

VGG16 기반 기갑 및 기계화 부대의 무기체계 상태분류 AI 모델

류준열¹, 김태완², 정자훈^{3*}

¹육군사관학교 기계·시스템공학과, ²합동참모본부, ³육군대학

An AI Model for Classifying The State of Armored and Mechanized Weapon Systems Based on VGG16

Jun-Yeol Ryu¹, Tae-Wan Kim², Ja-Hoon Jeong^{3*}

¹Department of Mechanical and Systems Engineering, Korea Military Academy

²Republic of Korea Joint Chiefs of Staff

³Republic of Korea Army College

요약 유·무인 복합체계가 구축된 미래 전장 환경에서 무인체계는 주로 인명피해의 위험성이 높은 지역에서 유인체계보다 먼저 투입되어 임무를 수행할 것으로 예측된다. 전투 임무를 수행할 때 중요한 정보는 적 무기체계의 상태 정보이다. 공격 준비 사격 후 본대가 투입되기 전 무인체계인 로봇전투차량이 수집한 정보에 기반하여 적 무기체계 상태에 대해 전투 임무 수행 가능 여부 등의 피해평가를 진행한다. 이때 최대한 단시간에 피해평가 및 대응책이 결정되어야 하므로 AI 모델을 활용한 무기체계의 상태분류는 중요한 문제이다. 본 연구에서는 적 무기체계의 상태를 효과적으로 분류할 수 있는 합성곱신경망 MC(Military Classifier) 모델을 제안하였다. 러시아-우크라이나전에서 확보한 기갑 및 기계화 부대의 무기체계 상태 데이터를 분석하고, 각 무기체계의 피해 상태가 효과적으로 분류될 수 있도록 VGG16 모델을 활용하여 MC 모델을 구축하였다. 기존 VGG16 모델과 MC 모델의 성능을 비교한 결과, 본 연구에서 제안하는 MC 모델이 기존 VGG16 모델보다 적은 수의 이미지 데이터를 학습시켜도 무기체계의 상태분류에 있어 성능이 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

Abstract In the future battlefield environment where MUM-T is established, unmanned systems are mainly deployed before manned systems in areas with a high risk of human casualties. Important information when performing combat missions is state information of the enemy weapon system. After the preparatory fires, damage assessments, such as the possibility of performing combat missions on the enemy weapon system state, were conducted based on information collected by an RCV. The classification of the weapon system state using AI models is an important problem because the damage assessment and countermeasures should be determined as soon as possible. This study proposed a military classifier (MC) model that can effectively classify the state of the enemy weapon system. The weapon system state data of armored and mechanized units obtained in the Russia-Ukraine war were analyzed. A comparison of the performance of the existing VGG16 model with the MC model confirmed that the MC model proposed in this study improves its performance in the state classification of weapon system state even if it learns fewer image data than the existing VGG16 model.

Keywords : MUM-T, Damage Assessment, RCV, AI, Military Classifier, VGG16

본 논문은 육군사관학교 화랑대연구소의 2022년도 연구활동비 지원을 받아 연구되었음.

*Corresponding Author : Ja-Hoon Jeong(Republic of Korea Army College)

email: imagenet151@gmail.com

Received October 14, 2022

Revised November 17, 2022

Accepted December 7, 2022

Published December 31, 2022

1. 서론

ARMY TIGER 4.0과 국방혁신 4.0에 언급된 바와 같이 미래 전장에서는 AI에 기반한 유·무인 복합(MUM-T: Manned-Unmanned Teaming) 전투체계로서 로봇 전투차량(RCV: Robotic Combat Vehicle) 등이 다수 활용될 것이다. RCV와 같은 무인체계의 운용목적은 주로 인명피해의 위험이 예상되는 지역에 사람보다 먼저 투입되어 임무를 수행하는 것이다. 예를 들면 적과의 접촉이 이루어지는 첨단 지역에서 적과의 접촉을 유지하고, 적의 규모와 화력을 파악하는 임무를 수행할 수 있다[1,2]. RCV의 기본 운용방식은 사람에 의한 원격조종이다. 따라서 RCV가 수집한 정보는 운용자인 통제관에게 전송된다. 이때 전송되는 정보는 EO/IR(Electro Optical/Infrared) 센서를 사용하여 수집한 접적한 적 무기체계의 종류, 규모 등에 관한 것이다. 통제관은 전송받은 정보를 상위 제대에 전달하고, 상위 제대에서는 군사적 해석을 더하여 정보를 정보로 변환한 뒤, 작전 계획, 상황 등에 따라 공격준비사격과 같은 전술적 행동을 취한다. RCV의 활용 예시를 그림으로 나타내면 아래 Fig. 1과 같다.

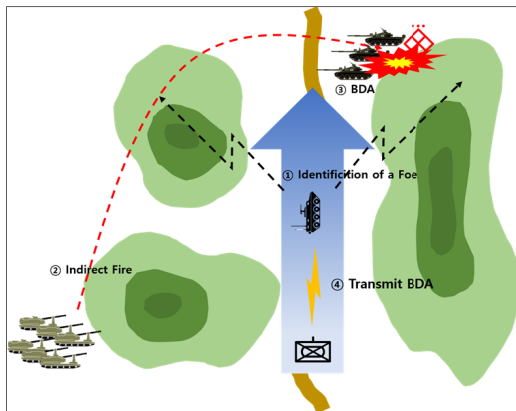


Fig. 1. An example of RCV operations in future battlefields

본 연구에서 상정하는 전투 상황의 시간 단위는 하루이다. 즉 일 단위로 진행되는 단기 작전 상황에서 RCV가 적정에 관련된 정보를 획득하여 분석하는 상황을 가정한다. 하루 단위의 단기 작전 상황에서는 공격준비사격 등으로 인해 파손된 장비의 정비 등을 통해 일시적으로 사용 불가능한 장비를 사용할 수 있는 상태로 조치할 수 있는 시간이 부족하다. 그러므로 간접화력 등으로 인해 화력 및 동력 시스템 등에 피해를 입은 장비는 작전 상황

동안 사용 불가능한 상태로 판정할 수 있다. 사용 불가능한 적 장비는 아군 장비에 피해를 줄 수 없고 다음 행동을 결정하는데 중요한 요인이다. 따라서 적이 보유하고 있는 중요 장비의 사용 가능 상태를 판단하는 것은 중요하다. 적 부대에 간접화력을 운용한 뒤 적 무기체계에 대한 피해평가(Battle Damage Assessment, 이하 BDA)를 진행하고 아군이 공격 가능한 수준으로 적 무기체계가 파괴되었는지 판단하여야 한다. 부대의 정보 관독관 등은 유·무인 체계를 통해 수집한 정보를 분석하여 본대가 중요 지점으로 투입되거나 주요 전투 행동 등을 시행하기 전 적의 전력 상태를 파악할 수 있는 정보를 생산한다. 이때 적이 사용할 수 있는 무기체계가 전차, 보병탑승 전투장갑차(Infantry Fighting Vehicle, 이하 IFV) 등과 같은 주요 장비인지를 파악하는 것과 아군과 교전할 수 있는 적 주요 장비의 수를 파악한다. 이 과정에서 소요되는 시간이 단축되면 적보다 먼저 행동할 수 있으며 주도권 확보에 유리하다.

본 연구에서는 러시아-우크라이나전에서 수집된 무기체계 상태 데이터를 VGG16(Visual Geometry Group) 합성곱신경망 기반으로 이미지 분류를 진행하였다.

본 논문은 총 5장으로 구성되어있다. 2장에서는 관련 연구를 고찰하고 본 연구의 방법 및 데이터의 구성에 관해 설명한다. 3장에서는 기존 이미지넷(ImageNet)으로 학습된 VGG16, 본 연구에서 수집한 기갑 및 기계화 부대 무기체계 상태 데이터 세트로 학습한 VGG16과 적 무기체계를 효과적으로 분류할 수 있는 형태로 수정한 MC 모델을 비교하여 제시한다. 4장에서는 MC 모델의 시사점에 대해 논하고 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련 연구 및 데이터 구성

2.1 관련 연구

RCV가 EO/IR 센서 등을 사용하여 획득한 적에 대한 정보는 이미지로 전시된다. 정보 관독관 등이 짧은 시간에 무기체계 종류의 식별, 피해평가 등의 세부 정보를 판단하는 것은 제한되므로 식별된 정보를 사전 처리하여 제시하는 것이 필요하다. Liu and Liu는 2017년 연구에서 CNN(Convolution Neural Network)을 사용하여 낮은 인식률을 갖는 군 장비의 탐지 및 상황인식 능력을 향상하는 모델에 대해 연구하였다[3]. 이 연구에서는 미국의 Military Sensing Information Analysis Center

(SENSIAC)의 데이터를 사용하여 연구를 진행하였다. Chen et al.은 2018년 연구에서 의미적 정보(Semantic Information)와 CNN을 활용하여 산림, 지상, 항공에서의 군 이미지 인식모델을 연구하였다[4]. 향후 전장에서 다량의 군 이미지가 식별되고 이것을 빠르게 파악하는 것이 중요하며, 지휘관 및 참모의 의사결정을 지원하기 위한 정확한 정보를 전달하는 것에 대한 중요성을 강조하였다. 또한 거리 등의 다양한 조건에서 구축된 이미지 데이터를 사용하여 연구의 정확성과 군사적 활용성을 높였다. Upadhyay et al.은 2021년 연구에서 드론 등의 항공표적 식별 CNN 모델을 연구하였고[5] Bi et al.은 2021년 연구에서 SAR 이미지에 기반한 CNN 모델의 표적 탐지 및 분류 모델에 대해 연구하였다[6]. 일련의 연구에서 지상 및 항공 등의 센서를 활용하여 수집된 데이터에 기반하여 군 표적 식별을 용이하게 하는 AI 모델의 구축 중요성에 관해 확인할 수 있다.

기존 연구는 주로 해당 모델의 성능을 검증하기 위해 독립적으로 수집한 데이터에 기반하여 진행되었다. 그러나 무기체계의 제한적 정보공개 환경 등을 고려했을 때, 학습 데이터가 충분히 제공되지 않은 상황에서 군 무기체계에 대한 분류에 관한 연구는 부족한 상태이다. 따라서 향후 개발된 유·무인 복합체계의 성공적인 작전에 기여함과 동시에 군 AI 모델의 분류 성능을 향상할 수 있는 연구가 필요하다.

2.2 연구 방법

본 연구에서는, VGG16 모델을 활용하여 수집된 3종류의 무기체계 별 이미지 데이터들의 피해 유·무를 학습하고, 학습된 모델을 테스트 데이터에 적용하여 그 분류 성능을 도출하고 이를 해석하고자 한다.

이때 VGG16이란, 1,000개의 클래스로 구성된 약 1,400만 개의 이미지 데이터(ImageNet)를 분류하는 대회인 ILSVRC(ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge / 이미지인식 경진대회)에서, 92.7%의 Top-5 테스트 정확도를 달성하며 2014년에 준우승한 모델로 Simonyan 과 Zisserman에 의해 개발되었다[7]. VGG16은 16개의 층이라는 깊은 신경망 층에도 불구하고 3×3 합성곱 필터를 사용함으로써, 상대적으로 적은 학습 파라미터 수를 도출하며, 이로인해 보다 높은 비선형성을 제공하기에 시간 및 정확도 적인 측면에서 효율적인 모델로 평가받고 있기에, Google 학술검색 기준, 최근 5년 사이에 2만 건이 넘는 논문에 활용되고 있다. 관련 연구를 정리하면 오른쪽 Table 1과 같다[8-17].

Table 1. Papers using VGG16 ('18 ~ 22)

Year	Articles
2018	Compressed residual-VGG16 CNN model for big data places image recognition[8], Synthetic Medical Images Using F&BGAN for Improved Lung Nodules Classification by Multi-Scale VGG16[9]
2019	Classification of Tobacco Leaf Pests Using VGG16 Transfer Learning[10], Fish Species Recognition Using VGG16 Deep Convolutional Neural Network[11]
2020	Deep neural networks for dental implant system classification[12], UNet-VGG16 with transfer learning for MRI-based brain tumor segmentation[13]
2021	Deep CNN model based on VGG16 for breast cancer classification[14], A novel method for peanut variety identification and classification by Improved VGG16[15]
2022	Classification of Sign-language Using VGG16[16], Pneumonia detection and classification using CNN and VGG16[17]







본 연구에서 다루게 될 데이터는 무기체계의 이미지 데이터로, 군 관련 이미지의 특성상 공개된 정보가 많지 않으며, 마찬가지로 실제 전장에서 수집되는 이미지 정보들도 충분하지 않다. 이러한 부분을 보완할 수 있는 방법 중 하나가 전이 학습(Transfer Learning)이다. 전이 학습이란 하나의 작업을 위해 훈련된 모델을 유사 작업 수행 모델의 시작점으로 활용하는 딥러닝의 접근법으로, 공개된 이미지 분류 모델의 가중치를 그대로 사용하는 모델(이하 Original)과 VGG16의 구조만을 사용한 모델(이하 Structure)의 비교를 통해, 무기체계의 피해 유·무를 구별해낼 때 전이 학습의 효과가 있는지를 알아본다. 이후, 더 성과가 나은 모델의 경우, 일부 구조 및 학습 방식을 변경한 모델(이하 MC)을 통해 모델의 성능향상 방안에 대해서 알아보하고자 한다.

2.3 데이터 구성

본 연구에서는 공개적으로 접근할 수 있는 러시아-우크라이나전 무기체계 상태 데이터를 사용하여 분석을 수행하였다. 분석에 사용된 무기체계의 이미지 데이터는 우크라이나, 러시아 국방부 및 언론매체, 공개된 다국적군 자료를 통해 수집하였다. 본 연구에서 가정하는 상황은 공격이 임박한 상황에서 적 장비의 피해평가를 하는 상황이다. 향후 RCV가 투입되어 임무 수행하는 상황에서 수집하는 정보를 기반으로 한다. 공격준비사격 등이 진행되기 전에 식별된 장비는 Pristine 상태로 피해가 경미하거나 없는 상태를 갖는다. 공격준비사격 이후 식별

된 장비는 피해를 입거나 또는 피해를 입지 않는 상태를 갖게 된다. BDA 판정 결과는 아래 Table 2와 같이 정리할 수 있다.

Table 2. The list of BDA result in the dataset

Class	Damaged	Pristine
Tank		
Tracked IFV, APC (BMP)		
Wheeled IFV, APC (BTR)		

1열의 Damaged는 장비에 피해가 발생하여 즉시 전투에 사용할 수 없는 상태를 의미한다. 피해 정도에 따라 정비과정을 거쳐 재사용이 가능할 수 있으나, 교전이 임박한 상황에서의 피해평가 상황을 상정하였으므로 수리가 필요하거나 완전히 파괴된 상태 모두 동일한 것으로 정의하였다. Pristine은 즉시 사용이 가능한 상태로 즉시 전투 임무에 사용할 수 있는 장비를 의미한다. 피해가 발생하지 않았거나 경미한 피해가 발생하여 임무를 수행에 지장이 없는 상태를 의미한다. 1행의 Tank는 MBT(Main Battle Tank)를 의미한다. 2행의 Tracked IFV, APC(Armoured Personnel Carrier)는 BMP 계열 등의 보병탑승 전투장갑차를 의미한다. 3열의 Wheeled IFV, APC는 BTR 계열 등의 차륜형 장갑차를 의미한다. 수집한 데이터는 군 전문가들의 의견을 통해 상태를 분류하였다. 각 무기체계 별 데이터는 최종 300개씩으로 선정하였으며, 각 학습/검증/테스트 데이터의 비율은 6:2:2(Train: 180 / Validation: 60 / Test : 60)로 정하였다.

본 연구에서는 각 분류 모델 구축을 위해, 시나리오별 Epochs는 50, Batch Size는 64로 설정하여 학습 및 검증을 진행하였다. 실험환경은 Intel(R) Xeon(R) 2.20GHz CPU, 13GB RAM, NVIDIA Tesla T4 GPU로 구성하였다.

3. 분류 모델 및 성능 평가

3.1 분류 모델 선정

분석 모델의 기본이 되는 VGG16은 총 13개의 합성곱층(Convolution Layer)과 3개의 완전연결층(Fully Connected Layer)으로 구성되어 있으며, 합성곱층의 경우 3x3 합성곱(Convolution) 필터를 적용하였다. 이번 연구에서는 VGG16을 바탕으로 총 3개의 비교 모델을 선정하였으며, 그 구조는 아래 Fig. 2를 통해 확인할 수 있다.

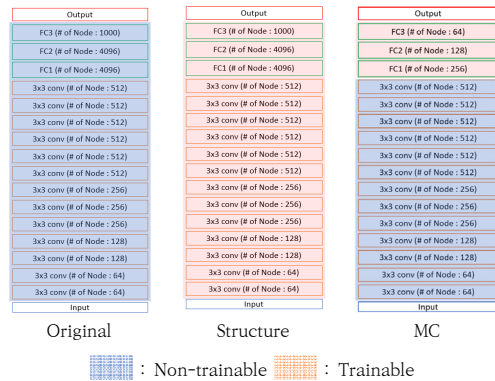


Fig. 2. The Structures of VGG16 based models

먼저, 첫 번째 모델(이하 Original)은 VGG16을 그대로 사용하는 것으로, VGG16의 구조(층 및 노드 개수)가 동일하며 마지막 완전 연결층의 가중치만 학습할 수 있도록 하였다. 두 번째 모델(이하 Structure)은 VGG16의 구조는 그대로 사용하되, 모든 층의 가중치를 초기화하여 이번 연구에 사용된 데이터를 활용하여 학습되도록 하였다. 세 번째 모델(이하 MC)은 VGG16의 합성곱층의 구조 및 가중치는 그대로 사용하되, 3개의 모든 완전 연결 층의 노드 개수 변경하였으며 가중치 또한 학습가능하도록 설정하였다. 또한, MC모델의 경우각 완전연결층 간에 Dropout(비율: 0.3)과 Batch Normalization을 추가하여 과적합을 방지하고자 하였다.

위 세 가지 모델의 비교를 통해, 이미지넷 기반으로 학습된 VGG16이 Imagent에 없는 이미지 데이터에 그대로 전이 학습되었을 때의 분류 능력을 Original 모델을 통해 확인하고자 한다. 또한, VGG16 모델의 구조 자체가 이미지넷보다 클래스 및 전체 이미지의 개수가 적은 데이터에도 충분한 효과를 발휘하는지를 Structure 모델을 통해 확인할 수 있으며, VGG16의 전연결층만을

일부 변형시켜 새로운 데이터로 학습시켰을 때의 분류 성능을 MC 모델을 통해 확인해보고자 한다. 이를 통해, 보안상의 제약 등으로 인해 대량의 이미지 세트가 구축되기 힘든 군사용 이미지 데이터 분류 분야가 적절한 수준의 전이 학습을 통해 더욱 빠르고 정확도 높게 분류해 나갈 수 있으리라 판단하여 위와 같은 3개의 비교 모델을 선정하였다.

3.2 분류 모델의 성능 평가

먼저, 각 무기체계 별 수집된 학습 및 검증용 데이터를 활용하여 Original과 Structure 모델을 각 100번씩 학습시켰으며, Binary Crossentropy 함수를 오차함수 (Loss Function)로 선정하여 오차를 구하고, 그중 가장

작은 오차를 도출한 모델을 최적의 모델로 선정하였다. 이후 최적의 선정된 모델을 활용하여 테스트 데이터 (Damaged : 30, Pristine : 30)를 분류하여 그 정확도 (Accuracy)를 도출하였다. 이때, VGG 16의 구조만을 사용한 Structure 모델의 경우, 모든 종류의 테스트 데이터에 대한 분류 성능이 Tank 60%, BMP 75.76%와 BTR 50%로 테스트 데이터의 구성(Pristine이 50%, Damaged가 50%)과 동일한 결과를 보여주어 분류 성능에 문제를 드러내었다. Original 모델의 경우에도 Tank에서 Structure와 동일한 결과를 보였지만, BTR에서는 80%라는 우수한 분류 성능을 보여주었다. 전체 결과를 정리하면 아래 Table 3과 같다. 이를 통해, 비록 동일한 클래스의 데이터를 분류하지는 않았지만, 150만여 개의 데이터를 1,000여 개의 클래스로 분류해냈었던 VGG16

Table 3. The result of analysis models by each class

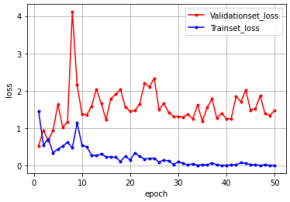
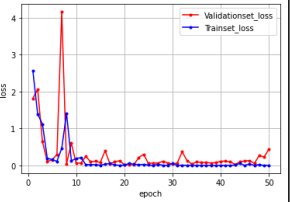
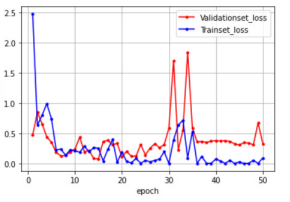
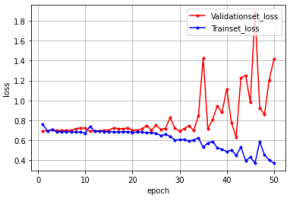
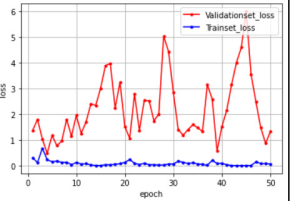
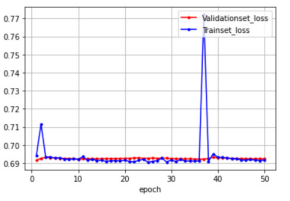
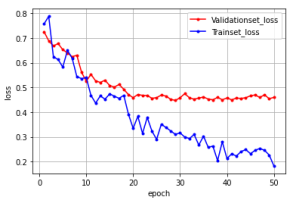
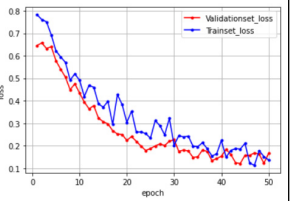
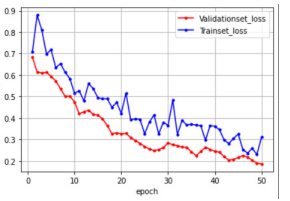


Model	Evaluation	Tank	BMP	BTR
Original	Loss			
	Accuracy (Test)	80%	81.82%	85%
Structure	Loss			
	Accuracy (Test)	60%	75.76%	50%

Table 4. The difference of the three analysis models

Model	Evaluation	Tank	BMP	BTR
MC	Loss			
	Accuracy (Test)	80%	84.85%	90%

Legend in Tables 3 and 4. : Validationset_loss, : Trainset_loss, X-axis: Epoch, Y-axis: Loss




의 가중치가 다른 데이터에도 유용하게 작용할 수 있음을 확인할 수 있었다.

위와 같은 결과를 바탕으로, VGG16의 가중치가 유용하게 작용함을 알 수 있었으나, 모델을 반복 실행할수록 훈련 데이터를 통해 도출된 오차는 점차 감소하지만, 검증 데이터의 오차는 점점 커지는 과적합 문제는 모델의 성능을 향상하기 위해 해결해야 할 남은 과제였다. 이를 위해, 완전 연결 층(Fully Connected layer)의 노드 숫자를 더 줄이고, 층간에 Dropout(비율 : 0.3)과 Batch Normalization을 추가한 MC 모델을 통해 과적합 문제를 해결하고자 하였다.

MC를 사용하여 주어진 데이터를 학습하고 검증하며, 분류해본 결과는 앞 페이지의 Table 4와 같다. Table 4의 오차(Loss) 그래프에서 알 수 있듯이, 실행이 거듭될수록 학습데이터의 오차뿐만 아니라 검증데이터의 오차도 감소하면서, 각 모델이 학습 데이터에 대해서만 과적합 되는 문제가 해결됨을 확인할 수 있다. 또한, 테스트 데이터에 대한 분류 성능(정확도 : Accuracy)도 BMP 및 BTR 데이터에서 각 3%, 5%씩 향상됨을 확인할 수 있다. 이를 통해 올바르게 분류된 데이터들이 더 많이 추가된다면, MC 모델이 BTR에 대해서도 다른 모델보다 더 나은 수준의 분류 성능을 보여줄 것이라 예상해볼 수 있다.

또한 실험 결과에서 BMP와 BTR의 분류 성능이 더욱 개선된 것은 장갑 종류에 따른 변형 정도의 차이로 추정해 볼 수 있다. BMP와 BTR은 Tank에 비해 경장갑을 채택하고 있다. 따라서 동일한 형태의 공격에 노출되었을 때, 아래 Table 5와 같이 외형의 변화가 더 큰 경향성을 갖게 된다.

Table 5. Difference in degree of change in appearance under similar damaged conditions

Tank	BTR	BMP
		

4. MC 모델의 시사점

이번 연구의 결과를 분석해보면 크게 두 가지의 시사점을 도출할 수 있다. 첫 번째는 Military 이미지넷의 구

축이다. VGG16의 이미지넷은 민간 경연대회 등을 통해 빠르게 발전하고 있으며 다양한 분야에서 수집한 데이터에 기반하여 높은 분류 성능을 보인다. 기존 VGG16을 사용했을 경우 이번 연구에서 수집한 군 무기체계를 Table 3에 명시된 정확도로 분류하지만, MC 모델을 본 연구에서 수집한 무기체계 상태 데이터로 학습시켰을 경우 상태 분류 정확도가 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 군 관련 데이터와 기술은 공개했을 경우 보안의 문제가 있다. 하지만 공공에 공개함으로써 다양한 무기체계 데이터로 구성된 이미지 데이터 세트를 구축하고, VGG16과 같이 더욱 빠르고 높은 수준의 기술 발전을 기대할 수 있다. Liu and Liu의 연구는 미국의 SENSIAC에서 거리별로 구축되어있는 정밀한 데이터를 수집하여 실험을 진행할 수 있었다. 민간 분야에서도 양질의 군 데이터를 활용하여 활발한 연구를 진행하는 것을 확인할 수 있다. 새로운 모델을 개발하는 데 있어 활용할 수 있는 군 데이터를 공개한다면, 더욱 정교한 모델을 개발할 수 있을 것이다. 군사 분야에서는 보안과 기술 개발이라는 Trade-off(상충관계)가 존재한다. 그러나 외부 자원을 효과적으로 활용하기 위해서는 외부 기관 및 민간과의 협력이 필수적이다. 다수의 인원이 참여하면 다양한 이미지 데이터 등을 수집할 수 있기에 더욱 활발한 군 관련 연구를 기대할 수 있다. 군에서 활용할 수 있는 무기체계 이미지 데이터 세트를 구축할 수 있을 것이다. 보안에 핵심적인 사항들을 제외한 데이터를 기반으로 군 관련 데이터 클라우드를 구축하고, 이를 민간에 공개한다면 더 다양한 시각의 분석 방법에 대한 아이디어를 제공 받을 수 있다. 또한, 구성원들의 참여로 이루어진 새로운 군 관련 데이터들이 추가되면서 보다 신뢰성 있는 군사 빅데이터가 구축될 것이다. 물론, 이에 대한 민간의 참여 독려를 위해서는 경연대회 등의 다양한 방법들을 활용해야 할 것이다.

둘째는 군 도메인에 최적화된 분류 모델 연구의 필요성이다. 본 연구에서는 기존 VGG16을 활용하여 군 관련 이미지 데이터에서 더 나은 분류 성능을 갖도록 수정한 MC 모델을 제안하였다. 군 관련 데이터는 무기체계 정보 공개의 제한 등의 제약으로 인해 수집할 수 있는 정보의 양이 제한적이다. 따라서 제한된 데이터를 사용하여 정확하게 상태 등을 분류할 수 있는 군 AI 모델이 필요하다. 이를 위해 지상, 항공 및 해상 등 무기체계의 특성 차이와 일반 민수용 장비 및 물자와 군사 물자의 외형 등의 차이가 존재하는 점을 고려하여 군 도메인에서 최적 성능을 발휘할 수 있는 모델의 연구가 필요하다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

기존 이미지넷으로 학습된 VGG16을 사용하는 것을 비교하여 군 관련 이미지 데이터 세트 구축의 필요성을 확인할 수 있었다. 민간 분야에서 높은 분류 성능을 갖는 VGG16을 군 무기체계에서 활용하기 위해 적절한 수정 과정을 거치면, 더욱 높은 정확도를 얻을 수 있는 것을 확인하였다. 군 관련 이미지 데이터 세트를 구축하고 군 무기체계 분류를 위한 AI 모델의 연구가 깊이 있게 진행된다면, 정보 판독 시간을 단축하여 향후 유·무인 복합체계의 활용성을 높이고 의사결정 시간 단축에 기여할 것으로 기대한다.

이번 연구에서는 기존의 연구가 민간 분야에서 주로 활용된 것과 달리 군사적 활용에 대한 내용을 연구하였다. 앞서 언급한 바와 같이 10만 개 이상의 데이터를 학습하여 구성된 VGG16 모델을 사용하여 군도메인의 장비 상태 이미지의 분류에 사용했을 경우, 전차의 경우 80%, 궤도형 장갑차의 경우 81.82%, 차륜형 장갑차의 경우 85% 정도의 분류 성능을 보였다. 이번 연구에서 제안한 MC 모델을 사용했을 경우 학습에 사용된 데이터가 러시아-우크라이나전에서 수집한 제한적인 데이터임에도 불구하고 전차는 동등한 분류 성능을 보였으며 궤도형 장갑차의 경우 81.82%에서 84.85%로, 차륜형 장갑차의 경우 85%에서 90%로 향상된 것을 확인할 수 있었으며, 전차의 경우 더 적은 Loss로 유사한 성능을 보였다. 이는 향후 배치될 RCV 등 무인체계의 활용성을 더욱 높이고 사람의 빠른 판단을 가능하게 하여 군사적 의사결정 시간을 단축하는 데 활용할 수 있음을 의미한다.

본 연구의 결과는 군 분야에서 적 무기체계 정보를 획득 후 빠르게 해석하는 데 활용할 수 있을 것으로 기대한다. 기존에는 획득된 정보를 사람이 판단하는 과정을 거쳤으나, AI 모델을 사용하면 사람보다 빠른 시간에 필요한 정보를 확인할 수 있다. 이러한 점은 작전 반응시간의 단축, 유·무인체계의 효과적인 협업에 필요한 기반 기술 구축에 기여할 것으로 기대한다.

군에서 사용하는 무기체계는 기동, 화력, 감시/정찰 무기체계 등 종류가 다양하다. 분류 모델의 활용성을 높이기 위해서는 다양한 무기체계의 상태를 분류할 수 있어야 한다. 따라서 다종의 장비를 대상으로 이미지넷을 구축하여 각 장비의 상태를 분류할 수 있는 모델에 대한 연구가 필요하다. 향후에는 공중에서 촬영한 데이터를 확보하여 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)가 사용할

수 있는 AI 모델에 대한 연구를 진행하여 MC 모델의 효과성을 높이고자 한다.

References

- [1] National Defense Industrial Association(NDIA), U. S. "2019 Robotics Capabilities.", p.231, NDIA, U.S., 2019.
- [2] National Research Council. "Technology development for army unmanned ground vehicles.", p.181, National Academies Press, 2003.
DOI: <https://doi.org/10.17226/10592>
- [3] Liu, Shuo, and Zheng Liu. "Multi-channel CNN-based object detection for enhanced situation awareness." *The Sensors & Electronics Technology (SET) panel Symposium SET-241 on 9th NATO Military Sensing Symposium*, 1712.00075, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1712.00075>
- [4] Chen, C., Huang, J., Pan, C., & Yuan, X., "Military image scene recognition based on CNN and semantic information.", *2018 3rd International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE)*, IEEE, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICMCCE.2018.00126>
- [5] Upadhyay, Madhusudan, Somanchi Krishna Murthy, and AA Bazil Raj., "Intelligent System for Real time detection and classification of Aerial Targets using CNN.", *2021 5th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, IEEE, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICICCS51141.2021.9432136>
- [6] Bi, H., Deng, J., Yang, T., Wang, J., & Wang, L., "CNN-based target detection and classification when sparse SAR image dataset is available.", *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 14, 6815-6826, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2021.3093645>
- [7] Simonyan, Karen, and Andrew Zisserman., "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition.", arXiv preprint arXiv:1409.1556, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1409.1556>
- [8] Qassim, Hussam, Abhishek Verma, and David Feinzimer., "Compressed residual-VGG16 CNN model for big data places image recognition.", *2018 IEEE 8th annual computing and communication workshop and conference (CCWC)*, IEEE, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1109/CCWC.2018.8301729>
- [9] Zhao, Defang, Dandan Zhu, Jianwei Lu, Ye Luo, and Guokai Zhang. "Synthetic Medical Images Using F&BGAN for Improved Lung Nodules Classification by Multi-Scale VGG16.", *Symmetry*, 10, no. 10: 519. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.3390/sym10100519>
- [10] D. I. Swasono, H. Tjandrasa and C. Fathicah., "Classification of Tobacco Leaf Pests Using VGG16 Transfer

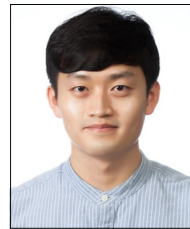
Learning.", *2019 12th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS)*, pp. 176-181, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ICTS.2019.8850946>

- [11] Hridayami, P., Putra, I. K. G. D., & Wibawa, K. S., "Fish species recognition using VGG16 deep convolutional neural network.", *Journal of Computing Science and Engineering*, 13(3), 124-130. 2019
DOI: <https://doi.org/10.5626/JCSE.2019.13.3.124>
- [12] Shintaro Sukegawa, Kazumasa Yoshii, Takeshi Hara, Katsusuke Yamashita, Keisuke Nakano, Norio Yamamoto, Hitoshi Nagatsuka, and Yoshihiko Furuki., "Deep neural networks for dental implant system classification.", *Biomolecules*, 10(7) 984, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.3390/biom10070984>
- [13] Pravitasari, A. A., Iriawan, N., Almuhyar, M., Azmi, T., Irhamah, I., Fithriasari, K., ... & Ferriastuti, W., "UNet-VGG16 with transfer learning for MRI-based brain tumor segmentation." *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(3), pp.1310-1318. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v18i3.14753>
- [14] Albashish, D., Al-Sayyed, R., Abdullah, A., Ryalat, M. H., & Almansour, N. A., "Deep CNN model based on VGG16 for breast cancer classification.", *2021 International Conference on Information Technology (ICIT). IEEE*, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICIT52682.2021.9491631>
- [15] Yang, H., Ni, J., Gao, J., Han, Z., & Luan, T., "A novel method for peanut variety identification and classification by Improved VGG16.", *Scientific Reports*, 11(1), pp.1-17. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95240-y>
- [16] Abu-Jamie, Tanseem N. & Abu-Naser, Samy S., "Classification of Sign-language Using VGG16.", *International Journal of Academic Engineering Research (IJAER)*, Vol.6 Issue.6, pp.36-46, 2022.
- [17] Bangare, S., Rajankar, H., Patil, P., Nakum, K., & Paraskar, G., "Pneumonia detection and classification using CNN and VGG16." *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 12, pp.771-779. 2022.
DOI: <http://dx.doi.org/10.48175/IJARSCT-3851>

류 준 열(Jun-Yeol Ryu)

[정회원]



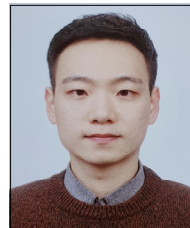
- 2014년 2월 : 육군사관학교 무기시스템공학과 (공학사, 군사학사)
- 2020년 2월 : 서울대학교 산업공학과 (공학석사)
- 2020년 1월 ~ 2021년 2월 : 육군사관학교 기계·시스템공학과 강사
- 2021년 3월 ~ 현재 : 육군사관학교 기계·시스템공학과 조교수

<관심분야>

무기체계, RCV, M&S, 품질공학, AI

김 태 완(Tae-Wan Kim)

[정회원]



- 2011년 2월 : 육군사관학교 건축공학과 (공학사, 군사학사)
- 2020년 1월 : 국방대학교 관리대학원 국방과학학과 (공학석사)
- 2020년 1월 ~ 2022년 4월 : 육군사관학교 기계·시스템공학과 조교수

- 2022년 10월 ~ 현재 : 합동참모본부

<관심분야>

무기체계, 국방M&S, 데이터 분석, AI

정 자 훈(Ja-Hoon Jeong)

[정회원]



- 2013년 2월 : 육군사관학교 토목환경공학과 (공학사, 군사학사)
- 2021년 8월 : 노스캐롤라이나 주립대학교 산업시스템공학 (공학석사)
- 2021년 8월 ~ 2022년 11월 : 육군사관학교 기계·시스템공학과 조교수

- 2022년 11월 ~ 현재 : 육군대학

<관심분야>

무기체계, 국방M&S, 데이터 분석, AI