디지털 기술을 이용한 유물의 문양표현 방법에 대한 연구

구자봉*

요 약

디지털 기술을 이용한 유물의 문양표현 방법은 크게 디지털 탁본기술과 디지털 명암기술의 두 가지가 있다. 디지털 탁본기술은 유물에 새겨진 명문이나 문양을 원형의 훼손 없이 3차원으로 스캐닝하고 이를 객관적 수치로 입체화시켜 명암효과를 표현함으로써 디지털 탁본 데이터를 구축하여 육안으로 확인하기 어려운 원래의 명문이나 문양을 명확하게 나타낼 수 있는 디지털 기술을 말한다. 디지털 명암기술은 유물 표면의 유리질 피막으로 인해서 대상물의 깊이정보를 계산할 수 없는 경우 3차원으로 스캐닝하고 이를 실감이미지 맵핑기술을 응용하여 디지털 명암이미지를 생성하는 디지털 기술을 말한다.

디지털 탁본기술은 주로 토기나 기와 그리고 비석 등 음각 또는 양각으로 표현된 명문이나 문양을 표현하는데 유용하며, 디지털 명암기술은 디지털 탁본기술이 적용될 수 없는 자기나 유리 등의 유물에 효과적으로 이용될 수 있다.

키워드 : 스캐닝, 모델링, 실감이미지 맵핑기술, 디지털 탁본기술, 디지털 명암기술

Study on the Artifact pattern representation of a method using digital technology

Ja-bong Koo*

Abstract

Artifact pattern representation of a method using the digital technology is largely are two digital rubbing technique and digital contrast technique. Digital rubbing technique is clearly with the naked eye to see the original prestigious and difficult to build a digital rubbing data patterns by scanning a prestigious and patterns carved into the artifacts in three dimensions without compromising the circle to represent the three-dimensional effect by contrast it to the objective value refers to a technique that can be represented in digital. Digital contrast technique can not be calculated if the depth information of the object due to the glassy film of artefacts in a three-dimensional surface scanning and the application of this technique refers to a realistic image mapped digital technique for generating digital image contrast.

Digital rubbing technique is mainly useful to express the most prestigious and patterns expressed in pottery or tile and stone monument, etc. engraved or embossed, digital contrast techniques can be used effectively to artifacts such as magnetic or glass can not be applied to the digital rubbing technique.

Keywords : Scanning, Modeling, Realistic images Mapping technology, Digital Rubbing technique, Digital Contrast Technology

※ Corresponding Author : Ja-bong Koo

Received: January 20, 2015

Revised: February 23, 2015

Accepted: February 27, 2015

* Jungwon University Religion culture content

Tel: 043-830-8871, Fax: 053-755-0070

email: kjb@jwu.ac.kr

1. 서론

디지털 기술을 이용한 유물의 명암표현 방법 가운데 디지털 탁본기술은 유물에 새겨진 명문이나 문양을 원형의 훼손없이 3차원으로 스캐닝하고 이를 객관적 수치로 입체화시켜 명암효과를 표현함으로써 디지털 탁본 데이터를 구축하여 육안으로 확인하기 어려운 원래의 명문이나 문양을 명확하게 나타낼 수 있는 디지털 기술을 말한다. 이러한 디지털 탁본기술은 디지털 탁본 데이터의 최적화를 통하여 탁본이미지를 생성하는 기술을 말하며, 주로 토기나 기와 그리고 비석 등 음각으로 표현된 명문이나 문양을 표현하는데 매우 효과적으로 적용되었다.

그러나 자기의 경우 양각표현법 특히 압출양각으로 표현된 문양의 경우 일반적으로 3차원의 입체적 유물을 2차원 도면 위에 나타내기 위한 방법으로 손으로 직접 점을 찍어 조밀도에 따라 명암을 표시해 실물에 가깝도록 표시하는 방법을 사용한다. 그러나 수작업에 의해서 이루어지는 명암표현법은 많은 소요시간과 복잡한 작업과정이 필요하며, 숙련도에 따라 결과물이 달라진다. 최근에는 명암표현법을 이용해 도면을 완성하는 것이 번거롭고 어려워 사진이미지를 가공하여 사용하기도 하나 이것은 1 : 1의 이미지가 아니므로 정확한 실측도라고 보기 어렵다. 또한 3D스캔데이터의 최적화를 통한 디지털 탁본기술로는 명암표현법에 적용될 수 없는 기술적 한계를 가지고 있다. 따라서 문양이 양각표현법에 의해서 시문된 자기의 경우에는 디지털 탁본기술이 아니라 디지털 명암기술이 적용되어야 한다.

이 글에서는 디지털 기술을 이용한 유물의 문양표현 방법을 살펴보는 가운데 우선 기존의 디지털 탁본데이터의 최적화를 통한 디지털 탁본기술을 간략하게 살펴보고 다음으로 자기의 명암표현법에서 실감이미지 맵핑기술을 응용하여 디지털 명암이미지를 생성하는 디지털 명암기술의 내용과 과정 그리고 기술의 효과 등에 대하여 상세하게 살펴보고자 한다.

2. 디지털 기술의 적용

탁본이나 명암표현법에 의한 유물의 문양표현 기술은 금석학뿐만 아니라 고고학, 미술사학, 역사학, 문학 등 어느 분야에 국한되지 않는 중요한 과정이다. 그러나 수작업에 의한 탁본이나 명암표현법의 기술은 많은 소요시간과 복잡한 작업과정이 요구되며 특히 한지 수축성의 한계로 인한 세부 틈새에 대한 세밀한 표현의 어려움이나, 표면의 굴곡이 심한 유물의 경우 실측자의 숙련도에 따라 결과물이 달라지는 등 많은 문제점을 가지고 있다. 따라서 유물 표면의 문자나 문양을 정확하게 표현하기 위해서는 사람의 수작업이 아닌 정밀한 객관성이 확보된 디지털 정밀기술의 필요성이 요구되고 있다.

토기나 기와 그리고 비석 등의 유물은 디지털 탁본기술을 이용하여 표면에 새겨진 명문이나 문양을 명확하게 표현할 수 있다. 디지털 탁본기술은 유물에 새겨진 명문이나 문양을 원형훼손없이 3차원으로 스캐닝하고 이를 객관적 수치로 입체화시켜 명암효과를 표현함으로써 디지털 탁본 데이터를 구축육안으로 확인하기 어려운 원래의 명문이나 문양을 명확하게 나타낼 수 있는 디지털 기술을 말한다. 디지털 탁본기술의 작업과정은 (그림 1)에 나타난 바와 같이 3차원 스캐닝, 3차원 모델링, 디지털 탁본데이터 최적화, 디지털 탁본이미지 생성 등의 네 단계로 구분될 수 있다. 디지털 탁본기술은 토기나 기와 등의 유물의 경우에는 표면의 명문이나 문양뿐만 아니라 내면의 타날흔이나 포목흔 등의 문양에 대해서도 명확하게 표현할 수 있는 장점을 가지고 있다.

그러나 자기와 같은 유물의 경우 유약이 입혀져 유리질의 피막이 형성되어 있으므로 대상물의 깊이정보를 계산하여 그 값을 컬러맵 형태로 생성하는 디지털 탁본기술로는 실측이미지를 구현해 낼 수 없다. 자기의 경우 디지털 탁본기술과는 다른 별도의 디지털 기술을 거쳐야만 탁본이미지 생성과 유사한 실측이미지를 만들 수 있다. 수작업에 의한 자기실측의 경우 무늬의 가장자리 바깥쪽을 경사지게 깎아서 무늬가 도드라져 보이게 하는 양각표현법 특히 문양틀을 사용하여 문양을 대량으로 찍어내는 장식기법인 압출양각과 같은 문양장식의 표현방법은 서양화에서 발달된 조형요소의 하나인 명암법을 이용하여 도면에 표현되었다. 수작업으로 이루어지는

명암표현법은 많은 소요시간과 복잡한 작업과정이 필요하며, 숙련도에 따라 결과물이 달라지는 치명적인 약점을 가지고 있다. 최근에는 명암법을 이용해 도면을 완성하는 것이 번거롭고 어려워 사진이미지를 사용하기도 하나 1 : 1 이미지가 아니므로 정확한 실측데이터라고 보기 어렵다. 따라서 수작업에 의한 실측이나 사진이미지 등의 사용을 대체할 수 있는 방법으로 3D 스캔을 통해서 획득된 데이터를 이용하여 1 : 1의 정확한 실측도면을 구현할 수 있는 디지털 기술의 개발이 요구되고 있다.

디지털 명암기술은 디지털 탁본기술이 적용될 수 없는 자기 등의 유물에 대하여 실감이미지 맵핑기술을 응용하여 디지털 명암이미지를 생성하는 디지털 정밀기술을 말한다. 디지털 명암기술의 작업과정은 (그림 2)에 나타난 바와 같이 3차원 스캐닝, 3차원 모델링, 실감이미지 맵핑기술 응용, 디지털 명암이미지 생성 등의 네 단계로 구분될 수 있다.

(그림 1) 디지털 탁본 이미지 생성과정

(Figure 1) Digital rubbing the image creation process

(그림 2) 디지털 명암이미지 생성과정

(Figure 2) Digital contrast image generation process

3. 디지털 기술의 과정

3.1 3차원 스캐닝

디지털 탁본기술이나 디지털 명암기술 모두 유물의 3차원 스캐닝 작업은 동일하다. 우선 3차원 스캐닝 방식을 적용하여 유물의 표면에 접촉하지 않고 외부에서 형상정보를 획득한다. 스캐닝은 정각 및 정샷 촬영하여 왜곡현상을 방지하고 유효데이터 구간이 존재하도록 스캔한다. 한 방향 1회 스캔으로 데이터를 확보할 수 없는 경우 스캐너의 위치를 변경해가며 다중스캔을 실시하고, 모델링 단계의 데이터 정합을 위해 충분한 오버랩구간을 두어야 한다.

자동 스캐닝 시스템을 통하면 입력된 각각의 스캔데이터를 3차원 모델링단계의 소프트웨어가 인식할 수 있게 회전각의 위치값을 줄 수 있으며 각각의 회전 위치값에 따라 자동으로 병합되도록 할 수 있다. 따라서 한번의 프로세스 실행으로 3차원 형상정보 획득이 가능하다.

(그림 3) 스캔데이터 취득

(Figure 3) Scan data acquisition

3.2 3차원 모델링

3차원 모델링 작업은 디지털 탁본기술이나 디지털 명암기술 모두 동일하다. Point Cloud(點群) 데이터로 이루어진 스캔 데이터를 면으로 재구성하여 시각적으로 입체감을 형성하도록 모델링 작업을 한다. 스캔 데이터는 디지털 탁본기술과 디지털 명암기술을 수행하기 위하여 고밀도로 정합된 데이터가 요구되므로 1차 모델링 과정에서 고밀도 추출방법을 선택한다.

추출된 스캔 데이터의 최소단위인 Shell에는 획득하고자 하는 위치 및 색상정보 뿐만 아니라 불필요한 데이터도 포함되어 있으므로 이들을 제거한 원형 이미지를 잘 보여줄 수 있는 순수한 스캔 데이터의 Shell만을 이용해서 작업을 진행한다.

다음으로 각 Shell은 스캔 단계에서 정합을 위한 중복구간을 가지게 되는데 그 중복구간의 정보를 활용하여 정합(Registration)한다. 즉 인접한 두 Shell의 중복 구간에서 대상체의 동일한 점이라고 판단되는 Point를 지정함으로써 인접한 두 개의 Shell을 정합할 수 있다. 이러한 인접 Shell간의 정합과정을 반복함으로써 획득하고자 하는 3차원 형상정보를 얻게 된다.

(그림 4) 스캔데이터 추출

(Figure 4) Scan data extraction

(그림 5) 스캔데이터 정합

(Figure 5) Scan data matching

(그림 6) 모델링데이터 완성

(Figure 6) Scan data matching

3.3 실감이미지의 맵핑기술 응용

디지털 탁본기술은 획득된 모델링 데이터에 여러 다양한 가공프로세스를 활용하여 디지털 탁본데이터 최적화 작업을 수행함으로써 대상물에 대한 고품질 탁본 데이터 추출이 가능하다. 또한 대상물의 돌출된 부분에 대한 표현이나 틈새의 표현 등을 다양하고 입체적으로 표현할 수 있다. 디지털 탁본데이터의 최적화 방법으로는 대상물의 탁본이미지를 잘 보여줄 수 있는 부분

을 제외하고 불필요한 데이터를 제거해 데이터 용량을 줄임으로써 움직임이 수월하게 되도록 하고, 데이터의 면을 최적화시켜 디테일하게 만들어 사용한다. 또한 smooth 기법을 이용해 데이터 표면을 정리하고, 깊이의 높낮이 값을 극대화시켜 선명도를 개선해 사용하는 것이 바람직하다.

(그림 7) 탁본데이터 최적화과정

(Figure 7) Rubbing data optimization

디지털 탁본이미지를 생성하기 위해서 데이터의 최적화작업이 전제되어야 하듯이 자기의 경우 디지털 명암이미지를 얻기 위해서는 고해상도의 실사이미지가 필요하다. 그러나 현 수준의 3D스캐너로는 스캔 대상 고유의 Real Color를 스캔데이터에 재현하기가 매우 어렵다. 왜냐하면 3D스캔 초기에 스캐너에서 얻어진 데이터의 칼라정보가 각각의 촬영시점마다 노출값이 다르고, 또 조밀하게 찍혀 오버랩되는 영역은 자국이 남기 때문이다.

따라서 스캔데이터의 보다 사실적인 시각화 구현은 별도로 스캔대상물의 표면 텍스처에 대한 사진촬영을 실시하고, 촬영된 실사이미지를 3차원 스캔데이터에 합성, 실제 스캔대상과 동일한 사실감을 갖는 이미지 파일을 제작함으로써 실현될 수 있다. 이러한 과정을 텍스처 맵핑이라고 한다.

텍스처 맵핑은 3차원 모델링 작업을 통해 생성된 스캔데이터에 2차원 컬러이미지를 추가하는 것으로, 3차원의 위치정보 중 깊이정보인 z좌표를 2차원으로 만든 이미지를 그리드 기반으로 분할하여 3차원의 직교좌표로 변환한 후 각 정점을 2차원 컬러이미지의 픽셀좌표에 1:1 대응하여 스캔데이터를 재구성하는 맵핑기법이다.

(그림 8) 깊이정보를 3차원의 직교좌표로 전환

(Figure 8) Depth conversion information in the Cartesian coordinates of the three-dimensional

텍스처 맵핑을 하기 위해서는 우선 *.stl, *.ply, *.mdl 형식의 스캔데이터를 맵핑프로세서에 import한다. 각각의 형식 모두 칼라정보를 가지고 있어 선으로 표현되는 실측데이터로는 별다른 가공없이 충분히 유효하나, 명암이미지를 얻기 위한 데이터로는 퀄리티가 떨어져 그대로 사용하기 어렵다. 따라서 스캔데이터에 2차원 컬러이미지를 맵핑하는 기술을 응용하여 스캔데이터를 재가공해야 한다.

(그림 9) 각종 자기의 스캔데이터

(Figure 9) Scan data of various ceramics

(그림 10) 스캔데이터의 color값 제거

(Figure 10) Remove scan data color values

우선 위에서 언급한 이유로 실감이미지 모델링 데이터를 얻기 위해서는 기존에 획득된 칼라 정보는 삭제하고 칼라값이 제거된 데이터에 선명한 bitmap Image를 불러들여 제작한다.

제작방법에는 내저면과 저부면 전체문양을 표현하기 위한 면 '전체설정 방법'과 내·외면의 입면 일부를 표현하기 위한 '영역설정 방법'으로 나뉜다. 따로따로 작업을 해야 하지만 한 유물의

완성도면을 얻기 위해서는 두 가지 방법을 상황에 맞게 함께 사용한다.

(그림 11) bitmap Image 불러오기(전체,영역설정)

(Figure 11) bitmap Image Load(Entirety, Area Setting)

맵핑영역이 결정되면 스캔데이터와 import된 bitmap Image를 비교하며 각각의 대응점을 찾아 점을 찍어주면 기하학적으로 계산되어 맵핑된 3차원 형상이 만들어진다.

bitmap Image를 적용한 실감이미지 모델링 데이터를 제작한 후 조명기능을 사용하면 데이터의 화질측면에서 좀 더 선명하게 만들 수도 있다.

(그림 12) bitmap Image 대응점 찾기

(Figure 12) bitmap Image Find the corresponding point

(그림 13) 실감이미지 모델링데이터 완성

(Figure 13) Realize the finished image modeling data

(그림 14) 선명도 조절

(Figure 14) Sharpness adjustment

3.4 디지털 명암이미지의 생성

디지털 탁본기술은 이미지의 현실성을 높이고 입체감을 살리기 위하여 대상물의 깊이정보를 객관적 수치데이터를 통해 명확하게 표현함으로써 디지털 탁본이미지를 생성한다. 그 과정은 음영처리 기법의 하나인 AO(Ambient Occlusion)를 활용하여 세부적인 음영효과를 만드는 것으로 어두운 부분과 광원효과를 강조해 양각과 음각의 대비효과를 나타내도록 한 것이다.

Ambient라는 것은 태양광에 대해서 생기는 직접적인 그림자가 아닌, 태양광이 다른 물체에 반사되어 또 다른 물체를 비출 때 생기는 그림자를 의미한다. 일명 [주변광]이라고 하는 간접광을 이야기하는 것으로 이러한 주변광에 영향을 받는 부분인지, 어느정도 받는지를 오직 깊이 정보로만 판단하여 그 정도를 계산함으로써 높낮이 값을 Color Map 형태로 생성한다. 이러한 기법을 활용하여 표현된 높낮이 값을 극대화시킨 후 최종적으로 범용 이미지 편집 소프트웨어(포토샵 등)을 이용하여 색상에 대한 표현을 검은색과 흰색으로 단순 변환시킴으로써 음각된 부분은 흰색으로, 양각된 부분은 검은색으로 표현한다.

(Figure 15) Rubbing the image creation process

디지털 명암기술의 경우 불완전한 색상정보는 제거하고 bitmap Image를 입혀 텍스처 맵핑된 실감이미지 모델링 데이터를 최적화된 화질로 저장한 후 획득된 2D 이미지를 범용 이미지 편집 소프트웨어(포토샵 등)을 이용하여 색상에 대한 표현을 검은색과 흰색으로 단순 변환하고 이미지의 명암 조정으로 선명도를 높여 명암이미지를 생성한다.

선명도를 높이기 위해서는 밝은 영역은 더 밝게 어두운 영역은 더 어둡게 대비가 되도록 이미지의 색상조절 레벨이나 커브를 이용해 값을 조정한다. 대체로 명도나 채도, 색상 등의 차이가 클수록 대비는 커지며 이웃한 색상들이 서로 서로 영향을 받아 두드러져 보이게 된다.

색상대비로 이미지 보정작업을 한 후 이미지의 채도값을 제거해 흑백이미지로 변환한다. 흑백으로 변환한 이미지는 픽셀간의 대비를 증가시켜 더 뚜렷한 이미지를 만드는 여러 기능들을 이용하여 다시 선명함을 극대화시킨다. 고렐리티의 흑백이미지는 다양한 필터기능을 이용해 문양의 압출양각 이미지를 잘 표현할 수 있는 효과를 주어 명암이미지를 완성한다.

(Figure 16) Texture mapping the scanned data

(Figure 17) After the data saturation correction
Black and White Conversion

(Figure 18) Maximizes clarity

(Figure 19) Contrast image completion

4. 디지털 탁본기술과 디지털 명암기술

디지털 기술을 이용한 유물의 문양표현 방법은 크게 디지털 탁본기술과 디지털 명암기술의 두 가지가 있다. 손으로 하는 수탁본의 탁본효과를 대체할 수 있는 디지털 탁본기술은 유물에 새겨진 명문이나 문양을 원형의 훼손없이 3차원으로 스캐닝하고 이를 객관적 수치로 입체화시켜 명암효과를 표현함으로써 육안으로 확인하기 어려운 원래의 명문이나 문양을 명확하게 나타낼 수 있는 디지털 기술을 말한다. 수작업에 의한 명암표현법의 실측기술을 대체할 수 있는 디지털 명암기술은 디지털 탁본기술이 적용될 수 없는 자기 등의 유물에 대하여 실감이미지 맵핑 기술을 응용하여 디지털 명암이미지를 생성하는 디지털 정밀기술을 말한다.

디지털 탁본기술은 유물이나 물체표면에 접촉하지 않고 외부에서 표면정보를 취득하는 3차원 레이저 스캔방식을 적용하여 작업 공정 단순화로 인한 작업시간 단축 및 유물표면 접촉으로 인한 유물의 손상을 방지할 수 있다. 기존의 수탁본은 현장작업에서 한지부착, 물분무, 물기제거, 옷술을 활용한 윤곽 살리기, 솜방망이를 활용한 먹물 문히기, 탁본건조 등의 6단계를 거치지만 디지털 탁본기술은 현장에서 3차원 스캐닝 작업만 하기 때문에 하나의 단계로 축소된다. 수탁본의 디지털 작업은 탁본된 한지를 스캔하고 포토샵 작업을 통하여 디지털화 되지만 디지털 탁본기술은 3D 모델링, 디지털 탁본데이터 최적화, 디지털 탁본이미지 생성 등의 3단계를 거쳐서 디지털 작업이 이루어진다. 손으로 하는 수탁본은 유물과 접촉이 발생함으로써 유물이 훼손될 가능성이 많으나 디지털 탁본기술은 유물과 접촉할 필요가 없기 때문에 유물이 손상될 가능성이 전혀 없다. 탁본자료의 취득은 수탁본의 경우 한지에 탁본자료가 표현되지만 디지털 탁본기술은 디지털 3D입체정보를 통하여 다양한 자료를 취득할 수 있기 때문에 활용도를 높일 수 있다. 특히 유물의 세밀한 부분이나 깊은 부분은 수탁본에 의해서 표현하기 어려우나 디지털 탁본기술은 3차원 레이저가 닿는 깊은 부분까지 정밀하게 표현할 수 있으므로 객관성을 가진 탁

본자료로서 가치가 높게 평가될 수 있는 것이다.

그와 달리 자기와 같은 유물의 경우 유약이 입혀져 유리질의 피막이 형성되어 있으므로 대상물의 깊이정보를 계산하여 그 값을 컬러맵 형태로 생성하는 디지털 탁본기술로는 실측이미지를 구현해 낼 수 없다. 따라서 디지털 탁본기술과는 다른 별도의 디지털 기술을 거쳐야만 탁본이미지 생성과 유사한 실측이미지를 만들 수 있다. 이와 같은 경우 실감이미지 맵핑기술을 응용하여 디지털 명암이미지를 생성하는 디지털 명암기술이 효과적이다. 수작업에 의한 실측기술에서 기존의 명암표현법은 기준선 설정, 측점의 측정, 문양의 편집, 문양의 투영, 점묘법을 이용한 문양의 명암표현, 트레싱작업 등의 6단계를 거치지만 디지털 명암기술은 3차원 스캐닝 작업만 하기 때문에 하나의 단계로 축소된다. 명암표현법의 디지털 작업은 도면화된 트레싱지를 스캔하고 포토샵 작업을 통하여 디지털화 되지만 디지털 명암기술은 3D 모델링, 실감이미지 맵핑기술 응용, 디지털 명암이미지 생성 등의 3단계를 거쳐서 디지털 작업이 이루어진다.

디지털 탁본기술은 주로 토기나 기와 그리고 비석 등 음각 또는 양각으로 표현된 명문이나 문양을 표현하는데 유용하며, 디지털 명암기술은 디지털 탁본기술이 적용될 수 없는 자기나 유리 등의 유물에 효과적으로 이용될 수 있다.

5. 결론

수작업에 의한 탁본이나 명암표현법의 기술은 많은 소요시간과 복잡한 작업과정 특히 한지의 수축성의 한계로 인한 세부 틈새에 대한 세밀한 표현의 어려움이나 표면의 굴곡이 심한 유물의 경우 실측자의 숙련도에 따라 결과물이 달라지는 등 많은 문제점을 가지고 있다. 따라서 유물 표면의 문자나 문양을 정확하게 표현하기 위해서는 사람의 수작업이 아닌 정밀한 객관성이 포함된 디지털 정밀기술의 필요성이 요구되고 있다.

디지털 기술을 이용한 유물의 문양표현 방법은 크게 디지털 탁본기술과 디지털 명암기술의 두 가지가 있다. 디지털 탁본기술은 유물에 새겨진 명문이나 문양을 원형의 훼손없이 3차원으

로 스캐닝하고 이를 객관적 수치로 입체화시켜 명암효과를 표현함으로써 디지털 탁본 데이터를 구축하여 육안으로 확인하기 어려운 원래의

<표 1> 디지털 탁본기술의 효과

	Rubbing technique	3D rubbing technique	
Field work	Paper attached	3D scanning	Field work or actual work step reduction
	Water injection		
	Remove moisture		
	Saving clothes brush outline advantage		
	Inking		
	Rubbing dry		
Digital work	2D scan	3D modeling ↓ Contrast generated image ↓ Digital rubbing image ↓ Digitizing	Stream line the digital workflow
	Rubbing generated image		
	Digitizing		
Contact remains whether	Artifacts surface contact	No artifacts contact surfaces	No damage remains
Acquisition	Paper	Digital precision data	Improving
Precision	Expressing difficulties	Precision can be expressed	Objectivity

<Table 1> The effect of digital rubbing technique

<표 2> 디지털 명암기술의 효과

	Rubbing technique	3D contrast technique	
Field work	Baseline set	3D scanning	Field work or actual work step reduction
	Determination of the station		
	Edit Glyph		
	Projection		
	Contrast representation of patterns		
	Tracing		
Digital work	2D scan	3D modeling ↓ Image mapping technology ↓ Digital contrast image ↓ Digitizing	Stream line the digital workflow
	Rubbing generated image		
	Digitizing		
Contact remains whether	Artifacts surface contact	No artifacts contact surfaces	No damage remains
Acquisition	Tracing paper	Digital precision data	Improving
Precision	Accuracy decreases	Accurate 3D scan data	Objectivity

<Table 2> Contrast effects of digital technology

명문이나 문양을 명확하게 나타낼 수 있는 디지털 기술을 말한다. 디지털 명암기술은 유물 표

면의 유리질 피막으로 인해서 대상물의 깊이정보를 계산할 수 없는 경우 3차원으로 스캐닝하고 이를 실감이미지 맵핑기술을 응용하여 디지털 명암이미지를 생성하는 디지털 기술을 말한다. 디지털 탁본기술은 주로 토기나 기와 그리고 비석 등 음각 또는 양각으로 표현된 명문이나 문양을 표현하는데 유용하며, 디지털 명암기술은 디지털 탁본기술이 적용될 수 없는 자기나 유리 등의 유물에 효과적으로 이용될 수 있다.

[References]

- [1] Koo jabong·Yoon sunhee, "Archaeological relics actual methods", Chunchugak, 2004.
- [2] Gyeongju Properties Research Institute, "Gyeongju Namsan", 2004.
- [3] Koo jabong·Yoon sunhee, "Measured against the archaeological relics method using a 3D" TECHNOLOGY archaeological research, Ajou- university Museum, 2006.
- [4] Yoon sunhee, "Archaeological relics actual building systems", Pusan National Archaeology Master's Thesis, 2008.
- [5] Koo jabong, "3D scanning methods for building relics Cultural Heritage Digital" Journal of Korea culture & contents technology association VOL.6 NO.11, Korea culture & contents technology association, 2011.
- [6] Koo jabong, "Research of Digital Rubbed Copying Technology of Cultural Assets", Journal of Korea culture & contents technology association VOL.8 No.2, 2013.
- [7] J. Zhu, L. Wang, R. Yang, and J. Davis. Fusion, "time-of flight depth and stereo for high accuracy depth maps. in Proc", 2008.
- [8] S. Schuon, C. Theobalt, J. Davis, and S. Thrun. "Lidarboost: Depth superresolution for tof 3d shape scanning." in Proc, 2009.
- [9] S. Seitz, B. Curless, J. Diebel, D. Scharstein, and R. Szeliski. "A comparison and evaluation of multi-view stereo reconstruction algorithms". In Proc, 2006.
- [10] A. Swadzba, B. Liu, J. Penne, O. Jesorsky, and R. Kompe. "A comprehensive system for 3D modeling from range images acquired from a 3D ToF sensor." In Proc., 2007.
- [11] Ga-Ram Jang, "Real-time Polygon Generation and Texture Mapping for Tele-operation using 3D point Cloud Data" Journal of institute of Control, Robotics and systems (2013) 19(10)

구 자 봉

1993년 : 영남대학교 대학원 (문학 석사)

2005년 : 영남대학교 대학원 (문학 박사-환두대도)

1999년~2010년: 경북과학대학교 교수/박물관장

2010년~2014년: 대구보건대학교 교수/박물관장

2011년~2015년: 대구박물관협의회 회장

2014년~현 재: 중원대학교 종교문화컨텐츠학과 교수

2005년~현 재: (주)투디포디 대표이사

관심분야 : 디지털문화재(Digital Heritage), 디지털 문화콘텐츠(Digital culture content), 홀로그램(Hologram) 등