

국가유산 보존을 위한 Computer Vision기반 CNN 알고리즘을 이용한 소유권 공유 시스템

박진우* · 박승민**

Ownership Sharing System using Computer Vision-Based CNN Algorithm for Preserving National Heritage

Jin-Woo Park* · Seung-Min Park**

요 약

국내에서 국가유산은 보존할 만한 가치가 있는 문화유산 · 자연유산 · 무형유산을 뜻한다. 하지만 국가유산들의 값을 매기고 판매, 구매되는 거래의 문제, 소유권을 가지고 분쟁이 일어나는 소유권의 문제, 환수받지 못한 환수의 문제가 발생하고 있다. 본 논문에서는 CNN(Convolucional Neural Network) 알고리즘을 활용하여 국가유산의 보존과 소유권 공유를 위한 시스템을 개발하고 그 성능을 분석한다. 이 시스템은 이미지 인식 기술과 크라우드 펀딩을 결합하여 문제점들을 해결할 수 있는 새로운 관리 방안을 제시한다. 이미지 인식 기술인 Vision AI를 활용하여 자동 감정 기능을 통해 국가유산의 가치를 신속하게 평가하며, 사용자가 국가유산의 지분을 공유하고 실시간으로 가치를 확인할 수 있다. 이를 통해 국가유산의 보존과 환수에 대한 혁신적인 접근 방식을 제공하고, 다수의 사용자가 국가유산 보호에 적극적으로 참여할 수 있는 시스템으로 구성하였다.

ABSTRACT

The term national heritage in Korea refers to cultural heritage, natural heritage, and intangible heritage that are deemed valuable for preservation. However, challenges arise related to the valuation, transaction, and ownership disputes of these heritage assets, as well as issues concerning their repatriation. This paper presents the development and performance analysis of a system designed for the preservation and ownership sharing of national heritage utilizing Convolutional Neural Network (CNN) algorithms. In this paper, we proposed system that integrates image recognition technology and crowdfunding to address these issues. By employing Vision AI for automated valuation, the system enables rapid assessment of national heritage values and allows users to share ownership and monitor real-time valuations. This approach offers an innovative solution for heritage preservation and repatriation, facilitating active participation from a broad user base in the protection of national heritage.

키워드

Convolutional Neural Network, Vision AI, Image Recognition, Crowd Funding, Shared Ownership, Value Prediction
합성곱 신경망, 컴퓨터 비전, 이미지 인식, 크라우드 펀딩, 소유권 공유, 가치 예측

* 동서대학교 연구원 (sminpark@dongseo.ac.kr)

** 교신저자 : 동서대학교 소프트웨어학과

• 접수일 : 2024. 10. 05

• 수정완료일 : 2024. 11. 08

• 게재확정일 : 2024. 12. 12

• Received : Oct. 05, 2024, Revised : Nov. 08, 2024, Accepted : Dec. 12, 2024

• Corresponding Author : Seung-Min Park

Dept. Dongseo University

Email : sminpark@dongseo.ac.kr

I. 서 론

국가유산은 인류의 역사, 예술, 학문, 그리고 경관적 가치를 담고 있는 소중한 자산으로, 국가적 및 국제적 중요성을 지닌다. 우리나라에도 문화유산, 자연유산, 무형유산 등 다양한 형태의 국가유산이 존재하며, 이들은 국가의 정체성과 역사적 유산을 형성하는 중요한 역할을 한다. 중요한 국가유산들을 보존, 복원하는 데 인공 지능 기술이 활발하게 적용되고 있다 [1-3]. 그러나 이러한 국가유산의 보존에는 다양한 어려움이 따른다. 특히, 국가유산의 보존 및 유지에는 막대한 비용이 필요하나, 현재 정부나 관련 기관의 자금만으로는 이러한 비용을 충당하기에는 부족한 경우가 많다. 이로 인해 국가유산이 제대로 관리되지 못하거나, 소유자 간의 분쟁으로 인해 손상되거나 상실되는 경우가 발생할 수 있다[4].

또한, 국가유산은 종종 해외로 불법 유출되는 문제를 겪고 있으며, 이러한 유출은 국가적 자산의 지속적인 상실을 초래하고 있다. 이러한 문제들은 국가유산의 보존과 관리에 있어서 큰 도전 과제가 된다. 따라서, 보다 효율적이고 체계적인 접근 방안이 필요한 상황이다.

본 논문에서는 이러한 국가유산 보존의 어려움을 해결하기 위해 혁신적인 접근 방식을 제안한다. 구체적으로, 이미지 인식 기술을 활용한 소유권 공유 시스템을 개발하고, 이를 통해 국가유산의 가치를 정확하고 신속하게 평가할 수 있는 방안을 제시한다. 제안된 시스템은 사용자가 국가유산 이미지를 업로드하면, Vision AI 기술을 통해 이미지를 분석한다. Vision AI와 크라우드 펀딩을 결합한 감정 시스템은 국가유산의 가치를 평가하여 사용자의 편의성을 증대시키며, 소유자 간의 분쟁을 줄이고 효과적으로 국가유산을 보존하는 데 기여할 수 있다. 이 연구는 국가유산의 보존 및 환수에 대한 새로운 접근 방식을 제공하며, 이를 통해 더 많은 사람이 국가유산 보호에 참여하고 지속적으로 지원할 수 있는 기반을 마련할 것으로 기대된다[5-6].

II. 배경 이론

2.1 합성곱 신경망 (CNN)

CNN은 이미지 인식을 위한 컴퓨터 비전 분야에서

널리 사용되는 딥러닝 기반 신경망의 한 유형이다. CNN은 여러 층을 통해 특징을 자동으로 학습하고, 이를 통해 이미지의 공간적 계층 구조를 효과적으로 파악할 수 있도록 설계되었다. 각 층은 이미지 인식과 분류를 수행하는 데 중요한 역할을 한다. 그림 1의 구조를 보면 CNN의 핵심 구성 요소인 합성곱 층은 입력 데이터에 합성곱 필터를 적용하여 이미지의 패턴을 인식하는 과정을 수행한다. 이 필터는 이미지 전체를 스캔하면서 가장자리, 질감, 형태와 같은 중요한 특징을 추출하며, 단순한 패턴에서 시작해 네트워크가 깊어질수록 점점 더 복잡한 구조를 파악하게 된다. 이러한 특징 추출 과정은 이미지 속 물체를 인식하고 구분하는 데 필수적이다[6-7].

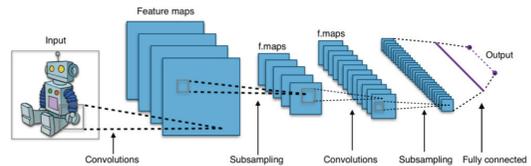


그림 1. CNN 알고리즘 구조

Fig. 1 Architecture of the CNN algorithm

CNN은 특히 국가유산 보존을 위한 이미지 인식 분야에서 많이 활용되고 있어 선택하였다. CNN은 복잡한 시각적 데이터를 학습하고, 세부적인 특징을 구분할 수 있어 국가유산과 같은 정교한 객체를 인식하고 분류하는 데 적합하다[8]. 다양한 형태, 질감, 상태의 국가유산 데이터를 대량으로 학습한 CNN 모델은 정확한 분류와 식별을 가능하게 하여 자동화된 국가유산 인식 및 평가 시스템의 기반을 마련한다. 이는 특히 유물의 진위 여부 확인, 상태 모니터링, 객체 탐지 등의 작업에 필수적이며, 이를 통해 효율적이고 신속한 국가유산 관리가 가능하다[11-12].

CNN의 다층 구조를 통해 다양한 국가유산 객체를 정밀하게 인식함으로써, 국가유산의 가치를 평가하고 보존하는 혁신적인 방안을 제공한다[13].

2.2 Vision AI

Vision AI는 컴퓨터 비전을 기반으로 한 인공지능 기술로, 시각적 데이터를 처리하고 해석하는 기능을 수행한다. 그림 2의 흐름도는 Vision AI로 인해 사용

자가 이미지 인식 및 분석을 통해 중요한 정보를 추출하여 다양한 시각적 작업을 수행하는 데 사용된다. 그리고 이미지 분류(Classification)를 하여 시스템은 주어진 이미지를 특정 카테고리로 분류하며 결과를 출력한다[9-10].

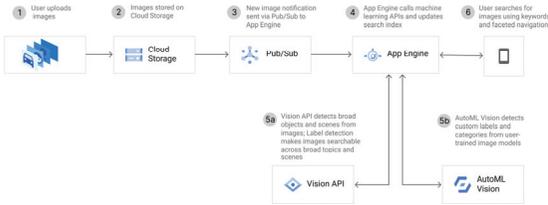


그림 2. Vision AI 이미지 인식 흐름도
Fig. 2 Flowchart of vision AI image recognition

Vision AI 시스템은 다양한 응용 분야에서 사용되며, 자율 주행, 얼굴 인식, 산업 자동화, 의료 영상 분석, 그리고 국가유산의 디지털 보존과 같은 분야에서 활발히 응용되고 있어 이 기술을 선택하였다. AI 모델을 통해 국가유산의 상태를 지속적으로 모니터링할 수 있으며, 형태를 감지해 자동으로 분류할 수 있다. 이와 같은 기술은 데이터에 기반한 정확한 평가를 가능하게 한다는 점에서 큰 의미를 가진다. 이를 통해, 국가유산의 가치를 신속하고 정확하게 평가할 수 있는 시스템을 구현하였다.

2.3 클라우드 펀딩

클라우드 펀딩은 다수의 개인이 자발적으로 소액의 자금을 모아 특정 프로젝트나 사업에 필요한 자금을 제공하는 방식으로, 전통적인 금융 방식의 대안적 자금 조달 방법으로 떠오르고 있다. 이 시스템은 주로 온라인 플랫폼을 통해 이루어지며, 투자자와 자금 수요자 간의 직접적인 연결을 가능하게 한다. 인터넷과 소셜 미디어의 발전으로 인해 대중의 참여가 더 쉽게 이루어지며, 특정 프로젝트에 관한 관심과 지원이 급격히 확산될 수 있다.

클라우드 펀딩은 일반적으로 기부형, 보상형, 대출형, 그리고 지분형으로 구분되고 이 시스템에서는 기부형, 보상형, 지분형을 적용하였다. 국가를 위한 자선 활동이나 사회적 목적을 가지고 자금을 기부하는 형태, 자금을 투자한 대가로 제품을 받지는 않지만 서비

스를 제공받는다. 그리고 투자자가 자금을 제공하고 국가유산의 지분을 소유하는 방식을 선택했다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 클라우드 펀딩을 통해 다수의 사람들이 국가유산을 보호하고 복원하는데 필요한 자금을 모을 수 있는 구조를 제공한다. 이를 통해 개인들은 소액의 자금을 투자하여 국가유산의 소유권을 부분적으로 공유하게 되며, 국가유산의 가치를 보존하는 동시에 경제적 가치를 창출할 수 있다. 이 시스템은 클라우드 펀딩의 참여형 구조를 적극적으로 활용하여 국가유산의 환수 및 보호에 있어 새로운 접근법을 제시하며, 자본의 부족으로 인해 발생하는 국가유산 훼손 문제를 완화하는 데 기여할 수 있을 것이다.

III. Proposed method

3.1 클라우드 펀딩 시스템

클라우드 펀딩 시스템은 국가유산 보존을 위한 혁신적인 자금 조달 방법으로, 개인이 소액의 투자를 통해 국가유산의 지분을 소유하고 공유할 기회를 제공한다. 이러한 시스템은 국가유산의 가치 보존과 소유권 분쟁을 효과적으로 줄이는 데 기여하며, 사용자들이 적극적으로 참여할 수 있도록 광범위한 참여 기반을 마련한다. 특히, 이 시스템은 사용자가 국가유산의 취득, 보존, 환수 활동을 지원하는 클라우드 펀딩 프로젝트에 참여하도록 유도하며, 각 사용자는 국가유산의 소유권을 분할 소유할 수 있습니다.

그림 3의 개념도는 플랫폼 내에서 국가유산을 위한 핵심 구성 요소들과 상호작용을 보여준다. 사용자는 취득자(구매자), 양도자(판매자)로 나뉜다. 사용자는 환수, 보존, 복원에 대해 기부할 수 있으며, 국가유산 신고를 통해 포상금을 수여할 수 있다. 또한 AI 감정을 통해 신속하게 감정을 진행할 수 있다. 취득자는 시스템에 취득 신청을 하여 소유권 공유, 한정판 굿즈를 제공 받을 수 있다. 취득 신청에는 양도자 펀딩, 환수 펀딩의 방식이 있으며 펀딩 금액 미달 시 환불이 진행된다. 양도자는 시스템에 양도 신청을 통해 국가유산을 양도함으로써 수익을 제공 받을 수 있다. 시스템은 국가유산청을 통해 국가유산을 전달하여 전문적인 보관을 하고 국가유산청에서는 전문적인 국가유

산 감정을 제공받는다. 이 시스템은 국가유산의 경제적, 문화적 가치를 보호하고, 사용자가 직접 참여하여 유산을 미래 세대에 전승할 수 있는 발판을 제공하는 지속 가능한 보존 체계로 자리 잡을 수 있다.

CPU(Intel(R) Core(TM) i9-12900) RAM(32GB), 그리고 운영 체제는 window10 64 비트 운영 체제를 사용하였다. 1)학습을 위한 데이터는 AI-Hub의 한국형 사물 이미지를 사용하였다.

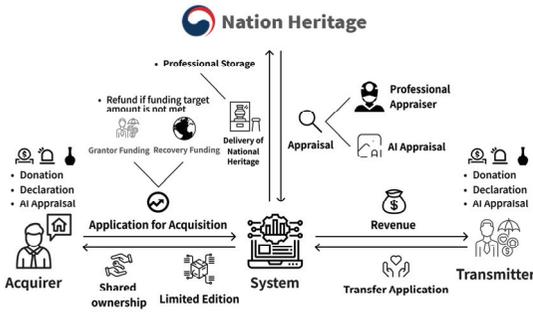


그림 3. 국가유산 보존을 위한 크라우드 펀딩 시스템 개념도

Fig. 3 Conceptual diagram of the crowdfunding system for national heritage preservation

3.2 이미지 인식을 통한 감정 시스템

사용자가 국가 유산 이미지를 업로드하면, 시스템은 Vision AI 기반의 CNN 알고리즘을 통해 이미지를 분석한다. 이 알고리즘은 이미지에서 특징 맵을 추출하기 위해 여러 개의 레이어를 사용하며, 공간적 차원을 축소하여 중요한 특징만을 남긴다. 이 과정을 통해 추출된 특징들은 분류된 결과를 바탕으로 국가유산의 종류와 가치를 평가한다. 이 과정은 학습한 한국형 사물 이미지의 데이터를 기반으로 분류되며 본 연구에서는 국가유산의 범위가 넓기 때문에 토기, 책, 불교에 대한 물건들을 기준으로 잡았다.

3.3 개발환경

본 논문의 연구 진행에 사용된 소프트웨어 환경은 Python(3.7), Anaconda, TensorFlow(2.0), 그리고 Flask를 사용하였다. 이 프로그램을 구동한 컴퓨터의 사양은 다음과 같다. GPU(Nvidia GeForce RTX)

IV. 연구 결과

4.1 이미지 인식을 통한 분류 및 감정

Vision AI 기술을 활용한 이미지 분류 결과는 CNN 기반의 이미지 인식 알고리즘이 국가유산의 종류와 가치를 예측한다. Vision AI 시스템은 객체 탐지 및 이미지 분류를 통해 국가유산의 종류를 분류하며, 다양한 이미지를 사용하여 훈련하였다. 공개된 데이터셋을 수집하여 데이터 전처리를 하였으며, 학습된 모델을 사용하여 평가를 진행하였다. 그림 4의 UI는 이미지 인식을 통해 분류 및 감정 결과를 제공하는 시스템으로 국가유산 펀딩 시스템 내에서 중요한 기능으로 활용된다. 이미지 인식을 통해 국가유산의 분류를 수행하고, 분류된 유형에 대한 가치를 평가하기 때문에 이미지 인식 기술은 국가유산의 감정 과정에서 중요한 역할을 한다.

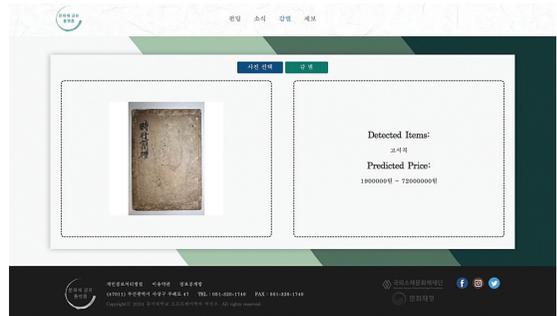


그림 4. 이미지 인식 감정 결과 UI

Fig. 4 Image recognition appraisal result UI

1) AI-Hub의 한국형 사물 이미지 데이터,

<https://www.aihub.or.kr/aihubdata/data/view.do?currMenu=&topMenu=&aihubDataSe=data&dataSetSn=144>

표 1. 이미지 인식 분류
Table 1. Image recognition classification

	Number of recognitions	Classification result and number	Accuracy(%)
Vase	10	Vase(6)	80%
HandWriting	12	HandWriting(8)	66.6%
Sculpture	14	Sculpture(12)	85.6%

표 1의 실험 결과, 본 연구에서 제안한 VISION AI 기반 시스템은 훈련된 데이터셋에 대해 평균 80%, 66.6%, 85.6% 이상의 정확도를 보였다. 서적의 인식 정확성이 66.6%로 낮게 나타난 이유는, 변형된 형태와 훼손된 서적 이미지가 포함되어 있었던 점도 인식 정확도에 영향을 미쳤다. 특히, 형태가 뚜렷하고 배경이 아무것도 없을 경우 정확도가 더욱 높게 나타났다.

결론적으로, CNN 기반 이미지 분류 알고리즘은 이미지 전처리 과정에서의 데이터를 효과적으로 활용하여, 기존의 방법보다 빠르고 정확하게 국가유산의 종류를 분류하고 평가할 수 있었다. VISION AI 기술을 이용한 이미지 분류 시스템은 국가유산의 자동 감정 및 관리에서 중요한 역할을 수행할 수 있으며, 이를 통해 사용자들은 보다 정확하고 효율적인 방식으로 국가유산의 가치를 평가할 수 있다. 국가유산의 감정 과정에서는 감정사 개인에 따라 평가 결과에 차이가 발생할 수 있다. 이러한 변동성을 줄이기 위해 본 연구에서는 국가유산의 평균적인 가치를 산출하여 초기 감정가를 임의로 설정하였다.

V. 결론 및 향후개선 방향

본 논문에서 제안한 기술을 이용하여 실제로 시스템 도입 후 결과를 확인해 보았을 때 정확성이 평균 75%이상의 정확도를 확인하였다. 이 시스템은 국가유산의 보존과 관리를 위한 새로운 접근법을 제시한다. VISION AI 기술을 중심으로 한 이미지 인식 및 분류 시스템을 활용하여 국가유산을 효율적이고 체계적으

로 관리 할 수 있다. 개발된 시스템은 기존의 수작업 감정 방식보다 빠르고 효율을 제공한다. 이를 통해 국가유산의 상업적 거래나 불법 유출을 방지하는 데 기여할 수 있으며, 환수받지 못한 국가유산의 보호와 회복을 지원하는 긍정적인 효과가 기대된다. 이를 기반으로 소유권 공유 및 크라우드 펀딩에 참여함으로써 국가유산 보존에 대한 관심을 높일 수 있다.

향후 개선 방향으로는 국가유산 관리 기관과의 협력을 통해 시스템의 활용을 극대화하는 것이 중요하다. 전문 감정사들이 참여하는 시스템이 구축되면, 다수의 감정사로부터 도출된 평가 데이터를 기반으로 국가유산의 가치를 평균화하여 보다 정밀한 예측 모델을 개발할 계획이다. 또한, 향후 연구에서는 지역 사회 및 관련 산업과의 협력을 강화해 지역 경제 활성화와 국가유산 보존의 두 가지 목표를 동시에 달성할 수 있을 것이다. 이러한 국가유산을 보존하는 연구가 지속되며 언젠가는 거래, 소유권, 환수의 문제가 완화되는 것 뿐만 아닌 국가유산이 잘 보존 될 수 있도록 지속적으로 연구할 것이다.

감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 지원을 받아 수행되었음”(2019-0-01817)

References

- [1] Y. Omi, "International legal issues on Korean Buddhism cultural property repatriation and some policy-oriented proposals", *Wonkwang Law Journal*, vol. 35, no. 3, 2019, pp. 273-296. <https://doi.org/10.22397/wlri.2019.35.3.273>
- [2] H. Song, "Study on the legal policy for restitution of illegally exported cultural properties in foreign countries", *National Institute of Cultural Heritage Journal*, vol. 48, no. 4, 2015 pp. 24-43. UCI :G704-SER000010438.2015.48.4.004
- [3] S. Woo, "A study on legislation for sustainable protection of cultural properties", *Journal of*

- Administrative Law Theory and Practice*, no. 31, 2011, pp. 1-22.
UCI :G704-001312.2011..31.010
- [4] I. Kim, H. Lim, B. Kim, and J. Kwak, "Architectural cultural heritage crack detection techniques using object detection", *Proceedings of the Korean Society of Computer Information*, vol. 29, no. 2, 2021, pp. 649-652.
- [5] M. Kim, S. Chae, E. Hong, M. Hwang, and Y. Moon, "Recognition of Classification of Traffic Sign Images Using CNN", *Proceedings of The Korea Society of Computer and Information Conference*, vol. 31, no. 1, 2023, pp. 317-318.
- [6] D. Lee, Y. Sun, S. Kim, I. Shim, and K. Lee, "CNN-based image rotation correction algorithm to improve image recognition rate", *Journal of The Korea Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 20, no. 1, 2020, pp. 225-229.
<http://doi.org/10.7236/JIIBC.2020.20.1.225>
- [7] S. Erniyozov, M. Kwon, S. Park, and K. Kim, "Classifying Images of the ASL Alphabet using Dual Homogeneous CNNs Structure", *Journal of the Korean Institute of Electronics and Telecommunications Engineers*, vol. 18, no. 3, pp. 449-458, 2023.
<https://doi.org/10.13067/JKIECS.2023.18.3.449>
- [8] H. Kim, T. Shin, H. Jeong, D. Kim, and J. Baek, "Development and performance analysis of a cultural heritage search application utilizing image recognition", *Proceedings of the Korean Society of Computer Information*, vol. 32, no. 1, 2024, pp. 181-183.
- [9] Y. Hwang and H. Lee, "A analysis of the elements of space recognition of café users through Instagram images mining: Focused on Instagram data analytics of Korean café using Vision AI", *Proceedings of the Korean Society of Interior Design*, vol. 23, no. 3, 2021, pp. 106-110.
- [10] K. Lee, S. Kim, Y. Seok, and S. Kim, "Application study on object-recognition algorithms for cultural assets recognition", *Journal of the Korean Knowledge Information Technology Society*, vol. 8, no. 1, 2013, pp. 47-54.
UCI :G704-SER000001483.2013.8.1.001
- [11] H. Jeong, "Property rights and public responsibilities of private owners of cultural heritage", *Korean Journal of Legal Policy*, vol. 11, no. 2, 2011, pp. 323-347.
UCI :G704-001579.2011.11.2.011
- [12] J. Lee, S. Lee, E. Ko, K. Kim, and J. Hong, "Marine life image recognition using generative AI", *Proceedings of the Korean Institute of Communication and Information Sciences*, vol. 27, no. 2, 2023, pp. 268-270. Retrieved from <https://www.dbpia.co.kr/Journal/articleDetail?nodeId=NODE11567545>
- [13] J. Seo, "A study on image classification using deep learning-based transfer learning", *Journal of the Korean Institute of Electronics and Telecommunications Engineers*, vol. 18, no. 3, pp. 413-420, 2023.
<https://doi.org/10.13067/JKIECS.2023.18.3.413>

저자 소개



박진우(Jin-Woo Park)

2019년 ~ 현재 동서대 소프트웨어학과 학부생

※ 관심분야 : 컴퓨터비전, 딥러닝, UI/UX



박승민(Seungmin Park)

2010년 중앙대학교 전자전기공학부 졸업(공학사)

2019년 중앙대학교 대학원 전자전기공학과 석박사통합과정 졸업(공학박사)

2019년~현재 동서대학교 소프트웨어학과 조교수

2022년~현재 동서대학교 AI+X융합연구센터장

2021년~현재 산업인공지능 표준화포럼 운영위원

※ 관심분야 : 인공지능, 패턴인식, 뇌-컴퓨터 인터페이스, 기계학습.