

다중 디지털 사진을 이용한 3 차원 이미지 모델 생성

정태은*(인덕대 정보메카트로닉스전공), 석정민(서울대 기계항공공학부 대학원),
신효철(서울대 기계항공공학부), 류재평((주)케이티링크)

Generation of 3 Dimensional Image Model from Multiple Digital Photographs

Tae Eun Chung*(Info-mechatronics Course, IIT), Jeong Min Seok(SNU),
Hyo Chol Shin(SNU), Jae Pyong Ryu(KTLink Co.)

ABSTRACT

Any given object on the motor-driven turntable is pictured from 8 to 72 different views with a digital camera. 3D shape reconstruction is performed with the integrated software called by Scanware from these multiple digital photographs. There are several steps such as configuration, calibration, capturing, segmentation, shape creation, texturing and merging process during the shape reconstruction process. 3D geometry data can be exported to cad data such as Autocad input file. Also 3D image model is generated from 3D geometry and texture data, and is used to advertise the model in the internet environment. Consumers can see the object realistically from wanted views by rotating or zooming in the internet browsers with Scanbull spx plug-in. The spx format allows a compact saving of 3D objects to handle or download. There are many types of scan equipments such as laser scanners and photogrammetric scanners. Line or point scan methods by laser can generate precise 3D geometry but cannot obtain color textures in general. Reversely, 3D image modeling with photogrammetry can generate not only geometries but also textures from associated polygons. We got various 3D image models and introduced the process of getting 3D image model of an internet-connected watchdog robot.

Key Words : 3D shape reconstruction (3 차원 형상 복원), Digital photographs (디지털 사진), Photogrammetry (사진 측량), Internet environment (인터넷 환경), Scan equipments (스캔 장비)

1. 서론

기존의 3 차원 스캔 장비로는 접촉식 센서와 비접촉식 센서를 이용한 장비가 있으며 3 차원 점 데이터로부터 형상 데이터를 만든다. 비접촉식 레이저 센서를 이용하는 경우에는 선 스캔 또는 점 스캔 방식에 의해 점군 데이터나 폴리곤 메쉬(polygon mesh)를 만든다. 그러나 레이저 스캐닝 방법은 유리나 같이 투명한 부분에서는 데이터를 얻을 수 없으며, 일반적으로 고가의 장비로 구성되어 있고, 측정 데이터가 많기 때문에 추가로 샘플링 작업을 해야 한다.^[1] 접촉 센서 등을 이용한 접촉 방식의 스캐닝 장비는 빛이 통과하는 유리 제품도 측정할 수 있다. 이에 비하여 디지털 사진을 이용한 3 차원 스캔 기법은 재질에 상관없이 수 만개의 폴리곤(polygon)에서 얻어진 형상과 질감 데이터로부터 실물과 같은 3 차원 모델을 생성할 수 있다. 사진이나

MRI 촬영 데이터로부터 3 차원의 이미지를 얻어내는 3 차원 형상 복원(3D shape reconstruction) 기술에는 image-based animation, marching cube technique 등 여러 가지가 있다.^[2,3] 본 연구에서는 여러 각도에서 촬영한 다중 사진으로부터 3 차원 이미지를 스캔하는 실루엣 형상 처리(silhouette-forming process) 기법을 이용하였다.^[4]

디지털 사진 촬영 및 3 차원 이미지 모델 생성에 필요한 설비로는 (주)케이티링크에서 제공한 독일 Scanbull사의 3D Scantable 및 관련 스튜디오 장비와 Scanware 3.0 소프트웨어를 사용하였다. 소형 전자 제품부터 완구에 이르기 까지 다양한 제품에 대해 3 차원 이미지 모델을 만들었으나, 그 중에서 여러 기능을 갖고 동작하는 인터넷 보안감시 애완견 로봇^[5]에 대해 본문에서 소개하였으며, 인터넷에서 해당 제품을 소비자가 여러 각도 및 크기로 볼 수 있는 환경을 구축하였다.

2.3 차원 이미지 스캐닝

2.1 촬영 전 준비 과정

디지털 카메라로 촬영한 사진들로부터 3 차원의 이미지를 얻어내기 위해서는 먼저 여러 각도에서 찍은 사진들이 있어야 한다. Table 1 에 디지털 사진 촬영에 필요한 하드웨어, 소프트웨어에 대해 항목, 제원 등을 나타내고 있다. 턴테이블은 최대 150 kg 까지의 물체를 올려 놓을 수 있으며, 5° 간격부터 90° 간격까지 회전하면서 촬영이 가능하도록 되어 있다. 턴테이블을 PC 의 COM1 포트에 연결한다. 디지털 카메라는 초점과 조명을 맞춘 후에, PC 의 USB 포트에 연결한다.

Table 1 Item and specification of equipments

Item	Specification	Reference
Digital camera	Olympus C-3030	3.3 mega pixel
Turntable	L82 x W82 x H 54 cm	Controlled by PC
Lights	750W x 2	-
Screen	Blue/Yellow/Gray	Case by case
Scan S/W	Scanware 3.0	Scanbull GmbH

2.2 스캐닝 과정

2 차원을 촬영할 수 있는 디지털 카메라를 이용하여 3 차원 이미지를 얻어내야 하므로 적어도 2 개의 축에 대한 회전을 하여 이미지를 얻게 된다. 독일 Scanbull 사의 Scanware 3.0 프로그램을 이용하여 3 차원 이미지를 얻기 위한 작업을 수행한다.

3 차원 이미지를 얻기 위한 대상은 watchdog 이라고 하는 인터넷 보안감시 애완견 로봇의 시제품이다. Fig.1 에서 보는 바와 같이 로봇에 내장된 카메라와 마이크를 이용하여 영상 및 음성을 실시간으로 전송하고 인터넷을 통해 로봇을 원격 조정 이 동할 수 있다.

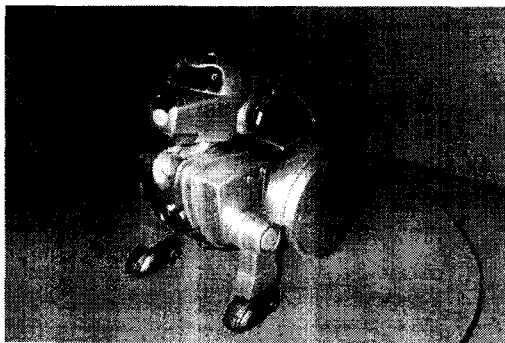


Fig. 1 Prototype of a watchdog

2.2.1 Configuration

먼저 카메라로 실물의 이미지를 미리 확인한 후, 작업 컴퓨터와 연결된 턴테이블을 테스트하여 영점 조정을 한다.

2.2.2 Calibration

실물의 위치에 좌표 판을 놓고 기준 좌표를 설정한다. 좌표 판은 가로로 10 개, 세로로 10 개의 점이 일정 간격으로 그려진 판이다. Fig.2 는 기준 좌표 판을 촬영하는 모습을 보여주고 있다.

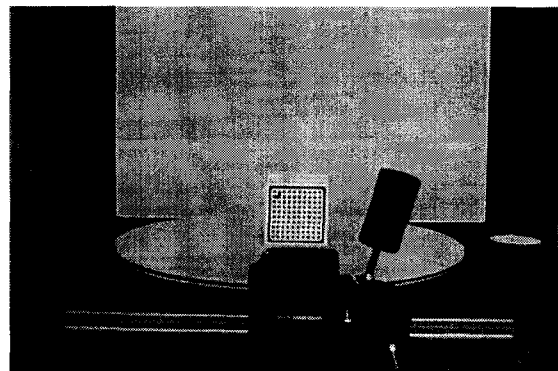


Fig. 2 Calibration process

2.2.3 Capturing

얻어낼 실물의 이미지 개수를 결정한다. 이미지 개수는 4 개에서 72 개까지 선택을 할 수 있다. 이미지 개수를 18 개로 선택한 경우에는 턴테이블이 20° 씩 회전하면서 촬영을 하게 된다

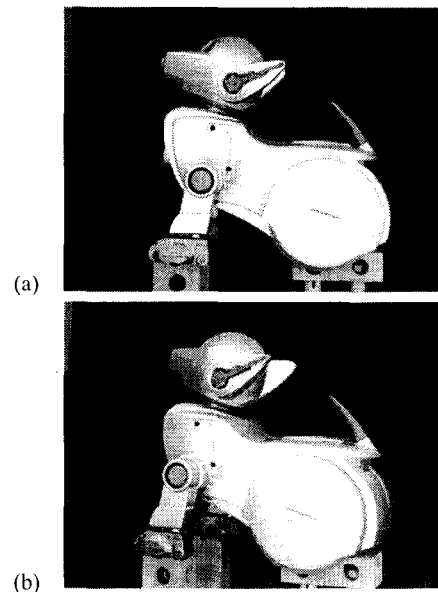


Fig. 3 Capturing process

Fig.3 은 지그에 보안감시 애완견 로봇을 올려 놓고 각도를 달리 하면서 촬영을 하는 모습을 보여 주고 있다.

2.2.4 Segmentation

얻어진 이미지에서 필요 없는 배경을 제외시키고 실물의 이미지 만을 남기는 작업이다. Fig.4 는 배경이나 반사에 의해 생긴 영상 등을 제거하여 대상 제품의 이미지를 추출하는 과정을 보여준다.

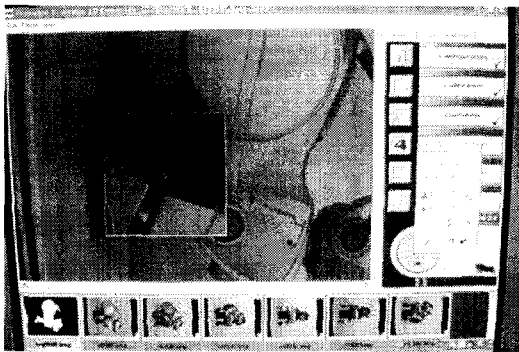


Fig.4 Segmentation process

2.2.5 Shape creation

얻어진 실물의 이미지를 합성하여 3 차원의 형상을 만든다. Fig.5 는 이러한 과정을 보여준다. Fig.5 의 우측에는 음영이 겹쳐있는 그림이 있는데 이것은 다중 촬영을 하면서 실물의 영상이 겹쳐 있는 것을 위에서 바라 본 것이며, 길게 음영이 나타난 부분을 실물의 형상으로 처리한다. 이 과정에서 3 차원 형상 데이터가 만들어지며, 해상도는 30,000 개의 폴리곤(polygon)까지 가능하다. Fig.6 에는 촬영한 각 각도에서의 형상 생성 과정을 거쳐서 완성된 최종 3 차원 형상이 나와있다.

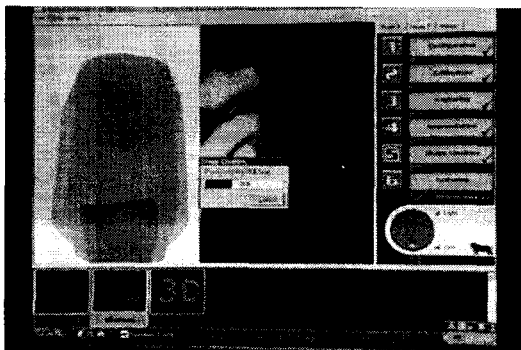


Fig.5 Shape creation process

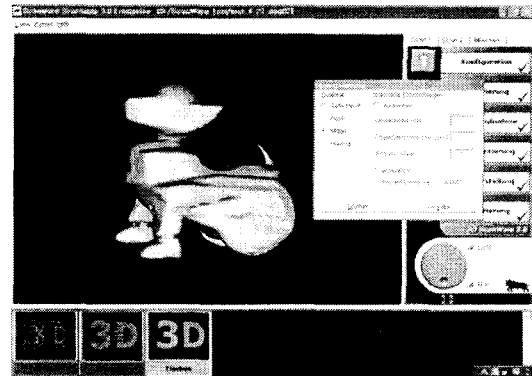


Fig.6 Final shape after shape creation process

2.2.6 Texturing

이 과정에서는 질감(texture), 색깔 정보를 담고 있는 데이터를 3 차원 형상에 입히는 작업이 이루어진다. Fig.7 은 이러한 과정을 보여주고 있다. 이때 얻어진 3 차원 이미지 데이터는 3D studio max 프로그램이나 Scanbull 사의 SPX viewer 에서 볼 수 있게 변환할 수 있다. 일반적으로 형상의 해상도에는 제한이 있으나, 질감의 해상도에는 제한이 없다.

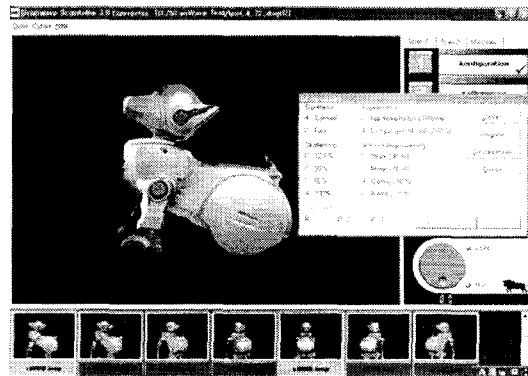


Fig.7 Texturing process

2.2.7 Merge 과정

Merge 과정에서는 두 축에서 얻은 각각의 이미지를 합성시켜 어떠한 각도에서 보더라도 실물을 보는 것과 같게 만들어준다.

인터넷 보안감시 애완견 로봇의 경우에는 보는 방향에 따라 형상이 달라지므로, 이 로봇을 정상적으로 놓았을 경우와 Fig.8 에서 보는 바와 같이 90° 돌려 세웠을 경우에 대해 디지털 사진들을 얻어야 한다. 즉 새로운 축에 대하여 capturing 과정부터 texturing 과정까지를 거친 후, 두 종류의 스캔 결과를 합성하여 3 차원 이미지를 만든다.

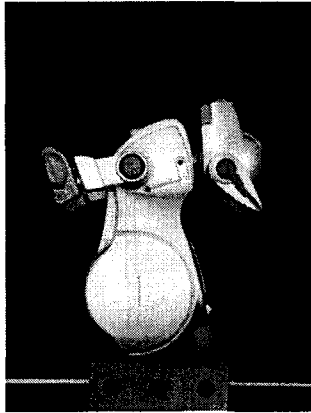


Fig.8 Another photograph from other axis

2.2.8 Marlin 과정

디지털 사진 촬영에서 얻어진 이미지는 실물의 특정한 점에서의 조명의 각도가 달라질 수 있기 때문에 색깔과 질감의 표현에서 항상 같은 데이터를 얻어낼 수 없다. Scanbull 사의 Marlin 프로그램을 이용하여 이에 대한 보정 작업을 수행한다. 또한 이 과정에서는 얻어진 이미지 데이터를 Autocad 등의 설계 프로그램용 파일로 변환시킬 수 있다.

3. 인터넷 환경에서의 작업

3.1 Html 문서 작업

제품의 3 차원 이미지 모델을 만드는 목적 중의 하나는 해당 제품을 온라인 상에서 홍보하는데 있다. 따라서 파일 용량이 작으면서 소비자가 원하는 각도나 크기로 해당 제품을 볼 수 있도록 하였다. 3 차원 이미지 모델은 압축 프로그램을 이용하여 확장자가 SPX 이며 수백 kbyte 용량의 파일로 저장된다. 이러한 파일 크기는 일반적으로 디지털 사진 1 장의 크기에 해당한다. Html 문서를 이용하여 인터넷 환경에서 해당 제품의 3 차원 이미지를 볼 수 있다. Fig.9 는 Internet Explorer 6.0 을 실행하여 인터넷 보안감시 애완견 로봇의 이미지를 나타낸 것이다. 간단한 마우스의 조작으로 로봇을 입체적으로 회전하여 볼 수 있으며, 확대, 축소, 이동을 하거나 주어진 시나리오에 의해 애니메이션을 수행할 수 있다.

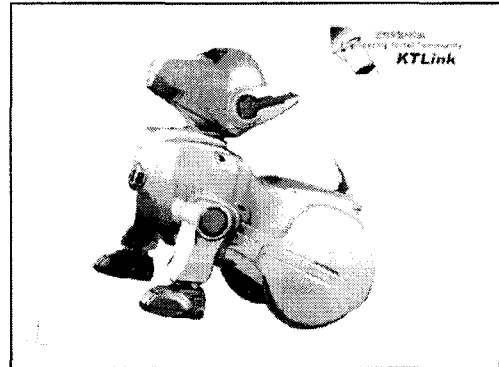


Fig.9 3D image model of the watchdog

4. 결론

디지털 카메라로 다양한 각도에서 촬영한 사진 영상을 스캐닝, 합성 과정 등을 거쳐서 3 차원 이미지 모델로 만들었다. 생성된 3 차원의 형상 데이터와 질감 데이터는 이용 목적에 따라 활용될 수 있다. 역설계를 위해 형상 데이터를 CAD 프로그램으로 읽어내어 작업할 수도 있으며, 3 차원 이미지의 인터넷 쇼핑물을 구축하는데 이용할 수도 있다. 비교적 복잡한 형상을 갖고 있는 인터넷 보안감시 애완견 로봇을 대상으로 3 차원 이미지 모델을 구축하였으며, 인터넷 환경에서 3 차원 이미지를 볼 수 있도록 하였다.

참고문헌

1. 정의섭, 김강희, 유재영, "광계측장비", 심층정보 분석보고서, 한국과학기술정보연구원, 2002.
2. Debevec, P. E., Taylor, C. J. and Malik, J., "Modeling and Rendering Architecture from Photographs : A Hybrid Geometry and Image-based Approach," SIGGRAPH 1996, pp.11-20, 1996.
3. Poulin, P., Ouimet, M. and Frasson, M. C., "Interactively Modeling with Photogrammetry," Proc. Eurographics Workshop on Rendering, 1998.
4. Matusik, W., Buehler, C., Raskar, R., Gortler, S. J. and McMillan, L., "Image-based Visual Hulls," SIGGRAPH 2000, pp.369-374, 2000.
5. <http://www.robooptics.co.kr>