DBpia

반사체 3D 모델링을 위한 이미지 데이터 프로세스

Image data process for reflector 3D modeling

저자
(Authors)

장준희, 주종우
Jun Hee Jang, Jong Woo Joo

출처
(Source)

한국디지털콘텐츠학회 논문지 20(11), 2019.11, 2263-2271(9 pages)
Journal of Digital Contents Society 20(11), 2019.11, 2263-2271(9 pages)

발행처
(Publisher)

한국디지털콘텐츠학회
Digital Contents Society

URL

http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE09272231

APA Style

장준희, 주종우 (2019). 반사체 3D 모델링을 위한 이미지 데이터 프로세스. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 20(11), 2263-2271

이용정보
(Accessed)

중앙대학교
219.255.207.***
2020/04/14 10:18 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s)and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s)for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

JDCS
디지털콘텐츠학회논문지
Journal of Digital Contents Society
Vol. 20, No. 11, pp. 2263-2271, Nov. 2019

반사체 3D 모델링을 위한 이미지 데이터 프로세스

장준희·주종우*
중앙대학교 뉴미디어 아트 대학원

Image data process for reflector 3D modeling

Jun Hee Jang · Jong Woo Joo*
Department of New Media Art, Chung-Ang Univeristy, Anseong, Korea

[요 약]

오늘날 사진과 같은 정지 화상을 3D 그래픽을 제작할 수 있는 프로그램들이 있다. 그 중, 상용화된 프로그램은 Agisoft의 Metashape와 Bentley의 Contextcapture가 있다. 3D 모델에는 X, Y, Z 세 종류의 축이 있다. 2D 미디어를 통해 3D 모델을 제작하려면 피사체의 Z축에 해당하는 깊이의 개념이 필요하다. 3D 모델 제작 시, 이미지 데이터 촬영 시점을 수집하여 합성한 뒤, 3D 모델로 변환하는 점 구름 생성과정을 거친다. 이는 이미지 데이터 촬영 시점을 수집하여 합성하고 3D 모델로 변환하는 과정이다. 3D 모델로 변환과정에서 이미지 촬영 편차에 의해 여러 오류가 발생한다. 2D 이미지를 합성하는 과정에서 생기는 오류는 사진의 불안정한 노출과 색상 그리고 렌즈의 수차에 의해 비롯된다. 본 연구에서는 이미지 보정프로그램인 Phaseone의 Captureonepro를 사용하여 3D 모델 제작을 위한 사진을 가공함으로 3D 변환과정에서의 손실과 오류를 최소화한다. 또한, 사진을 정밀한 이미지 데이터로 가공하여 반사체 3D 모델을 제작한다.

[Abstract]

Nowadays, there are programs for making 3D graphic by using still image like photograph. Two of these commercial programs are Agisoft Metashape and Bentley Contextcapture. 3D model has three dimension of axis. Concept of depth(which is correspond to model's Z axis) need for making 2D media to 3D media. Point-cloud generating process should be used for making 3D model. This process should be used for converting 3D model by composition of gathered image data's point of view. In 3D converting process, photograph makes several errors because of shooting deviation. Error in 2D image composition process usually occurred by image's unstable exposure, color mismatch and lens abberation. In this thesis, photos are edited by PhaseOne CaptureOnePro for minimize losses and errors at converting process. Also, make reflector 3D model by converting photograph to accurate image data.

색인어 : 이미지 데이터, 입체, 모델링, 그래픽, 최적화

Key word : Image data, 3D, Modeling, Graphic, Optimization

http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.11.2263

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-CommercialLicense(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 26 September 2019; **Revised** 22 October 2019
Accepted 05 November 2019

***Corresponding Author; Jong woo Joo**

Tel: +82-31-670-3118
E-mail: jw4150@cau.ac.kr

중앙대학교 | IP:219.255.207.*** | Accessed 2020/04/14 10:18(KST)

Ⅰ. 서 론

2D 이미지를 3D 그래픽으로 변환하는 과정을 통하여 실사를 실물로 만들 수 있다. 이때, 이미지를 그래픽으로 변환하면서 컴퓨터연산을 거치게 되는데, 3D 모델링의 주요 과정 중 하나인 점 구름 생성과정 도중 컴퓨터의 연산 범위와 한계치에 의하여 데이터의 손실이 발생한다. 점 구름의 손실을 최소화하며 3D 모델을 제작하기 위해서는 이미지의 촬영환경과 가공 방식의 효율적인 통제가 필요하다. 3D 모델링을 위한 이미지 촬영에 영향을 미치는 요인으로는 첫째, 이미지의 노출(exposure)과 색상(color)의 통제 둘째, 렌즈 왜곡(distortion)의 억제가 필요하다. 렌즈 왜곡의 경우 카메라 제조사별, 렌즈 제조사별로 제공하는 프로파일(profile)을 통하여 억제할 수 있다. 이미지의 노출은 카메라의 셔터속도, 렌즈의 조리개, 카메라의 이미지 센서의 감도에 의해 결정된다. 3D 모델링 과정에서는 점 구름의 손실이 최소화되어야 실사를 기반으로 한 3D 모델이 실물과 근접하게 구현된다. 본 연구에서는 3D 모델링의 재현율을 극대화시키기 위해 이미지 촬영과정과 균일한 이미지 품질을 위한 후보정 작업이라는 두 과정을 통하여. 최종적으로 3D 모델링 프로그램 변환과정에서 발생하는 데이터의 손실과 오류를 최소화하는 방법에 대하여 논할 것이다. 또한, 사진을 정확한 이미지 데이터로 변환하여 반사체 3D 모델을 제작할 것이다.

Ⅱ. 본 론

2-1. 연구방법

1) 선행연구

현실 세계에서 일어나는 동적인 장면을 3차원으로 모델링한 다음, 단말에서는 사용자가 지정한 시점에 따라 실시간으로 렌더링하는 작업은 많은 응용이 있다. 가령 축구장에 수십 대의 카메라를 설치하여 실시간으로 다중 영상을 취득하고, 이들 영상으로부터 3차원 장면을 재구성한 다음 사용자 단말로 보내 사용자의 지시에 따라 다양한 시점으로 디스플레이하는 응용을 생각해 볼 수 있다. 하지만 실시간으로 이러한 시스템을 구축하는 일은 매우 어려운 일에 속하며, 다중 영상을 획득, 전송, 관리하는 과업, 3차원 재구성 과업, 실시간 렌더링 과업 등이 어우러져야만 가능하다[1]. 다시점 촬영(입체사진)의 역사는 1860년 프랑스에서 프랑수아 윌리에므(Francois Willlieme)에 의해 시작되었다. 당시 디자인된 입체사진술(사진조각술)은 원형의 방 중앙에 놓아둔 물체를 360도 방향에서 각각 카메라로 동시 촬영하였다. 이것은 현재의 3D 스캔과 유사한 방법으로 촬영되었다. 현재 다시점 촬영은 영화 '매트릭스'에서 사용한 후 중요한 TV 스포츠 중계에서 간간히 볼 수 있다. 두 대 이상의 카메라로 배열을 구성하여 여러 개의 영상을 동시에 획득하여 조합하며, 카메라의 배열방식은 평행배열, 수렴배열, 2차원 배열, 원형배열 방법 등이 있지만. 3D형 상의 재현을 위한 방법으로는 원형배열 방법을 사용한다[2]. 3D 프린팅을 하기 전 촬영된 이미지를 3D 모델로 변형시킬 수 있는 프로그램을 사용해 메쉬(mesh) 제작하여 3D 모델링을 한다. 지금의 현 단계에서 2D 이미지를 3D object로 변환하는 단계에 한계가 있어 반드시 3D 프로그램인 Maya나 3D Studio Max를 이용해서 필요한 모델링과 클린업을 해야 하는 단점이 있지만 미래에는 한 단계를 줄일 수 있는 프로그램이 개발되리라 판단 된다[2]. 깊이 감지 카메라의 출력값 O*depth*는 0~2047 사이의 정수 값을 가지는데 이 출력값은 정확한 거리정보를 나타내는 것이 아니므로 이에 대한 보정이 필요하다. 이를 위하여 레이저 거리 측정기를 이용하여 깊이 감지 카메라의 출력값과 그에 대한 실제 거리 값을 측정하였는데 그 결과는 그림 3과 같다. 다음으로 식(1)의 모델을 사용하여 깊이 이미지 값을 실제 거리로 변환하는데 측정된 데이터로 피팅을 수행하여 깊이 보정을 수행하였다. 표 1은 피팅을 통하여 얻은 식(1) 모델의 파라미터를 나타낸다.

$$f(O_{depth(i,j)}) = \frac{1}{(a + bO_{depth(i,j)})} \qquad (1).$$

여기서 (i, j)는 O*depth*에 대한 픽셀 좌표를 의미한다[3].

생성된 3차원 메쉬의 표면을 복원함으로써 실내 영상을 복원한다. 전역 영상으로부터 3차원 메쉬 표면을 복원하기 위해 메쉬를 구성하는 포인트 클라우드와 전역 영상간의 기하학적 관계를 정의한다. 전역 영상의 픽셀 p=(u,v)와 3차원 공간상에 매칭되는 포인트 P=(X,Y,Z)는 다음과 같은 관계를 갖는다.

이때 $R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$, $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$ (2). 를 나타낸다. 따라서 각 메쉬의 세 꼭짓점에 해당하는 포인트 클라우드들과 전역영상에서 매칭되는 픽셀위치를 찾아 전역영상의 텍스쳐를 메쉬 표면에 매핑함으로써 3차원 메쉬 표면을 복원한다[4]. (수식 (2)의 R은 포인트 클라우드의 3차원 좌표 중앙, 즉 꼭짓점이며 수식 (2)의 r은 3차원 메쉬 표면의 중앙좌표이다).

2) 이론적 배경

실사 기반 3D 모델링을 제작하기 위해서는 올바른 촬영계획이 필요하다. 3D 촬영계획은 피사체 중심으로 원을 그리며 촬영하는 방식과 피사체의 한 면을 Grid 형식으로 촬영하는 방식이 있다.

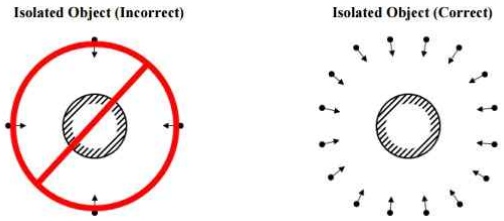


그림 1. 단일 물체
Fig. 1. Isolated Object

피사체의 면이 불규칙적이거나 곡면일 경우, 원을 그리며 촬영하는 방법이 적합하다. **그림1**, **그림2**는 3D 모델링 프로그램 회사 Agisoft가 제시한 3D 모델 촬영 가이드이다.

중앙대학교 | IP:219.255.207.*** | Accessed 2020/04/14 10:18(KST)

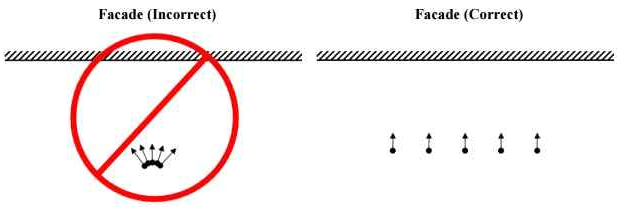


그림 2. 파사드
Fig. 2. Facade

피사체의 면이 직사각형인 경우, 그리드 형식으로 촬영하는 방법이 적합하다. 3D 촬영과정에서 카메라가 피사체를 바라보는 시점의 높이와 피사체와 카메라 간의 거리를 일정하게 유지하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 다각형이거나 곡면이 있는 피사체를 3D 모델 제작에 사용하기 위해 피사체를 중심으로 카메라가 원을 그리며 촬영하는 방법을 사용한다.

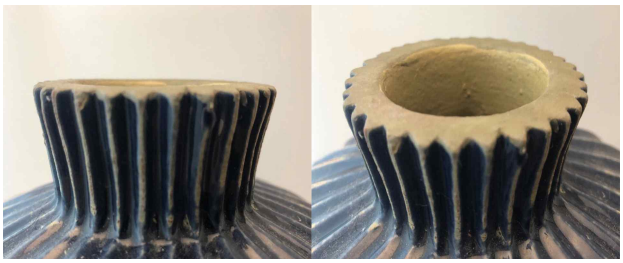


그림 3. 시점에 따른 시각화
Fig. 3. Visualization by point of view

피사체를 바라보는 시점에 따라 카메라에 나타나는 피사체의 부분이 다르다. 3D 모델 제작과정에서 피사체의 형태가 완전히 표현되려면 카메라의 높이를 피사체의 형태에 따라 세분화시켜 촬영하여야 한다. 3D 모델 제작을 위해 상, 중, 하로 카메라가 바라보는 높이에 따라 세 차례에 걸쳐 촬영하는 것이 일반적이다. 하지만 피사체의 형태가 복잡한 경우 피사체의 형태를 분석하고 부위와 특징에 따라 카메라 높이를 네 개에서 다섯 개로 나누어 촬영한다.

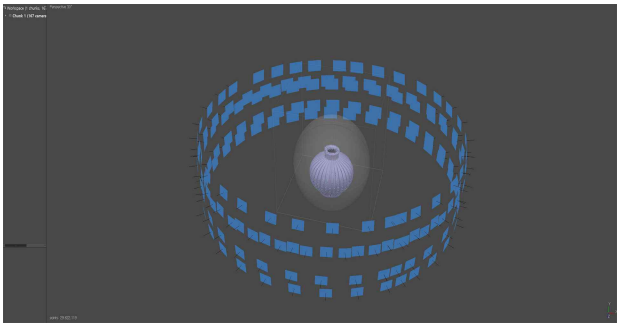


그림 4. 167장으로 이루어진 꽃병
Fig. 4. Vase made by 167 photos

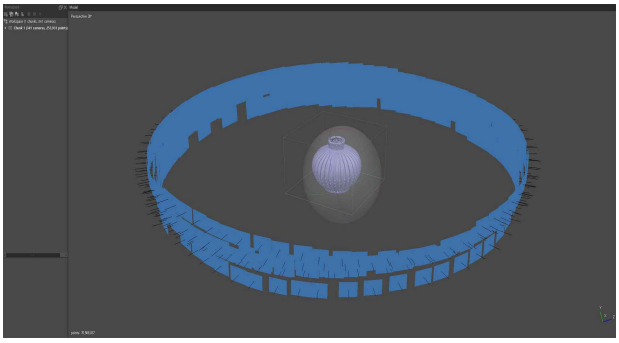


그림 5. 341장으로 이루어진 꽃병
Fig. 5. Vase made by 341 photos



그림 6. 꽃병 3D 모델
Fig. 6. Vase 3D model

일반적으로 더 많은 사진 데이터가 있다면, 좋은 품질의 3D 모델 파일을 얻을 수 있다. 하지만 동일한 수의 사진이더라도 대상의 특징에 따라 적절한 사진들을 얻을 수 있어야만 그 출력 품질이 좋아진다[5]. 피사체와 카메라 간의 거리(초점거리)는 3D 모델의 질감을 결정한다. 초점거리가 짧을수록 피사체의 질감은 렌즈를 통하여 더 확대되고 촬상면을 많이 차지하기 때문에 3D 모델의 질감 표현에 유리하다. 하지만 피사체와 카메라 간의 거리가 짧을수록 피사체의 좁은 면적을 촬영하기 때문에 3D 모델 생성을 위한 이미지 촬영 매수가 증가하고 많은 데이터 처리량과 렌더링 시간을 요구한다. **그림4**의 꽃병과 **그림5**의 꽃병은 동일 카메라와 렌즈로 촬영되었지만, 촬영매수가 각각 167장 341장으로 다르다. 따라서 솔리드(solid)를 이루는 점 구름의 개수 또한 29,622,119 개 70,567,037 개로 2배 이상의 차이가 있다.

중앙대학교 | IP:219.255.207.*** | Accessed 2020/04/14 10:18(KST)

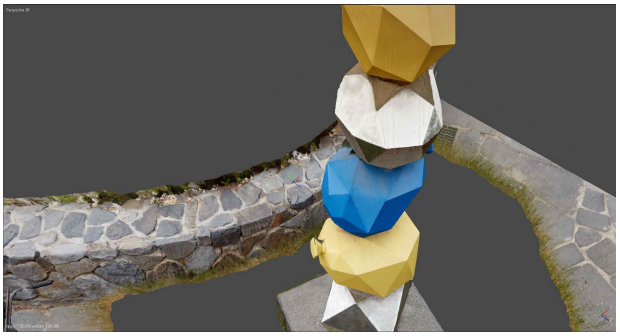


그림 7. 야외 반사체 조형물
Fig. 7. Outside reflect sculpture

이미지를 취합하여 입체로 만들기 위해서는 이미지가 반복적이며 균일하여야 한다. 사진이 3D 모델링을 위한 이미지 데이터로써 사용되기 위해서는 피사체의 주변 상황과 외부요인 또한 통제되어야 한다. 정지 화상을 통해 3D 모델을 제작하기 위해서는 주변 상황에 변화가 없어야 한다. 주변 상황이 3D 모델 제작 시 촬영계획에 따른 사진을 정렬하는 Align 과정에서 기준점을 만든다. 3D 모델링 프로그램은 반복되는 패턴으로 이루어진 사물의 경우 피사체를 기준으로 사진의 위치를 파악할 수 없다. 그러므로 배경에 해당하는 주변 상황으로부터 기준점을 세운다. 만약 배경이 유동적이면 이미지 간의 기준점이 달라지기 때문에 사진 정렬에 실패하거나 기준점이 틀어져 사진 정렬에 오류가 생길 수 있다. 피사체의 형태와 질감이 균일해야 3D 모델 재현율이 높아진다. 태양과 같이 피사체를 비추는 광원이 변칙적이면 피사체가 촬영된 사진의 노출이 달라진다. 이는 3D 모델 생성 시 노출 편차로 인해 사진의 톤이 일정하지 않게 된다. 극단적인 경우, 광원이 촬영 도중 변화하여 피사체의 일부 면적이 반사되면 3D 모델링 프로그램에서 이를 weak-point로 간주하여 솔리드 생성과정에서 해당 면적을 배제함으로 피사체의 일부 형태만 3D 모델로 나타난다. 이미지 소스 촬영을 위한 카메라의 설정값도 3D 모델의 재현율에 큰 영향을 끼친다. 정지 화상을 이용하여 3D 모델을 생성하는 경우, 피사체와 카메라가 고정되어있다는 가정하에 카메라의 셔터속도가 끼치는 영향은 미미하다. 카메라 렌즈 조리개 값의 경우 피사체의 질감을 표현할 때 영향을 끼치는 가장 큰 요소이다. 촬영계획에서 피사체와의 거리가 정해지면 피사체의 거리와 촬영할 부분의 형태에 따라 초점이 맺히는 범위를 설정하여야 한다. 3D 모델링 프로그램은 촬영된 피사체의 특징을 분석한 기준점을 바탕으로 입체형태를 만든 뒤, 형태에 맞게 잘려져 있는 이미지를 덮는 방식이다. 사진 촬영 시 심도가 부족하여 피사체의 형태가 제대로 표현되지 않으면 색, 질감, 테두리를 통해 계산하는 *Odepth*가 정확하지 않기 때문에 3D 모델의 형태가 불완전해진다. 반대로 렌즈의 조리개 값이 높아 회절현상이 일어나면, 사진의 초점이 흐려지고 해상력 저하가 생긴다. 이런 경우에는 피사체의 질감이 모자라기 때문에 3D 모델 표면의 질감이 떨어진다.

3) 연구방법 및 범위

본 연구의 목적은 3D 모델링을 위한 촬영계획을 세운 뒤, 촬영된 이미지 데이터인 사진을 3D작업을 위한 데이터로 가공함으로 3D 모델 렌더링 작업을 최적화시키고 3D 모델의 재현율을 극대화 시키는 것이다. 이미지 데이터를 통해 만들어진 반사체 3D 모델을 제작함으로써 실사 기반 3D 모델에서 가공된 이미지 데이터의 유효성을 검증한다. 촬영환경의 통제를 위해 실내에서 광량의 변화폭이 적은 인공조명을 이용하여 촬영계획을 실행한다. 통제된 조건에서 반사체의 3D 모델을 형태가 손실되지 않게 제작한다.

2-2. 3D 모델링을 위한 촬영계획

1) 실험장치

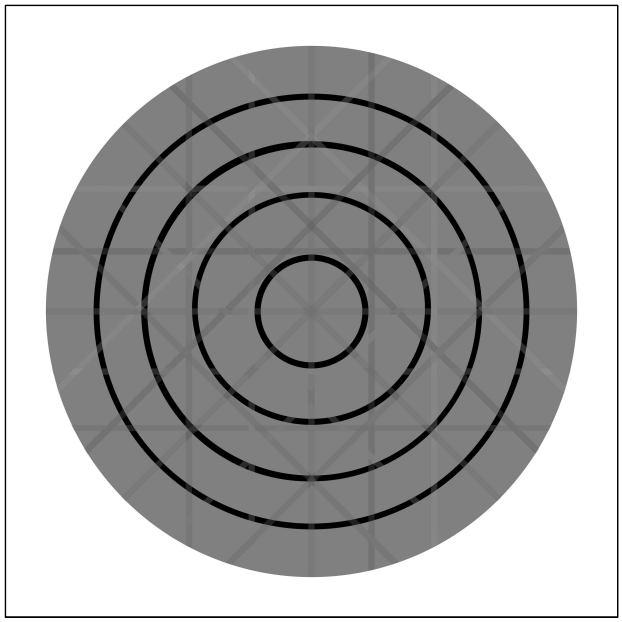


그림 8. 3D 모델링 용 물레
Fig. 8. Spinning Wheel for 3D modeling

본 연구를 위해 제작한 촬영용 물레는 **그림8**과 같다. 포인트 클라우드 생성 시 3D 모델링 프로그램이 피사체의 크기를 가늠할 수 있도록 물레의 회전축을 중심으로 3개의 원이 그려져 있다. 피사체의 질감이 적거나 패턴이 일정한 경우 Align 과정에서 사진이 정렬되지 않기 때문에 기준점을 잡아주기 위해 피사체의 표면에 반사되어 비추어지는 색상 선이 격자로 그려져 있다. 3D 모델 제작을 위한 사진 촬영 시 확산판을 이용하여 피사체에 반사되는 부분을 최소화한다. 금속표면을 가진 물레의 반사를 이용하여 조명에 영향을 받아 Occlusion shadow 생성이 되는 것을 방지한다. 이론적으로 3D 모델링을 할 피사체의 배경이 없는 경우 사진 정렬이 불가능하지만, 물레에 격자 선이 교차해 그려져 있어 피사체가 촬영되는 시점을 프로그램상에서 기준점으로 인식시켜준다.

중앙대학교 | IP:219.255.207.*** | Accessed 2020/04/14 10:18(KST)



그림 9. 3D 모델링을 위한 자동촬영시스템
Fig. 9. Automatic photogrammetric system for 3D modeling

본 연구를 위해 제작한 자동촬영시스템은 **그림9**와 같다. 트레팔지를 상부, 정면, 좌측, 우측 설치하여 주변환경이 촬영되지 않도록 한다. 이로 인해 3D 모델에 사용될 피사체 이외의 주변환경이 촬영되지 않으므로, 3D 모델링 프로그램에서 주변상황을 고려하지 않은 상태에서 점 구름을 생성하기 때문에 컴퓨터의 연산량이 현저히 줄어든다. 주변상황에 대한 정보가 촬영된 이미지에 존재하지 않으므로 카메라가 고정된 상태에서 피사체를 회전시키며 촬영하여도 3D 모델링 프로그램은 피사체의 특징점을 기반으로 3D 모델을 생성한다. 카메라가 자동초점 기능을 통해 초점을 잡고 입력된 코드에 따라 촬영한다. 한 개의 이미지 촬영이 끝나면 아두이노에 장착된 모터가 물레를 일정 간격을 가지고 고정된 피사체를 Y축을 중심으로 회전시킨다. 자동촬영을 위한 아두이노 명령어는 **그림10**과 같다.

ShutterTimerMotor

```
#include <Servo.h>
Servo servo;

int servo_Pin =3;
int min_value = 544;
int max_value = 2400;
int focus= 6;
int shutter = 5;
long exposure = 500;
long interval = 5000;

int time = 100;
int incomingByte = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Servo Value = ?");
  servo.attach(servo_Pin, min_value, max_value);
  servo.write(90);
  Serial.println("LABEL, Time, State");
  pinMode(focus, OUTPUT);
  pinMode(shutter, OUTPUT);
  for (int i=0; i<36; i++)
  {
    takePicture(exposure);
    delay(interval);
  }
}

void takePicture(long exposureTime)
{
  int wakeup= 10;
  Serial.print("DATA, TIME,");
  Serial.println("start");
  digitalWrite(focus, HIGH);
  delay(wakeup);
  digitalWrite(shutter, HIGH);
  delay(exposureTime);
  digitalWrite(shutter, LOW);
  digitalWrite(focus, LOW);
  Serial.print("DATA,TIME,");
  Serial.println("Done");
}

void loop()
{
 if(Serial.available()>0){
 int servo_value=Serial.parseInt();

 servo.write(servo_value);
 Serial.println(servo_value);
}
}
```

그림 10. 3D 모델링을 위한 자동촬영시스템 아두이노 코드
Fig. 10. Automatic photogrammetric system Arduino code for 3D modeling

2) 실험환경

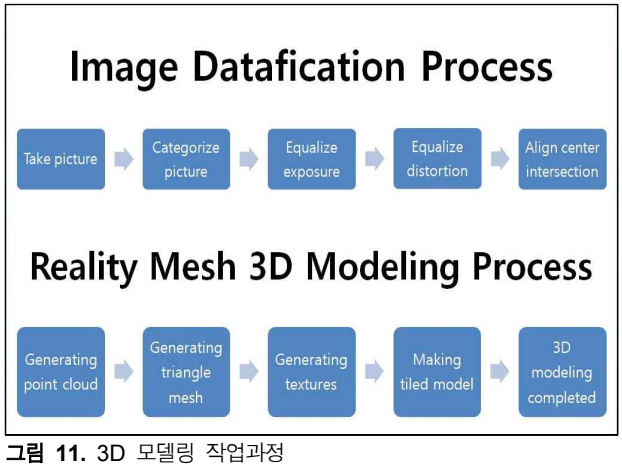


그림 11. 3D 모델링 작업과정
Fig. 11. 3D modeling process

중앙대학교 | IP:219.255.207.*** | Accessed 2020/04/14 10:18(KST)

3D 모델링을 위해 필요한 작업은 **그림11**과 같다. 이미지를 촬영 후 가공하여 데이터로 가치를 가질 수 있게 후보정 프로그램을 통하여 분류 및 균등화 작업을 실행한다. 그 후, 3D 모델링 프로그램을 통하여 점 구름을 생성하고 메쉬로 이루어진 솔리드를 만든 뒤, 표면에 타일(tile)로 잘려져 있는 이미지를 입힌다. 난반사 유리가 설치된 조명이 수직으로 물레 위에 피사체를 비추게 함으로 광량을 확보하였다. 셔터속도가 2 초, 조리개 값이 F14, 감도가 ISO 100일 때 정확한 노출의 사진을 얻을 수 있도록 조명의 광량을 고정하였다. 3D 모델링을 위해 Phaseone의 Captureonepro 프로그램을 사용하여 이미지 데이터를 가공하였다. 상용화된 여러 가지 이미지 후보정 프로그램 중 Captureonepro 프로그램을 선택한 이유는 일괄처리를 위한 시스템이 체계적이기 때문이다. Adobe Photoshop과 같은 프로그램의 경우 수백 장 혹은 수천 장의 RAW 이미지를 가공하기 위해서 각 RAW 파일에 해당하는 설정값이 저장된 log 파일이 저장된다. 하지만 Captureonepro의 경우 단일 폴더에 모든 설정값을 일괄저장한다. 이미지의 해상도는 긴 축을 기준으로 4096 픽셀이다. 3D 모델링 프로그램의 마지막 과정인 Tiled model 과정에서는 2의 n제곱에 해당하는 타일 크기를 사용하기 때문이다. 이외의 타일 크기를 사용하면 3D 모델링 프로그램에서는 Scale을 조정하는 과정을 통해 타일 크기를 다운샘플링(down samling)하기 때문에 추가로 렌더링 시간이 소요된다. 또한, 4096 픽셀 보다 큰 8192픽셀의 타일 크기를 3D 모델링에 사용하면 데이터 연산량이 증가해 렌더링 소요시간이 기하급수적으로 늘어나고 컴퓨터의 램 사용량이 128GB를 초과하게 된다. 이로 인해 서버용 중앙처리장치를 쓰지 않는 컴퓨터의 메인보드에서는 최대 DDR4 규격의 16 GB RAM이 총 8개가 장착되기 때문에 메모리 초과로 인한 에러가 발생하게 된다.

2-3. 실험처치 및 자료수집

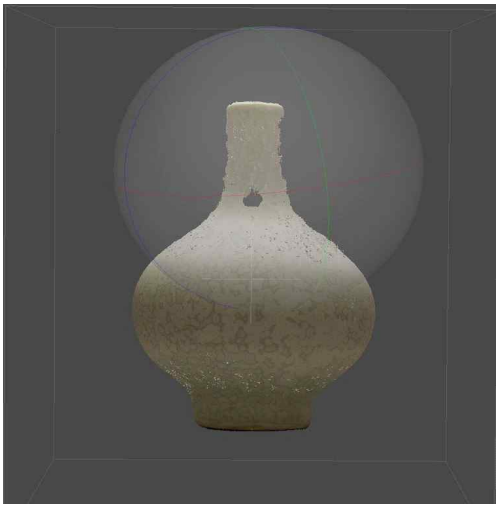


그림 12. 일반조명으로 촬영된 백자 3D 모델
Fig. 12. White porcelain 3D model by normal light used image



그림 13. 텅스텐 조명으로 촬영된 백자 3D 모델
Fig. 13. White porcelain 3D model by tungsten light used image

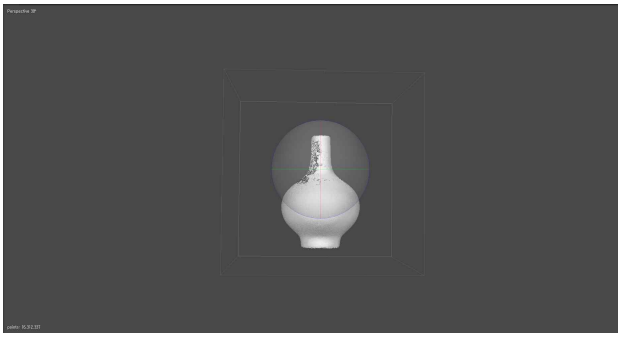


그림 14. 일반조명 백자 3D 모델 점 구름
Fig. 14. White porcelain 3D model point-cloud by normal light used

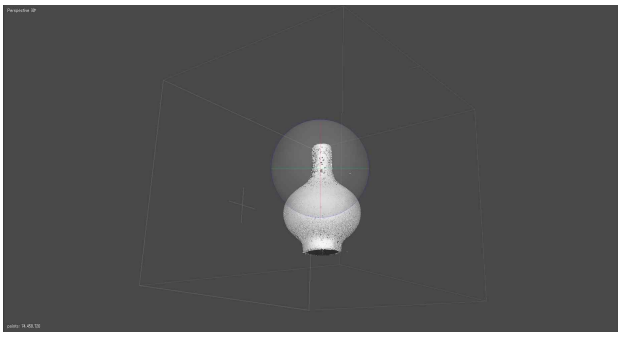


그림 15. 텅스텐 조명 백자 3D 모델 점 구름
Fig. 15. White porcelain 3D model point-cloud by tungsten light used image

백색 반사체를 촬영하는 경우, 피사체를 수직으로 바라보는 기존 사진의 조명 위치에 텅스텐 조명을 설치한 뒤, 사각 확산판을 사용하여 피사체와 촬영용 물레의 모든 부분에 고르게 빛을 받을 수 있게 설치하여 촬영하였다. 피사체가 백색일 경우, 3D 모델링 프로그램에서 피사체 점 구름 전체를 weak –point로

중앙대학교 | IP:219.255.207.*** | Accessed 2020/04/14 10:18(KST)

인식하여 모델링에 쓰지 않고 필터링을 통해 해당 포인트를 제외 시킨다. 이때, 텅스텐 조명을 이용하여 촬영환경의 색온도를 3100~3200 캘빈으로 변경하면 피사체의 반사되는 백색 영역이 광원에 의해 주황색으로 반사되어 weak-point 생성이 최소화된다. 따라서 텅스텐 광원을 사용하여 백색 반사체를 촬영할 시에 일반조명을 사용한 기존 3D 모델과는 달리 솔리드를 이루는 점 구름의 개수가 74,458,720개로 기존 16,312,337개보다 증가하였다. weak-point 생성이 최소화되고 점 구름 개수가 많아지므로 점 구름의 밀집도 또한 높아져, 최종 3D 모델에서 타일(Tile) 오류 없이 입혀졌다.



그림 16. 촬영 원본을 이용한 청자 3D 모델
Fig. 16. Celadon 3D model by original image

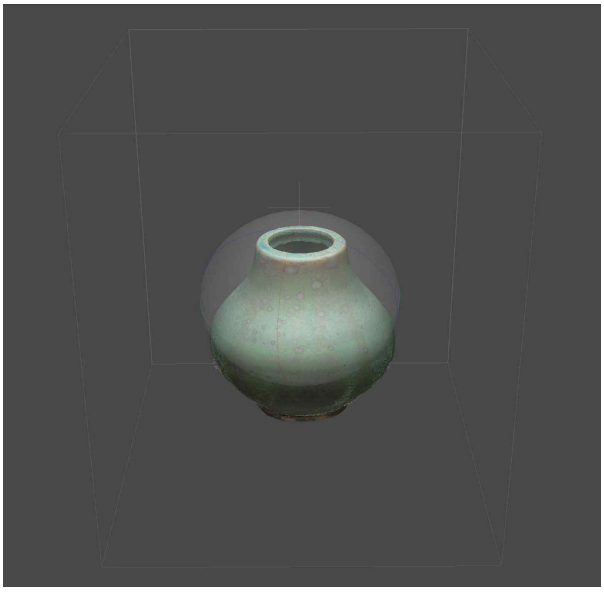


그림 17. 이미지 데이터를 이용한 청자 3D 모델
Fig. 17. Celadon 3D model by image data

유제층을 지닌 피사체의 경우 점 구름 생성과정에서 Odepth 계산에 오류가 발생한다. 3D 모델링 프로그램에서 솔리드의 표면이 유제층 내부인지, 반사되는 유제층 외부인지 판별할 수 없기 때문이다. 솔리드 생성 중 Odepth 계산에 오류가 발생하면 3D 모델의 표면이 무너지므로 솔리드에 타일을 입히는 과정에서 피사체의 원래 형태를 재현할 수 없다.



그림 18. 청자 3D 모델에 사용된 이미지 데이터
Fig. 18. Image data for celadon 3D model

따라서 유제층의 반사를 최소화시킨 상태에서 유제층 내부의 질감에 초점을 맞추어 이미지를 촬영하였다.

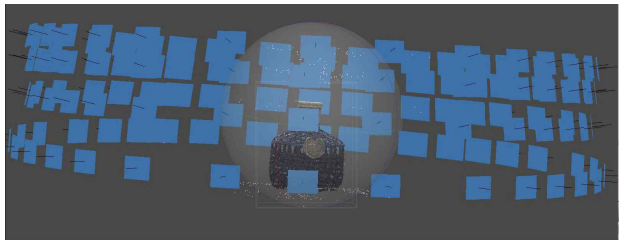


그림 19. 향수 3D 모델 사진 정렬 과정
Fig. 19. Perfume 3D model align process



그림 20. 향수 3D 모델 점 구름 생성과정
Fig. 20. Perfume 3D model point-cloud generating process

중앙대학교 | IP:219.255.207.*** | Accessed 2020/04/14 10:18(KST)



그림 21. 향수 3D 모델 솔리드
Fig. 21. Perfume 3D model solid



그림 22. 향수 최종 3D 모델
Fig. 22. Perfume 3D final model

투과성을 지닌 피사체의 경우 Align 과정에서 사진을 정렬하기 매우 힘들다. 이미지에서 피사체 일부가 매질의 굴절률에 따라 투과하여 시점 반대편에 위치하는 기준점을 동시에 가지고 있기 때문이다.



그림 23. CPL필터 적용 전(좌), 후(우)
Fig. 23. Using CPL filter before(Left), after(Right)

파란색 투과체에 한하여 렌즈에 CPL 필터를 장착한 후 촬영하여 반사를 최소화시킨 경우, 사진 정렬이 가능하였다.

Ⅲ. 결 론

이 연구는 정지 화상을 3D 그래픽으로 제작할 수 있는 Agisoft의 Metashape 프로그램을 이용하여 사진 이미지를 3D 모델로 제작하였다. 3D 모델링의 주요 과정인 Align 과정, 점구름 생성과정에서 데이터의 손실이 발생한다. 3D 모델 렌더링 과정에서 발생하는 데이터 손실을 최소화하기 위해 촬영장치를 설계 및 제작하고 촬영환경에서 발생하는 변수들을 통제하였으며, CaptureOnepro 후보정 프로그램을 통해 촬영된 이미지를 분류 및 가공하여 카메라 제조사의 렌즈 profile을 적용하여 왜곡을 억제하였다. 또한, 촬영과정에서 쉽게 발생하는 불규칙한 노출과 색상을 균등화시켜 3D 모델 제작과정에서의 점 구름 손실과 Align 오류를 최소화하였다. 이러한 과정을 통해 디지털카메라로 촬영한 사진을 3D 모델링 데이터로 사용할 수 있게 가공하였다. 이미지 후보정 작업을 통해 3D 모델 제작이 어려운 반사와 투과를 가진 피사체를 3D 모델로 오류 없이 제작하였다.

참고문헌

[1] J. S. Park, H. J. Son, J. C. Park, I. S. Oh, “Real-time 3D model generation system using multi-view images”, *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 18, No. 2, pp.383-392, Apr 2017

[2] S. C. Park, B. C. Lee, “A study on figures of the multiple synch shooting pictures using 3D priniting”, *The Society of Modern photography & Video*, Vol.16-3,Vol. 20, No. 11, pp. 2263-2271, Nov. 2019 , pp. 5-17, Nov 2013.

중앙대학교 | IP:219.255.207.*** | Accessed 2020/04/14 10:18(KST)

[3] J. H. Park, Y. D. Shin, G. R. Jang, M. H. Baeg, “A study on mapping of 3D spatial information for modeling of indoor space”, *The Korean society for geospatial information science*, pp. 84-89, Oct 2011.

[4] S. H. Lee, S. G. Jeong, T. Y. Chung, C. S. Kim, “An indoor space representation method using 3D environmental data”, *The Korean society of broad engineers*, pp. 416-417, July 2012.

[5] S. H. Han, S. I. Hong, N. S. Kim, S. S. Kim, “Generation of 3D models for 3D printers based on the characteristics of objects”, *Korean institute of information technology,* pp. 149-156, May 2014

[6] C. M. Chen, C. M. Hong, and H. C. Chuang, Efficient auto-focus algorithm utilizing discrete difference equation prediction model for digital still cameras, Transactions on Consumer Electronics, 52(4), pp. 1135-1143, 2006.

[7] L. C. Chiu, and C. S. Fuh, An efficient auto focus method for digital still camera based on focus value curve prediction model, J. Inf. Sci. Eng. 26(4), pp. 1261-1272, 2010.

[8] Panov, Y, and Jovanovic, M, “Small-signal analysis and control design of isolated power supplies with optocoupler feedback” *In Nineteenth Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, APEC*'04, Vol. 2, pp. 777-785, 2004.

[9] Platt. C, Make: electronics. O’Reilly Media, Inc., Sebastopol, CA, 2010.

[10] Platt. C, Encyclopedia of Electronic Components Volume 1: Resistors, Capacitors, Inductors, Switches, Encoders, Relays, Transistors, vol 1, O'Reilly Media, 2012.

[11] Firestone, L., Cook, K., Culp, K., Talsania, N., and Preston Jr, K. Comparison of autofocus methods for automated microscopy, Cytometry: *The Journal of the International Society for Analytical Cytology*, 12(3), pp. 195-206, 1991.

[12] Rai, N and Rai, B, Neural network based closed loop speed control of DC motor using arduino uno, *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 4(2), pp. 137-140, 2013.

[13] S. H. Cho, B. Rhee, “A study on the application possibility of 3D spatial information model in the film industry”, *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 20, No. 11, pp. 2263-2271, Nov. 2019 ,Vol. 20, No. 11, pp. 2263-2271, Nov. 2019 0, pp.1995-2008, Oct 2019



장준희(Jun-Hee Jang)

2017년 : 경운대학교 사진영상학과 학사

2013~2017 : 경운대학교 사진영상학과 재학
2018~현재 : 중앙대학교 뉴미디어아트학과 재학
2019~ 현재 : 주식회사 쓰리디준 대표이사



주종우(Jongwoo Joo)

2001년 : 중앙대학교 (B.A)
2004년 : Brooks Institute of Photography(M. S)
2008년 : 중앙대학교 (M.A)
2014년 : 중앙대학교 (Ph.D)
2013~현재 : 국가기술표준원 사진분과 전문위원
2014~현재 : 기술표준원 문화예술서비스 심의의원
2015~현재 : 사진진흥법 추진위원회 부회장
2015~현재 : 현대사진영상학회 편집위원
2017~현재 : 중앙대학교 공연영상창작학부 조교수

※관심분야 : 디지털 이미지 (Digital Image), 가상현실 (Virtual Reality Technology), 드론(Drone)

중앙대학교 | IP:219.255.207.*** | Accessed 2020/04/14 10:18(KST)