

샘플 타겟은 총 2504 개를 사용하였으며 이미지는 114,537 장 사용되었다. 우선 비교를 위해 OpenCV 에서 제공하는 보간법 7 종류를 모두 평가하였다. 결과값의 계산은 1) 축을 이동시키면서 타겟에 대한 Beam 이미지를 여러 장 확보 2) 선형 회귀로 1 차 방정식 형태의 Beam 정보를 획득 3) 각 Beam 주변의 픽셀 정보를 수집 4) 수집된 픽셀들이 Beam 에서 얼마나, 어느 방향으로 떨어져 있는지에 대해서 스코어로 계산한다. 양수일 경우 Beam 의 일부가 위로 튀어나와 있는 형태이며 음수일 경우 Beam 의 일부가 아래로 꺼져 있는 형태가 된다. 해당 스코어는 Beam 의 일부가 얼마나 튀어나오고 들어가 있는지를 대변하는 값이 된다.

표 1 한 타겟 내의 Score 와 Status 의 데이터 예시

알고리즘	결과값	상태
None	31.967,500.87	Up(+)
Area	421.782,417.20	Up(+)
Nearest	421.782,417.20	Up(+)
NearestExact	421.782,417.20	Up(+)
Linear	499,546,586.29	Up(+)
LinearExact	501,483,883.52	Up(+)
Lanczos4	507,411,134.34	Up(+)
Cubic	512,714,197.28	Up(+)

각 타겟당 표 1 과 동일한 형태의 데이터를 추출하였으며, 그림 2 의 결과에는 표 1 과 같은 형태의 데이터에서 상태가 모두 일치하는 결과만 추가되었다. 이에 Beam 정보를 선형 회귀로 추출할 시에 이미지 확대 및 보간을 통해 Beam 정보의 정확도가 확실히 높음을 확인할 수 있었다. 대상 알고리즘으로는 분석결과가 좋은 Cubic 과 Lanczos4 를 비교하게 되었다.

II-3. 보간 알고리즘 간 결정계수 비교

표. 2 결정계수(R2) 비교 데이터.

	None	Cubic	Lanczos
#1	0.1305	0.5516	0.5369
#2	0.0946	0.1944	0.1898
#3	0.00008562	0.1134	0.0897
#4	0.1351	0.2696	0.1581

평균과의 차이를 제공한 것의 합(SST, Sum of Squared Total)은 다음의 공식을 통해 구할 수 있다.

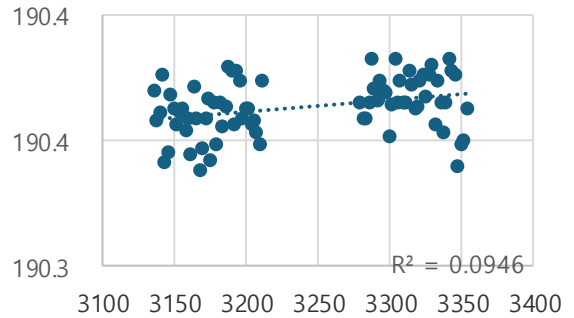
$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (\text{식 1})$$

잔차(Residual)의 제곱합(SSR, Sum of Squared Residual)은 다음의 식을 통해 구한다.

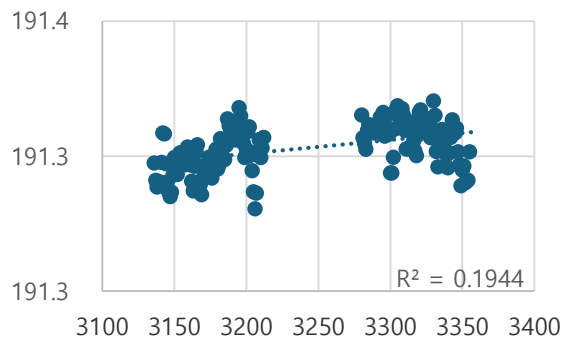
$$SSR = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (\text{식 2})$$

위 두 식을 통해 결국, 결정계수는 다음의 식을 통해 산출한다.

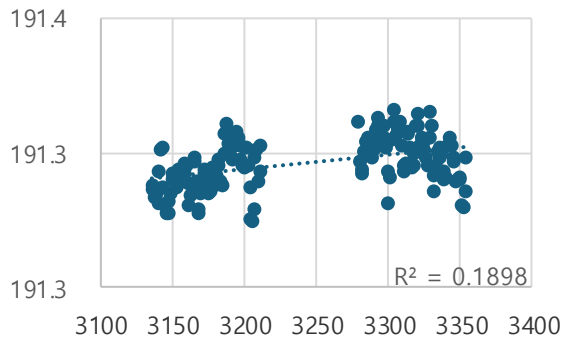
$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \quad (\text{식 3})$$



(a) 보간이 적용되지 않은 이미지의 분석 데이터



(b) Cubic 보간이 적용된 이미지의 분석 데이터



(c) Lanczos 보간이 적용된 이미지의 분석 데이터

그림 3. 시뮬레이션 분석 결과

결정계수는 최소제곱법을 활용한 선형회귀분석에서 종속변수의 분산 중에서 독립변수로 설명되는 비율을 의미하며, 수치가 높을수록 해당 모델이 대상을 얼마나 잘 설명하는지를 의미하며 이는 실제로 그림 2의 결과와 부합한다. 따라서 이 모델에선 결정계수의 값과 Beam 주변의 픽셀 분석결과가 비례한다는 것을 알 수 있으며, 이 시뮬레이션의 결과는 앞으로 해당 모델의 정밀도를 발전시킬 때 결정계수를 지표로 이용해 이미지를 분석하여도 무리가 없는 것을 보여준다.

III. 결론

이 논문에서는 3D 스캔의 Beam 이미지를 선형 회귀를 사용하여 모델화 하였을 때 모델의 신뢰성과 반복성을 향상시킬 수 있는 방안에 대해 연구하였으며, 이에 이미지 확대 시 채택하는 보간법에 따라 산출되는 모델의 결정계수가 달라지고, 그 중 Cubic 보간법이 결정계수 상승에 가장 큰 영향을 줄 수 있다는 사실을 시뮬레이션 결과로 도출하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 연구는 고용노동부 및 한국산업인력관리공단의 '고속런마이스터사업'과 ㈜에이티아이의 지원을 받음

참 고 문 헌

- [1] Hyun-Ho Han¹, Jong-Yong Lee², Kye-Dong Jung², Sang-Hun Lee^{2*} Patch Information based Linear Interpolation for Generating Super-Resolution Images in a Single Image (Journal of the Korea Convergence Society Vol. 9. No. 6, pp. 48 2018)