

재난 현장 맞춤형 상황인식 기술 및 적용방안 연구

A Study of Technology and Application Plan on Context Detection for Customized Disaster

이정호¹, 전동산^{2*}

Jeong-ho Lee¹, Dong-san Jun^{2*}

요약

최근의 기후변화와 도시복잡화는 자연 및 사회재난의 가능성을 급증시킨다. 이로 인해, 재난 대응에 대한 관심이 집중됨에 따라, 재난 대응의 목표는 재난 상황을 빠르게 인지하고 재난상황별 대응 매뉴얼을 적용함으로써 인적, 물적 피해를 최소화하는 것이다. 그러나, 재난을 겪으면서 재난관리 담당자들의 경험이 축적될 수 밖에 없기 때문에, 초기에 재난발생 상황을 인지하고 적절한 재난대응 절차를 수행하기에는 한계가 있다. 본 논문에서는 엣지 기반 재난현장 상황인식을 위한 딥러닝 기반 영상 인식 방법을 제안한다. 본 방법에 따라, 현장 영상을 실시간 처리 및 분석하여 재난발생을 탐지하고 위험성과 불확실성이 있는 재난현장 상황을 예측함으로써, 재난피해 최소화를 위해 재난관리 담당자들이 신속히 재난 상황에 대응하는 것이 가능해진다.

핵심어 : 재난상황전송, 엣지 컴퓨팅, 재난 맞춤형, 상황인식

Abstract

Recent climate change and urban complication have dramatically increased the potential for natural and social disasters. As a result, as the interest in disaster response is focused, the goal of the disaster response is to quickly recognize the disaster situation and apply a response manual for each disaster situation to minimize human and material damage. However, since the experience of the disaster management personnel is forced to accumulate while experiencing a disaster, there is a limit to recognizing the situation in the early stage and performing an appropriate disaster response procedure. In this paper, we propose a deep learning-based image recognition method for edge-based disaster situation awareness. According to this method, it is possible for disaster management personnel to quickly respond to a disaster by minimizing disaster damage by real-time processing and analyzing on-site images to detect the occurrence of the disaster and predict the situation of the risk and uncertainty.

Keyword : Disaster situation transmission, edge computing, disaster customized, context detection

1 Strategic Planning Department, 4STEC, Seoul, Korea [Director]

e-mail: ljhscorpion@paran.com

2 Department of Information and Communication Engineering, Kyungnam University, Changwon, Korea [Professor]

e-mail: dsjun9643@kyungnam.ac.kr (Corresponding author)

* 본 연구는 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 - 재난안전플랫폼기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구(NRF-2018M3D7A1084943)지원으로 작성되었습니다.

Received(January 13, 2020), Review Result(1st: January 28, 2020, 2nd: February 20, 2020), Accepted(March 13, 2020), Published(March 31, 2020)



© 2020 The Authors. Published by NCISS.
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

1. 서론

최근 재난 및 안전사고의 형태는 점차 대형화, 복합화 되고 있고 이로 인한 다양한 재난발생에 따른 사회·경제적 손실 역시 증대하고 있다. 4차 산업혁명을 구성하는 새로운 신기술들을 재난·안전 분야에 도입 활용하는 새로운 재난안전 관리 패러다임의 변화가 필요하다. 기존 기술적 수준에서는 다룰 수 없었던 빅데이터 처리와 인공지능을 활용한 자가학습을 통해 대용량의 정보를 실시간으로 수집·분석하여 효과적인 의사결정 지원으로 재난안전·관리분야의 획기적인 변화가 가능하다. 이에 재난대응의 목표는 재난 상황을 빠르게 인지하고 정확한 행동매뉴얼을 적용함으로써, 추가적인 인적·물적 피해를 최소화하는 것이다. 그러나 재난상황을 빠르게 인식하고 정확한 행동 매뉴얼을 적용함에 있어 모든 과정을 정확히 이행하기에는 한계가 있다. 재난관리 담당자들의 역량은 재난을 경험하면서 향상되는 것이기 때문에 담당자의 경험이 적다면 재난대응 과정이 정확히 이행되기란 더욱 어려운 일이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 4차산업혁명 시대가 열리면서 빅데이터, 무인기, 인공지능, 차세대 통신, 가상·증강현실, 지능형 로봇 등의 기술을 바탕으로 한 “초연결 기반 지능화 혁명” 기술을 기반으로 다양한 ICT기술을 재난상황에 적용하려는 시도가 늘어나고 있다.

그중 4차 산업혁명의 핵심기술 중에서 심층학습(Deep Learning, DL)과 빅데이터(Big Data) 기술력이 크게 향상되어 다양한 분야에 적용되고 기존 기술과 비교하여 우수한 성과가 제시되어 큰 관심을 받고 있어, 재난대응 역량을 강화하는데 사용 할 수 있다고 판단된다 [1-2]. 본 연구에서는 인공지능 기술 중 하나인 심층학습 기법을 적용하여 재난현장에서의 맞춤형 상황인식 기술 탐색 성능 및 적용의 효율성을 증대시킬 수 있는 기법을 제안하고자 한다.

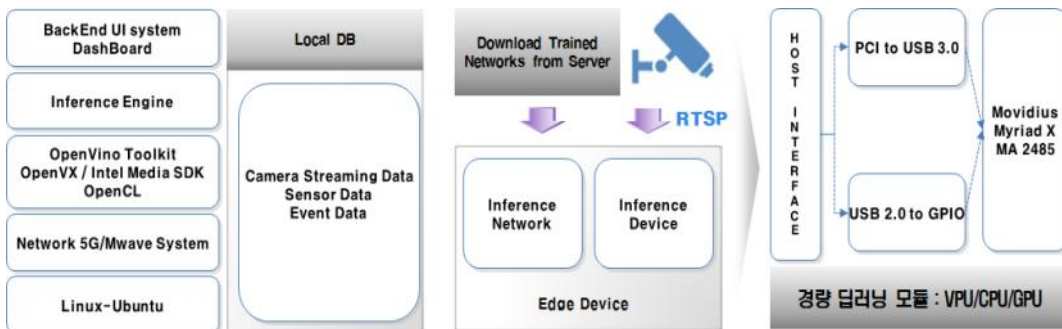
재난환경에서 현장에 대한 위치와 상황을 빠르게 파악하는 것은 모든 대응사항에 우선하는 것으로, 재난 상황별 영상 인식을 활용하여 현장맞춤형 상황인지 기술은 매우 중요하다 [3-4]. 본 논문은 크게 세가지 연구 목적을 두고 있다. 첫 번째, 재난현장 상황별 이미지 인식을 수행하는데 있어 Fast R-CNN 방법, SSD 방법, YOLO 방법의 성능을 문헌을 통해 비교하여 YOLO 방법이 가장 적합한 방법임을 확인하는 것을 목적으로 한다 [5]. 두 번째, 실시간 성능검증을 위해서 GPU 기반 임베디드 보드로 GIGABYTE GeForce RTX 2080 Ti UDV 터보포스 D6 11GB * 2ea 보드를 활용하여 실험환경을 구성하고, Python 기반의 임베디드 알고리즘을 탑재하여 실시간 성능 검증하는 것을 목표로 한다. 세 번째, 제안된 심층학습 기반 재난환경 인식 임베디드 알고리즘의 성능검증을 위해 다양한 환경을 구성하여 분석하고 실제 엣지기반의 딥러닝 학습 기법으로 실시간 처리되는 이미지 분석 및 학습 데이터베이스 구축방안에 대한 제안을 통해 재난현장 상황을 신속하게 인식하는 방법을 제안한다 [6-9].

2. 본론

본 연구에서 제안하는 재난 현장 맞춤형 상황인식 기술은 재난 상황 발생에 따른 실시간 안전을 제공하기 위한 기반환경이 되는 모듈로서 동작한다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 컴퓨터 성능이 증가하고 대량의 이미지를 자동적으로 처리하기 위해 딥러닝이라는 사람의 뇌를 본 따서 만든 인공신경망을 이용한 기계학습 방법이 주목받고 있다. 딥러닝은 입력 데이터와 정답 데이터를 주어도 학습을 하는 방식의 머신러닝과 다르게 비지도 학습을 함으로써 입력 데이터만 주어지고 모델 스스로 데이터 안의 관계를 찾아내는 방식이다. 딥러닝은 신경망을 다층으로 쌓아 복잡한 환경에서 높은 분류 성능을 나타내고 있으며, 현재 딥러닝 알고리즘 이미지의 객체 검출을 위해 주로 CNN(Convolutional Neural Network)방식이 사용되며, CNN은 단순 픽셀 계산이 아닌 이미지의 공간 특성을 살릴 수 있게 Convolution Filter를 통해서 이미지 특징을 추출하고 그 특징을 이용하여 이미지를 분류하는 알고리즘을 적용하였다.

다양한 재난환경 데이터를 기반으로 재난안전과 관련된 데이터 분석 환경을 제공하기 위해 다양한 분석모델을 수렴하며, 이를 기반으로 서비스 활성화를 위한 엣지 기반의 위험상황 인지/분석 설계를 기술하였다.

2.1 임베디드 환경 기반 위험상황 인지/분석 구조 설계



[그림 1] 재난환경 상황인지 딥러닝 소프트웨어 및 시스템 구성도

[Fig. 1] Deep learning software and system configuration of disaster environment situation

[그림 1]은 본 연구에서 구현된 구성도 그림으로, 위험상황 인지/분석 모듈은 행동 계층(Action Layer)과 서비스 계층(Service Layer)으로 구분되어 있으며, 행동계층은 상황인식 모듈의 핵심적인 부분으로 재난상황 정보취득 모듈, 정보분석 모듈, 정보전달 모듈로 구성되어 있다. 서비스 계층은 상황인지 서비스를 수행하기 위한 기반이 되는 모듈로서 학습데이터베이스 모듈과 통신모듈로 구성된다.

2.2 엣지디바이스 환경기반 위험객체(시설물, 재난항목) 인식 모델 분석 및 모델 개발

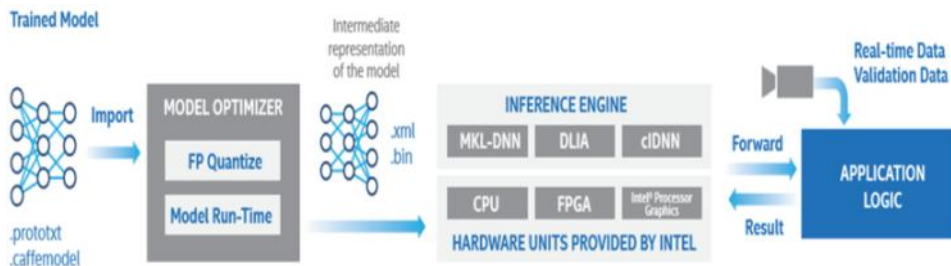


[그림 2] 재난현장 상황인식 모델 설계

[Fig. 2] Disaster situation detection model design

[그림 2]는 엣지기반의 상황인식 모델 설계 그림으로, 재난 현장 객체 인식 및 검출 기술은 입력된 영상에서 주요한 객체가 학습된 분류에 따라 사물을 분류 및 검출하는 기술로, 엣지 기반의 딥러닝 모듈을 통해 재난환경 정보 추출을 위한 분류 및 인식 모듈로 구성되어진다.

2.3 임베디드 시스템 경량화를 위한 모듈 포팅 및 엣지 디바이스 모듈 구조 설계

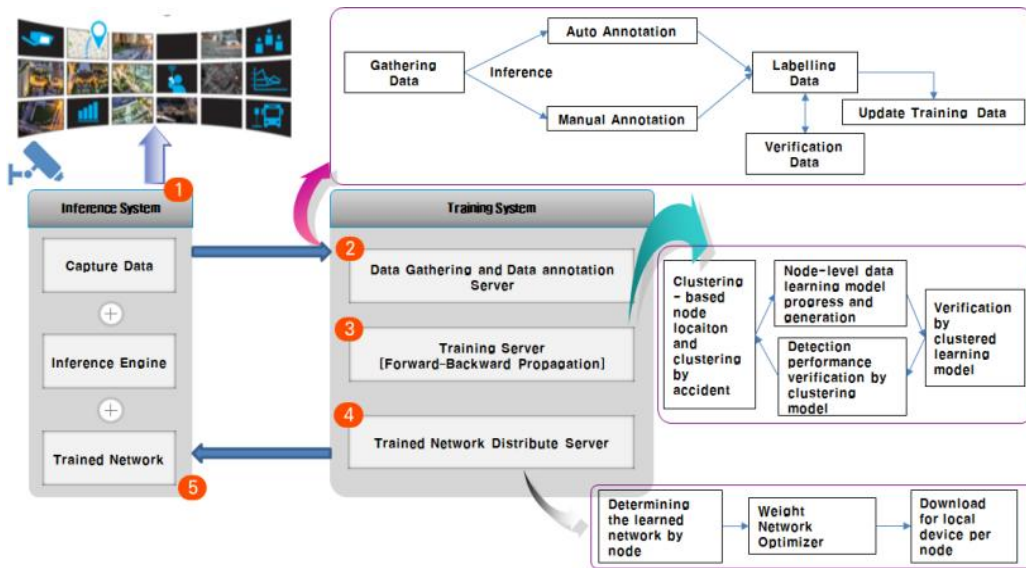


[그림 3] 엣지기반 기계학습 구조 설계

[Fig. 3] Edge-based machine learning structure design

벡터/행렬 연산을 병렬 처리하기 위한 전용 하드웨어 TPU(Tensor Processing Unit), On-Device AI 응용 추론을 위한 VPU(Visual Processing Unit) 프로세스 및 GPU Cluster 기반 가속기등의 경량 디바이스에 사용 가능한 칩셋 또는 USB 스틱 형태로 임베디드 장치에서 추론 연산 가속화 모듈로 [그림 3]은 이에 대한 구조 설계 그림이다.

2.4 위험상황 인식을 위한 영상 학습데이터 구축 방안 수립 및 학습모델 개발



[그림 4] 재난상황 학습 데이터베이스 구축방안 설계

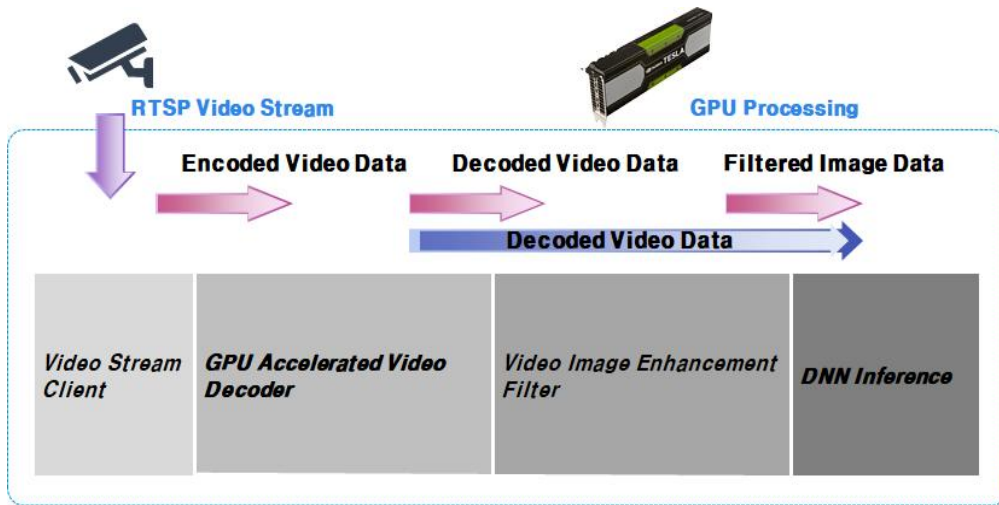
[Fig. 4] Disaster situation learning database construction plan design

기계학습 기반 예측모형 모의 분석 및 평가를 위한 분석 데이터베이스 구축을 위해 재난환경 정보를 변수화 하였으며, 이러한 요인들이 재난발생에 따른 객체 인식에 영향을 미치는지를 예측하고, 이를 기반으로 예측모형을 평가하고자 하였다. [그림 4]는 학습 데이터베이스 설계방안에 대한 그림으로, 다양한 기계학습 방법론을 활용한 모형별 비교평가를 위하여 이미지 인식 연구를 위한 이미지넷(ImageNet) 카테고리 분류 체계에 따라 학습 성능을 향상시키기 위하여 재난환경에 영향을 주는 다양한 정보들을 구축하였다.

3. 결과

재난 현장 맞춤형 상황인지 모듈의 구성은 [그림 5]와 같으며, 준비된 Dataset을 통하여 재난상황 인식 알고리즘의 학습 모델을 생성하였다. 학습을 위한 입력 이미지 데이터가 주어지면 YOLO(You only Look Once)기법을 통해 2가지 등급이 가능한 모델을 생성하며, 이를 GPU 임베디드 보드에서 실행한다. 이를 통해 YOLO기법을 이용한 이미지 인식 및 감지기법을 사용하고, Ubuntu OS에 Python 프로그래밍 언어를 이용하여 모듈을 구성하였다. 이번 실험에서는 심층학습 라이브러리가 잘되어 있는 Tensorflow가 이용된 오픈소스 코드를 이용하여 실험을 진행하였으며, Model Training은 PC Server를 이용하였다. 이미지 및 비디오 Simulation으로 검증 후 실험에서는 GPU 기반 임베디드

보드로 GIGABYTE GeForce RTX 2080 Ti UDV 터보포스 D6 11GB * 2ea 보드를 사용하며, 학습 시간의 경우 데이터의 양에 따라 [표 1]의 개발환경으로 학습을 진행하였다.



[그림 5] 엣지기반 재난현장 맞춤형 상황인지 모듈 구성도

[Fig. 5] Edge-based disaster customized situation detection module composition diagram

[표 1] 재난현장 맞춤형 상황인지 모듈 개발환경

[Table 1] Disaster customized situation detection module development environment

Server 사양
- 인텔 코어9세대 i9-9960X 정품 CPU
- GIGABYTE X299 WU8 제이씨현
- 삼성 DDR4 16GB PC4-21300 메모리 * 4ea
- GIGABYTE GeForce RTX 2080 Ti UDV 터보포스 D6 11GB
- 삼성 970 EVO Plus series 1TB M.2 NVMe SSD (MZ-V7S1T0BW)
- 씨게이트 IronWolf NAS 6TB 하드디스크 (ST6000VN0033)
- LG GH-24NSD1 블랙 DVD
- SuperFlower SF-2000F14HP LEADEX PLATINUM
- 3RSYS T1000 블랙 케이스
- CORSAIR HYDRO SERIES H100i PRO RGB CPU 쿨러

이번 연구에서는 컨볼루션 신경망을 이용한 기법을 재난 상황별 이미지 인식 및 감지를 위해 사용하며, Ubuntu LTS를 이용하여 서버 시스템을 구성하였다. Tensorflow Object Detection API에서 제공되는 Data를 이용하여 모델을 학습하고, 학습된 모델은 GeForce board를 이용하여 실험하며 재난상황 인식 검증 시스템 구성은 PC Server환경에서 입력 이미지 데이터를 이용하여 학습을 한 후, 생성된 모델을 Turbo-Force보드에서 구현하였다.

재난상황 인지 모듈의 실시간성을 높이고, 안정된 검증을 위해 YOLO기반 설계를 진행하였다. 알고리즘을 이용하여 영상의 특징을 추출하고 영상을 처리했던 기존의 방식은 시간 소요가 클 뿐만 아니라, 카메라 영상과 같은 실시간성을 요구하는 재난현장의 입력 데이터의 경우 검증 방법이 안정적이지 못하다. 과거의 임베디드 보드의 경우 CPU를 이용한 연산처리를 하였으나, 이는 연산량이 많은 심층학습을 이용하기에는 다소 무리가 있다. GPU기반 임베디드 보드의 경우 많은 연산량을 병렬로 처리하여 심층학습기법의 적용이 가능해졌다. [그림 6]은 재난현장 맞춤형 상황인식 결과를 나타낸 그림으로, 결과적으로 많은 연산량을 처리하는 속도가 크게 향상됨에 따라 심층학습기반의 알고리즘을 실시간 인식 알고리즘 설계로 진행하여 옛지기반의 재난 현장 맞춤형 분류 기준에 따라 정확도, 특이도, 민감도 적용을 통한 상황인식 모듈 결과를 확인하였다.



[그림 6] 재난현장 맞춤형 상황인식(예)

[Fig. 6] Customized situation detection for disaster sites(example)

4. 결론

본 연구에서는 다양한 자연 및 사회재난으로 인하여 인적, 물적 피해가 지속적으로 발생하고 있으며 이러한 재난피해를 최소화하기 위하여 재난관리 과학화와 선진화를 목적으로 재난 현장 맞춤형 상황인식 모듈을 어떻게 활용해 나갈 것인가에 대해 하드웨어적 활용성에 대한 논의와 소프트웨어적 지원방안에 대한 연구를 진행하였다.

재난관리는 공통적으로 예방-대비-대응-복구의 4단계로 구분되며 유사한 ICT 기술요소들로 구성되지만, 본 연구에서는 건물이나 주택과 같은 곳에서의 재난을 이미지 인식을 통해 감지하여 재난

감시 시스템의 정확도를 올리는 것을 목적으로 하고 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 적용에 관한 성과로는 색상변화를 산불 화재 인식 모듈에 적용하였으며, 일차적으로 흰색색상의 변화를 감지한 후 구름 및 안개와는 다른 연기의 이동패턴 분석을 통해 산불 발생여부를 감지하는 모듈을 개발하였다. 이러한 형태변화로는 일반 주택, 상가 건물 등 사전에 적용된 기존 형태를 배경으로 인식하고 돌발적인 물체의 이동이나 변경을 감지하는 재난 맞춤형 상황인지 모듈을 시범 적용하였다.

그러나 본 연구가 시범적용이라는 점을 감안할 때 개선해야할 사항과 한계점들이 도출되었다. 특히, 딥러닝 알고리즘 개발과 관련하여 색상변화에 있어서 화점에 대한 분석과 감지는 원거리의 경우 불꽃자체를 식별하기가 어려웠으며, 날씨의 영향에 따른 결과물 변화가 나타났다. 딥러닝 기반의 재난 맞춤형 상황인지를 위한 모듈 적용 시 주변 배경 영상의 일정시간 지속적 학습 데이터 베이스 구축이 필요하며, 악천후 등과 같은 이변상황에는 별도의 알고리즘 개발과 개선이 요구되었다.

딥러닝 기반의 재난 현장맞춤형 상황인지를 위한 개발과 적용이 시범적용을 통해 진행되었으나, 향후 4차 산업혁명 기술의 실생활 적용을 통해 재난 발생에 따른 상황을 파악하고 의사결정을 지원하여 효과적인 초동대응을 통해, 기상 상태나 위험지역의 주변 상황을 즉시 파악해 시설물 안전조치나 주민대피 등 긴급 비상활동에 대해 본 연구 결과를 활용해보고자 한다.

References

- [1] Y. H. Shin, J. S. Yun, S. H. Seo, J. M. Chung, "Deployment of Network Resources for Enhancement of Disaster Response Capabilities with Deep Learning and Augmented Reality", *Journal of Internet Computing and Services*, vol. 18, no. 5, October 2017, pp. 69-77, doi: 10.7472/jksii.2017.18.5.69.
- [2] B. J. Kim, "License Plate Detection System Using Faster R-CNN method for Outdoor Images", Master's thesis, Division of Electronics and Information Engineering, Chonbuk National University, Republic of Korea, 2016.
- [3] C. Y. Kim, W. S. Lee, "Developing Stereo-vision based Drone for 3D Model Reconstruction of Collapsed Structures in Disaster Sit", *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 17, no. 6, June 2016, pp. 33-38, doi: 10.5762/KAIS.2016.17.6.33.
- [4] H. C. Song, M. S. Kang, T. E. Kim, "Object Detection based on Mask RCNN from infrared Camera", *Journal of Digital Contents Society*, vol. 19, no. 6, June 2018, pp. 1213-1218, doi: 10.9728/dcs.2018.19.6.1213.
- [5] J. Huang, A. Fathi, V. Rathod, I. Fischer, C. Sun, Z. Wojna, M. Zhu, Y. Song, A. Korattikara, S. Guadarram, K. Murphy, "Speed/accuracy trade-offs for modern convolutional object detectors", *Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, July 21-26, 2017, Honolulu, HI, USA, doi: 10.1109/CVPR.2017.351.
- [6] I. J. Kim, C. B. Choi, S. H. Lee, "Improving discrimination ability of convolutional neural networks by hybrid learning", *International Journal of Document Analysis and Recognition*, vol. 19, no. 1, November 2015, pp. 1-9, doi: 10.1007/s10032-015-0256-9.

- [7] Y. Bengio, "Learning deep architectures for AI", *Foundations and Trends in Machine Learning*, vol. 2, no. 1, November 2009, pp. 1-127, doi: 10.1561/22000000006.
- [8] O. Russakovsky, J. Deng, H. Su, J. Krause, S. Satheesh, S. Ma, Z. Huang, A. Karpathy, A. Khosla, M. Bernstein, A. C. Berg, L. Fei-Fei, "ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge", *International Journal of Computer Vision*, vol. 115, no. 3, April 2015, pp. 211-252, doi: 10.1007/s11263-015-0816-y.
- [9] A. Krizhevsky, I. Sutskever, G. E. Hinton, "ImageNet classification with deep convolutional neural networks", *Communications of the ACM*, vol. 60, no. 6, May 2017, pp. 84-90, doi: 10.1145/3065386.