

CONTENTS PLUS

한국영상학회논문집

Journal of Korean Society of Media & Arts Vol.20, No.3

<https://doi.org/10.14728/KCP.2022.20.03.065>

기가픽셀 데이터의 품질 검증 기술 연구 - 2D 이미지 기반의 국내 문화재 적용을 중심으로

Research on Gigapixel Data Quality Verification Technology - Focusing on the Application of 2D Image-based Domestic Cultural Heritage

주저자

유미 (You, Mi)

서울예술대학교 영상학부 디지털아트전공 조교수

Professor, Dept. of Digital Arts, Seoul Institute of the Arts

anubodhih@gmail.com

* This work was supported by Electronic and Telecommunications Research Institute(ETRI) grant funded by Cultural Heritage Administration (Development of ultra high resolution gigapixel 3D data generation technology, 2021A02P02-001).

Abstract

Recently, with the ongoing development of computer technology, a technology capable of acquiring gigapixel images has been developed, enabling high-quality images to be acquired. Applying this gigapixel data acquisition technology to cultural assets enables ultra-high-resolution cultural heritage data to be acquired. Current optical technology for producing megapixel images uses stitching, a method of acquiring and merging each image based on a well-calculated camera position. Stitching is a necessary process to produce a megapixel image, but unnecessary errors may be generated when combining multiple images. An image quality assessment is conducted as part of this study for verification between megapixel data acquired with a free view and data acquired with a precisely designed camera. Among the various evaluation techniques, SSIM (structured similarity indexing method) and FSIM (feature similarity indexing method) techniques suitable for us were developed and used to verify the gigapixel data. We compared and analyzed images of two cultural assets, Bicheonsang and Gonnyejeondo. When the originals were analyzed by SSIM and FSIM, both obtained a value of 1.0, and the image produced with a free viewpoint obtained a value slightly lower than that assigned to the original result. The technology to verify the high-quality cultural heritage data obtained through this study can be used in the field of restoration of cultural properties in the future and can contribute to the effort of recording our precious cultural heritage.

Keywords

gigapixel, cultural heritage, SSIM, FSIM

국문초록

최근 컴퓨터 기술의 발전에 따라 기가픽셀급 이미지를 획득할 수 있는 기술이 개발되어 고품질의 이미지를 획득할 수 있게 되었다. 이 기가픽셀 데이터 획득 기술을 문화재에 적용해 초고해상도 문화재 데이터를 획득할 수 있게 되었는데, 이 기술로 제작된 고화질, 고품질의 문화유산 데이터는 그 가치가 이루 말할 수 없을 정도로 높다고 하겠다. 메가 픽셀 이미지를 제작하기 위한 현재의 광학기술은 잘 계산된 카메라의 위치를 바탕으로 각각의 이미지를 획득하여 합치는 방법인 스티칭을 사용한다. 스티칭은 메가 픽셀 이미지를 제작하기 위해서 반드시 필요한 과정이나 여러 이미지를 결합시키는 과정에서 불필요한 오차가 생성될 수 있는 가능성이 있다. 본 연구는 자유 시점으로 획득된 메가 픽셀 데이터와 정교하게 설계된 카메라로 획득된 데이터 간의 검증을 위하여 이미지의 품질 평가(Image Quality Assessment)를 수행하고자 한다. 여러 평가 기술 중 우리에게 적합한 SSIM(Structured Similarity Indexing Method)와 FSIM(Feature Similarity Indexing Method) 기술을 개발하여 기가 픽셀 데이터의 검증에 사용하였다. <비천상>과 <곤여전도>라는 두 개의 문화재 이미지를 비교 분석하였는데, 원본끼리 SSIM과 FSIM의 방법으로 분석하였을 때는 둘 다 1.0의 값을 획득하였으며, 자유 시점으로 제작된 이미지는 원본의 결과보다 다소 못 미치는 값을 획득하였다. 본 연구를 통해 획득된 고품질의 문화재 데이터를 검증하는 기술은 향후 문화재 복원 분야에서 사용할 수 있으며 우리의 소중한 문화 유산 기록 분야에 기여할 수 있다.

중심어

기가픽셀, 문화재, SSIM, FSIM

1. 서론¹⁾

1.1. 문화재의 가치

문화재는 과거로부터 전해져온 문화유산으로써 문화적 가치가 있는 사물, 즉 보존할 만한 가치가 있는 민족의 문화유산을 말한다²⁾. 우리나라의 문화재보호법에서는 문화재를 인위적·자연적으로 형성된 국가적·민족적·세계적 유산으로서 역사적·예술적·학술적·경관적 가치가 큰 것으로 정의하고 있다. 이 문화재가 지니는 가치는 현재 우리가 문화유산을 위한 다양한 사회적 행위를 하고 있는 이유이며, 목적이기도 하다(Lee, S., 2011).

문화재가 가지는 가치의 요소를 정의하고자 하는 다양한 측면으로의 분석이 그동안 빈번히 있었다. 여러 많은 논의에서 문화재는 예술·미학적(Aesthetic), 역사적(Historicla), 고고학적(Archaeological), 정보적(Informational), 경제적(Economic) 등 여러 다양한 가치들을 내포하고 있음을 말하고 있다.

영국의 English Heritage는 지난 30년간 문화재의 가치에 대한 연구를 진행하였고, 2008년에는 그러한 논의를 종합적으로 검토하여 『Conservation principles, policies and guidance for the sustainable management of the historic environment』를 발간하였다(English Heritage, 2008). 여기서는 문화재의 공적 가치를 중시하는 가치론에 근거한 철학적 토대 위에 문화재에 대한 정책과 보존원칙을 수립하는 방법론을 제시하였다. 이 보고서에서는 문화유산이 한 개인이나 일부 집단의 전유물이 아니라 공공의 자산임을 일컫는 문화재의 공적 가치 개념에 입각하여 문화재 보존에 대한 책임 의식을 부과하고 있다. 또한 문화유산이 지닌 가치를 4가지로 구분하였는데, 인류 활동의 유형적 산물로서 자료적 증거로서의 가치(Evidential value), 역사적 가치(Historicla value), 미학적·예술적 가치(Aesthetic value), 공동체적 가치(Commual value)를 언급하고 있다.

1.2. 문화재의 보존

위에서 언급한 문화재의 여러 가치들 중 문화재를 접하게 되었을 때 보는 이로 하여금 미적 감흥을 일으키게 하는 예술적 가치에 대하여 부에라 현장³⁾의 2.2항에서는 ‘감각적 인식의 측면을 포함하는 것으로 그 판단기준은 대상물의 형태, 스케일, 색상, 질감, 등의 물질적 부분에 있다’고 하였다. 그런데 이 예술적 가치는 상대적인 것으로 시대적인 미감이나 문화적인 특성에 의해 변화할 수 있는 유연성을 지니고 있다. 또한 시대가 가지고 있는 감성적이고 상징적인 가치에 의해 주관적인 판단으로 예술적 가치의 일부를 손상시킬 수 있다(Riegl, A., 1903)(Lipe, W., 1983). 예를 들면, 19세기에 유럽을 휩쓴 고딕 부활 운동 당시 사람들은 고딕 양식이 가장 완벽하게 기독교적 이념과 신의 가르침을 표현할 수 있다고 믿었다. 그 당시 고딕 양식을 선호했던 건축적 미감과 함께 종교적 신념을 바탕으로 로마네스크 양식이나 그 이전의 양식들을 모두 고딕 양식으로 교체하는 일들이 무분별하게 이루어졌다.

문화재의 가치를 보존하는 일은 문화재의 예술적 가치에 대한 객관성을 바탕으로 하여야 한다. 문화재가 가지고 있는 형태적이고 물질적인 부분에 있어 사실성을 유지하지 않으면 시대가 가지고 있는 예술적 가치에 의하여 손쉽게 왜곡될 수 있는 나약함이 존재하고 있다.

최근에는 문화유산이라는 것이 과거에도 변화하였고, 현재에도 변화하고 있으며, 미래에도 변화한다는 속성을 기본 전제로 보존에 대한 원칙을 수립하고자 하는 흐름이 존재하고 있다. 그러나 문화유산은 한 세대의 전유물이 아니고 후대에 전승해야 할 유산으로 이해해야 한다. 문화유산, 특히 문화재를 보존하는 일은 과거로부터

1) 본 논문은 문화재청에서 시행한 한국전자통신연구원의 초고해상도 기가픽셀 3D 데이터 생성 기술 개발 사업 기가픽셀 데이터의 편집 및 품질 검증 기술 연구 개발 과제(21IH4210)의 위탁연구개발과제의 논문임

2) 국립문화재연구원 문화재학습자료실

3) 부에라 현장은 문화유산에 대한 가치와 철학에 대하여 연구하는 기관으로써 1976년에 설립된 호주의 ICOMOS(International Council on Mounuments and Sites)이 제정함

미래까지 최대한 변화하지 않도록 하는 데에 목표를 두는 전통적인 이상을 무시할 수 없다. 그렇지 않으면 한 시대의 미학적·예술적 가치에 의해 문화재가 훼손될 수 있는 여지가 충분히 있기 때문이다. 따라서 우리는 문화재를 보존하며, 활용하고 후대에 전해주는 일련의 행위에 있어서 문화재를 훼손하지 않고 최대한 유지시킬 수 있는 방법론을 찾아야 한다.

국내에서는 해방 이후 지금까지 문화재에 대한 보존과학적인 측면의 과학적 결과들이 축적되어져 왔다. 그렇기 때문에 승례문 화재 사건 등 문화재와 관련한 손상 및 손실이 일어났을 때 대응할 수 있는 디지털 데이터가 존재했었고, 이를 바탕으로 복원에 임할 수 있었다. 물론 승례문 복원에 있어 시대적인 미감이 반영되었는지에 대한 논란의 여지는 여전히 존재한다. 그럼에도 불구하고 우리가 국보 1호에 대한 복구를 할 수 있었던 기본적인 바탕에는 객관적이고 형태적인 데이터를 보유하고 있기 때문이다.

본 논문은 문화재를 보존하기 위해 획득된 데이터에 관한 연구이다. 획득된 데이터가 충분히 객관성을 가지고 있는지, 그리고 그 데이터를 우리가 신뢰할 수 있는지 파악하는 것은 매우 중요하다. 취득된 데이터를 재사용하게 될 때, 그 데이터에 대한 정확성이 보장되지 않으면 데이터가 가지는 가치는 하락하게 된다. 그렇기 때문에 취득된 데이터가 실제 문화재가 가지는 원본 데이터와 최대한 비슷한지 파악하는 것은 중요한 이슈이다. 최근에 개발된 여러 컴퓨터 그래픽스 기술은 실제 문화재에서 많은 정보를 취득할 수 있게 개발되었다. 특히 최근의 트렌드는 획득된 문화재 데이터가 가지는 공공성에 의거해 많은 대중들이 접근해 사용할 수 있도록 하는 데에 있다. 많은 사람들이 문화재의 데이터를 자유롭게 취득할 수 있고, 취득된 데이터를 빅데이터화 함으로써 대중이 재사용할 수 있게 한다. 이것이 본 논문의 바탕이 되는 디지털 문화유산의 범용적 확산이다.

1.3. 문화재 데이터의 품질 검증의 필요성

디지털 문화유산의 범용적 확산을 위하여 취득된 기가픽셀 데이터는 고화질, 고품질의 데이터를 가지고 있기 때문에 그 중요성이 날로 높아지고 있다. 또한 승례문 화재의 사례처럼 언제 발생할지 모르는 문화재 소실을 대비하여 실제의 데이터를 최대한 기록할 수 있는 기술의 획득과 그 기술로 제작된 고화질, 고품질의 문화유산 데이터는 그 가치가 이루 말할 수 없을 정도로 높다고 하겠다.

최근에는 컴퓨터 기술의 발전에 따라 메가 픽셀급 이미지를 획득할 수 있는 기술이 개발되어 100만 화소 이상의 이미지를 획득할 수 있게 되었으며, 높은 해상도와 정밀도는 기존의 이미지를 훨씬 뛰어 넘게 되었다. 일반적인 이미지는 확대를 하면 할수록 계단 현상인 알리아싱 현상이 두드러져 보이지만, 메가 픽셀 이미지는 이미지의 정교함이 높기 때문에 확대를 해도 이미지가 깨지지 않고 알리아싱 현상이 적게 보이는 장점이 있다. 메가 픽셀 이미지를 제작하기 위한 현재의 광학 기술은 잘 계산된 카메라의 위치를 바탕으로 각각의 이미지를 획득하여 합치는 방법을 사용한다. 이 과정을 스티칭(Stitching) 과정이라고 하는데, 각각 다른 위치에서 획득된 이미지를 하나의 메가 픽셀 이미지로 결합시키는 중요한 과정이라고 생각하면 된다.

스티칭은 메가 픽셀 이미지를 제작하기 위해서 반드시 필요한 과정이나 여러 이미지를 결합시키는 과정에서 불필요한 오차가 생성될 수 있는 가능성이 있다. 스티칭을 통해 좋은 결과물을 얻기 위해서는 인풋 데이터의 품질이 중요한 역할을 한다. 그러나 모든 문화재에 대하여 잘 설계된 카메라에 의한 고품질 데이터를 얻기란 불가능한 일이기 때문에 자유 시점에 대한 고려를 하지 않을 수 없다. 본 논문에서 말하는 자유시점의 의미는 여러 대의 카메라가 동일한 피사체를 촬영할 때 어떠한 제한도 두지 않는 것을 말한다. 예를 들면, 이미지와의 거리, 초점 거리, 각도 등의 사진 촬영 요소 뿐 아니라 핸드폰을 포함한 카메라 기종 등의 제한도 없는 것이다. 하지만 아쉽게도 획득된 이미지가 정교하게 계산된 위치에서 얻어지는 데이터가 아니라 자유 시점 및 자유 각도의 데이터라고 한다면 그 오차는 더욱 커질 수 밖에 없는 구조이다. 그렇기 때문에 이미지 획득 과정에서 생성된 불필요한 오차를 판독하기 위하여 검증 과정은 필수적이다.

본 연구는 자유 시점으로 획득된 메가 픽셀 데이터와 정교하게 설계된 카메라로 획득된 데이터 간의 검증을 위하여 이미지의 품질 평가(Image Quality Assessment)를 수행하고자 한다. 특히 다양한 크기와 환경적 상황

을 가지고 있는 문화재라는 특수한 대상에 대한 메가 픽셀 데이터라는 사실을 바탕으로 두고 초고해상도 기가픽셀 데이터의 검증 평가를 수행하고자 한다.

2. 2D 이미지 데이터의 검증

2.1. 이미지 품질 평가

이미지의 품질 평가(Image Quality Assessment, IQA)는 이미지의 특성으로 간주되며, 레퍼런스 이미지로 알려진 이상적인 이미지와의 비교를 통해 계산된다. 이미지 품질은 참조 모델과의 편차를 나타내기 위해 객관적으로 그리고 기술적으로 설명할 수 있다.

노이즈는 이미지 품질 저하에 영향을 미친다. 이 노이즈는 이미지에서 찾는 정보와 어떻게 관련되는지에 따라 다른데, 시각 정보는 획득, 향상, 압축 또는 전송 등의 많은 단계를 가질 수 있으며, 이미지의 일부 정보는 처리 완료 후 왜곡될 수 있다. 그렇기 때문에 이미지 품질 평가는 시행되어야 한다. 실제로 평가에는 주관적인 것과 객관적인 두 가지 종류가 있다. 인간의 시각 인지를 바탕으로 하는 주관적인 평가는 시간이 많이 걸리고 구현하는 데 비용이 많이 든다. 따라서 객관적인 이미지 품질 평가 방법이 다양한 측면을 기반으로 개발되었다.

객관적인 이미지 품질 평가에 사용할 수 있는 몇 가지 기술과 측정법이 있다. 이 기술은 참조 이미지의 가용성에 따라 두 가지 범주로 그룹화된다. 하나는 전체 참조(Full Reference, FR) 접근 방식이며, 다른 하나는 참조하지 않는(No-Reference, NR) 접근 방식이다. FR 접근 방식은 참조 이미지와 비교한 테스트 이미지의 품질 평가에 중점을 둔다. 이 참조 이미지는 ground truth를 의미하는 완벽한 품질의 이미지로 간주된다. 예를 들어 원본 이미지를 JPEG 압축 이미지와 비교하는 경우가 있다. 참조하지 않는(No-Reference, NR) 접근 방식은 테스트 이미지의 품질 평가에만 중점을 둔다. 이 방법에는 참조 이미지가 사용되지 않으며, 흐림, 차단, 링잉, 신호 왜곡과 같은 특정 유형의 저하를 측정하기 위해 분류된다.

본 연구에서 사용되는 기가픽셀 이미지는 스티칭으로 생성된 이미지로 원본 이미지와 오차가 발생할 수밖에 없는 구조적인 문제를 안고 있다. 이에 이미지의 품질 평가를 위해 사용되는 기법으로 MSE (Mean Square Error), PSNR (Peak Signal to Noise Ratio), SSIM (Structured Similarity Indexing Method), FSIM (Feature Similarity Indexing Method) 등의 방법이 사용된다.

평균 제곱 오차(Mean Squared Error, MSE)는 가장 널리 사용되며 가장 간단한 전체 참조 방식이다. 평균 제곱 오차(MSE)는 왜곡 및 참조 이미지 픽셀을 추출하고 관련 수량의 피크 신호 대 잡음비(Peak Signal-to-Noise Ratio, PSNR)로 평균화한다. MSE, PSNR과 같은 이미지 품질 평가 메트릭은 계산이 간단하고 물리적 의미가 명확하며 최적화 컨텍스트에서 수학적으로 구현하기에 편리하기 때문에 대부분 적용 가능하다. 그러나 이 방법들은 때때로 시각적 품질을 인식하는 데 일치하지 않는 경우가 종종 있으며, 표현에서도 정규화되지 않는다. 그렇기 때문에 구조적 및 기능적 유사성을 제공하기 위해 SSIM(Structured Similarity Indexing Method)와 FSIM(featuresimilarity indexing method)의 정규화된 참조 방법을 고려한다.

SSIM(Structured Similarity Indexing Method)은 두 이미지 간의 구조적 유사도에 대한 정규화된 평균값을 제공하며, FSIM(featuresimilarity indexing method)은 두 이미지 간의 특징 유사도에 대한 정규화된 평균값을 제공한다. Umme Sara et al.의 논문(Umme Sara, Morium Akter, Mohammad Shorif Uddin, 2019)에 의하면 MSE가 가장 단순하고 많이 사용되는 알고리즘이며 PSNR 역시 그에 상응하는 결과물을 만들어내지만, 종종 시각적 품질을 인지하는데 일치하지 않는 결과물을 만들어내기도 하며, 정규화(Normalize)되지 않은 값을 도출하기도 한다고 한다. 따라서 본 연구는 품질 평가에 적합한 SSIM(Structured Similarity Indexing Method)

와 FSIM(Feature Similarity Indexing Method) 기술을 개발하여 기기픽셀 데이터의 검증에 사용하도록 한다. 이 검증 방식은 국내 논문으로 김석원 외 4인의 논문(김석원, 홍성우, 진정찬, 김영진, 2017), 이지용과 김영진의 논문(이지용, 김영진, 2015) 등에 언급되어 있다.

2.2. Structured Similarity Indexing Method

SSIM(Structured Similarity Indexing Method)은 인간의 시각 만족을 위한 이미지 평가 기법으로 지각 기반 모델이다. 이 분석 기법은 압축 및 변환에 의해 발생하는 왜곡에 대하여 원본에 대한 유사도를 측정하는 기법으로 MSE, PSNR 방법보다 더 정확하게 비교를 해준다. 사람의 지각품질을 제대로 반영하지 못한다는 PSNR의 한계를 극복하기 위한 지표이다. SSIM은 이미지와 비디오의 품질을 평가하며, 다양한 이미지 스케일에서 다양한 구조적 유사성 이미지를 평가하는 MS-SSIM(Multi Scale Structural Similarity Index Method)이라는 SSIM의 다른 버전도 있다.

SSIM에서 이미지 저하는 구조적 정보에서의 지각의 변화로 간주된다. 구조적 정보라는 용어는 강하게 상호 의존적인 픽셀 또는 공간적으로 닫힌 픽셀에 대해 강조한다는 것을 의미한다. 이러한 강력하게 상호 의존적인 픽셀은 이미지 영역의 시각적 개체에 대한 몇 가지 더 중요한 정보를 나타낸다.

또한, 휘도 마스크(Luminance Masking), 대비 마스크(Contrast Masking) 등과 같은 사실을 기반으로 하는 중요한 지각 요소와 협력한다. 휘도 마스크는 이미지의 가장자리에서 이미지의 왜곡 부분이 덜 보이는 것을 일컫는 용어이며, 대비 마스크는 이미지의 질감에서 왜곡이 덜 보이는 것을 말하는 용어이다.

SSIM은 휘도(Luminance), 대비(Contrast) 및 구조적 또는 상관 계수(Structural or Correlation)로 불리는 세 가지 주요 측면의 계산을 기반으로 계산된다. 이 지수는 이 세 가지 측면을 곱한 것이며, 다음과 같이 표현할 수 있다. SSIM은 0과 1사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 유사도가 높다는 의미이다.

$$SSIM(x, y) = [l(x, y)]^\alpha \cdot [c(x, y)]^\beta \cdot [s(x, y)]^\gamma$$

2.2. Feature Similarity Indexing Method

FSIM(Feature Similarity Indexing Method)은 특징을 매핑하고 두 이미지 간의 유사성을 측정한다. 기존의 방법들은 이미지와 왜곡된 이미지를 비교할 때 불필요한 정보들까지도 비교하게 된다고 보았다. 그래서 엣지와 Zero-crossing 등의 저차원의 중요한 특성을 가지고 품질을 비교하는 것이 더 좋은 방법이라 생각하게 되었다. FSIM을 설명하려면 두 가지 기준을 명확하게 설명해야 한다. 위상 일치(Phase Congruency, PC)와 그래디언트 크기(Gradient Magnitude, GM)이다. PC의 중요한 특성 중 하나는 이미지의 빛 변화에 불변하다는 것이다. 또한 도메인 주파수에서 이미지의 특징을 강조하며, 대비에 대하여 불변이다. 그래디언트로 표현되는 이미지 기울기 계산은 디지털 이미지 처리에서 매우 전통적인 방법이다. 컨볼루션 마스크(Convolution Mask)는 그래디언트(Gradient)의 연산자로 표현된다.

즉, FSIM은 각 이미지에서 주파수 정보를 이용해서 산출한 엣지 맵인 PC(Phase Congruency) 맵과 픽셀값의 변화를 이용해 계산한 그래디언트 맵인 GM(Gradient Magnitude) 맵을 도출하여 그 맵들 간 유사도를 비교해 지역 품질 맵을 생성하여 각 각의 지역 품질 점수를 최종 품질 점수로 모았다. FSIM은 0과 1사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 유사도가 높다는 의미이다.

$$FSIM_c = \left(\frac{\sum_{\Omega} S_{PC}(x) \cdot S_G(x) \cdot [S_l(x) \cdot S_{\Omega}(x)]^\lambda \cdot PC_m(x)}{\sum_{\Omega} PC_m(x)} \right)$$

3. 2D 이미지 데이터 검증 결과

3.1. 2D 검증 프로그램 실행 환경

본 연구에서 구현된 SSIM와 FSIM는 Python의 라이브러리(IQA_pytorch)를 사용하여 구현 및 테스트하였으며, 원본 이미지와 자유 시점으로 획득된 이미지를 이용하여 테스트를 진행하였다. 원본과 원본 간의 테스트 결과값은 1로 나왔으며, 자유 시점 이미지는 분석 결과값이 0에 가까워지는 결과를 확인해 볼 수 있었다. <표 1>과 <표 2>는 검증 프로그램 구동 시 사용된 시스템 사양과 프로그램 구동 시 환경설정 및 설치 프로그램이다.

기가 픽셀 이미지는 용량이 매우 커 한 번에 계산할 수 없었기 때문에 <곤여전도> 병풍의 경우 15개의 조각으로 절단하여 사용하였다. 각각 사용된 이미지는 대략 118MB로 나뉘었으며, 마지막 파일은 86.2MB로 나눠 계산하였다. <비천상> 동양화는 9개의 조각으로 나누어 테스트를 하였다. 이미지를 분할하기 위한 기준을 정하기 위하여 라이브러리에서의 정한 최대의 값인 178,956,970 pixel을 참고하였다. 먼저 1차로 분할하여 테스트한 '13744 * 4000'의 해상도 파일에서 에러가 발생했고, '13744 * 3000'으로 파싱해서 테스트해본 결과 성공했기 때문에 '13744 * 3000'을 기준으로 이미지를 분할했다. 컴퓨터마다 사양이 다를 것으로 예상되며 위 사양의 컴퓨터에서는 41,232,000 정도의 픽셀까지 연산이 가능하였다. 옵션을 통해 픽셀 제한을 풀어도 저 정도 이상의 이미지의 경우에는 메모리 오버플로우 발생하였으며, Python 실행 시 메모리 오버 플로우 에러 메시지가 발생하였다.

<표 1> 검증 프로그램 구동용 시스템 사양

H/W Spec	
OS	Windows 10
CPU	AMD Ryzen 9 3900X 12-Core Processor 3.80 GHz
M/B	MPG X570 GAMING PLUS
VGA	GTX1060 STROM X Dual D5 6GB
Memory	DDR4 16GB
HDD	Crucial MX500 1TB

<표 2> 프로그램 구동 시 환경설정 및 설치 프로그램



Anaconda 설치 (통합 패키지)	https://www.lesstif.com/python/python-anaconda-installation-77955267.html	
	https://repo.anaconda.com/archive/	
	Anaconda3-2020.02-Windows-x86_64.exe 로 설치	
	Pytorch 1.4 버전 설치	cmd : conda install pytorch==1.4
	torchvision 설치	cmd : pip install torchvision
IQA_pytorch 설치	https://github.com/dingkeyan93/IQA-optimization	

3.2. 분석 결과



<표 3>과 <표 4>는 <비천상>과 <곤여전도>의 분석 결과이다. 원본과의 비교를 위해 제작된 이미지는 일반 카메라를 사용해 임의로 찍은 이미지로 원본 이미지 사이즈와 크기가 달라 리사이징을 거친 후 비교를 진행하였다. <비천상> 비교 이미지에서 원본 이미지와 원본 이미지를 비교하였을 때는 SSIM과 FSIM 모두 1.0의 값이

나왔고, 원본 이미지와 자유시점 이미지를 비교했을 때는 SSIM이 0.2707, FSIM이 0.7741의 값이 나온 것을 알 수 있다. 자유시점으로 취득된 데이터가 원본과 비교했을 때, 이미지의 왜곡이나 색상의 차이가 발생하였기 때문에 SSIM과 FSIM의 값이 더 적게 나왔다. <곤여전도> 비교 이미지에서 원본끼리의 비교 이미지 결과는 모두 SSIM과 FSIM이 1.0의 값이 도출되었으며, 자유시점 이미지와 비교했을 때는 SSIM이 다소 낮은 값인 0.0765, FSIM이 0.5581의 값으로 나왔다. SSIM의 방법과 FSIM의 방법은 값을 도출할 때 사용하는 정보가 다르기 때문에 최종 결과값이 다르게 나오는 것이다. <비천상>의 자유시점 이미지 분석 결과가 0.2707과 0.7741 그리고 <곤여전도>의 자유시점 이미지는 0.0765와 0.5581로 나와서 수치의 편차가 상당히 커 보일 수 있으나, SSIM의 값은 SSIM 값끼리 비교해야 하며, FSIM은 FSIM 값끼리 비교해야 한다. 왜냐하면 값을 도출할 때 사용하는 정보가 다르기 때문에 SSIM의 값과 FSIM의 값을 비교하는 것은 의미가 없다. 우리가 주목해야 할 것은 원본과 원본의 비교는 1.0의 값이 나오고, 0에 가까울수록 원본과 다르다는 것을 말하고 있다. 이로써 두 개의 이미지 검증 평가 방법은 2D 평면의 기가픽셀 문화재 이미지에도 충분히 적용할 수 있음을 검증하였으며, 획득된 자유시점 이미지의 정확도를 정량적으로 파악하는데 사용할 수 있음을 입증하게 되었다.

〈표 3〉 <비천상> 동양화 이미지

1		<ul style="list-style-type: none"> - 원본 이미지 대 원본 이미지 - SSIM 분석 결과 : 1.0 - FSIM 분석 결과 : 1.0
2		<ul style="list-style-type: none"> - 원본 이미지 대 자유 시점 이미지 - SSIM 분석 결과 : 0.2707 - FSIM 분석 결과 : 0.7741

〈표 4〉 〈곤여전도〉 병풍 이미지

1		<ul style="list-style-type: none"> - 원본 이미지 대 원본 이미지 - SSIM 분석 결과 : 1.0 - FSIM 분석 결과 : 1.0
2		<ul style="list-style-type: none"> - 원본 이미지 대 자유 시점 이미지 - SSIM 분석 결과 : 0.0765 - FSIM 분석 결과 : 0.5581

4. 결론

컴퓨터 성능의 지속적인 상승이 예견되는 바 이미지 해상도의 지속적인 상승은 필연적으로 다가오고 있는 우리의 현실이다. 이러한 기술을 바탕으로 우리의 소중한 문화재를 기가픽셀로 데이터화 하는 일은 현재를 살고 있는 우리뿐만 아니라 먼 미래의 후손들에게도 소중한 문화재라는 정보를 물려줄 수 있는 중요한 프로젝트라 할 수 있다.

현재의 광학 시스템으로는 기가픽셀 데이터를 생성하기 위하여 스티칭이라는 과정을 통한 편집 및 보완이 필수적이며, 이를 검증하는 기술은 반드시 필요하다. 본 연구에서는 SSIM(Structured Similarity Indexing Method)와 FSIM(Feature Similarity Indexing Method)를 기반한 검증 기술을 개발하였으며, 2종의 문화재 기가픽셀 이미지에 대하여 테스트를 진행하였다.

본 연구를 통해 획득된 기가픽셀 데이터의 검증 기술은 향후 기가픽셀 데이터의 대중화의 발판을 만들어 줄

수 있으며, 고품질의 문화재 데이터를 검증하는 기술 획득을 통하여 문화재 복원 분야에 기여했다고 볼 수 있다. 새롭게 개발된 기가픽셀 데이터의 검증 기술은 향후 학술적으로 활용할 예정이며, 기가픽셀 데이터 검증 프로그램의 시스템 안정화 방안에 대하여 추가 연구를 계획 중이다. 추가적으로 본 연구는 문화재청에서 발주된 연구의 결과로써 국내 문화재의 디지털 트윈 개발 사업의 확장을 통한 메타버스 구축에도 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 김석원, 홍성우, 진정찬, 김영진. (2017). 계산 속도와 왜곡 강인성을 동시 고려한 이미지 품질 평가, *정보과학회논문지*, 44(9), 992~1004.
- 박준규, 정갑용. (2019). 무인항공 경사사진을 이용한 3차원 모델 생성 및 정확도 평가. *한국산학기술학회논문지*, 20(3), 587-593.
- 성재열, 정동기. (2013). DMC II₂₅₀카메라의 시험촬영 데이터를 통한 카메라의 검증, 처리, 활용방안 연구. *한국측량학회 학술대회자료집*, 169-173.
- 손영탁, 손큰바다, 이규복. (2020). 3D 프린팅 및 밀링 방법으로 제작된 임시 보철물 적합도 비교 분석. *구강회복응용과학지*, 36(4), 254-261.
- 이지용, 김영진. (2015). 인지적 색 차이 기반의 이미지 품질 평가 기법 및 왜곡 종류에 따른 평가 시스템 제안, *정보과학회논문지*, 42(10), 1294~1302.
- 함창학, 장휘정. (2009). 고해상도 디지털항공사진 카메라 도입에 따른 DMC의 3차원 위치결정 정확도 평가. *한국측량학회지*, 27(1), 99-106.
- Lee, S. (2011). Preliminary study on defining and assessing heritage values for establishing conservation principles. *Korean Journal of heritage Studies*, 44(4), 154~171.
- Umme, S., Morium, A., Mohammad, S. U. (2019), Image quality assessment through FSIM, SSIM, MSE and PSNR – A comparative study, *Journal of Computer and Communications*, 7, 8~18.
- Lipe, W. (1983). *Value and Meaning in Cultural Resources*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Riegl, A. (1903). *Modern Cult of Monuments: Its Character and Its Origin*. MIT : MIT Press.
- English Heritage. (2008). *Conservation principles, policies and guidance for the sustainable management of the historic environment*, London : English Heritage.

투고일: 2022-05-05

심사일: 2022-06-03

게재확정일: 2022-06-25