

SAR 영상 목표물 포즈 각도 추정을 위한 딥 콘볼루션 뉴럴 네트워크

염광영, 김문철
한국과학기술원 전기 및 전자 공학과
yky5464@kaist.ac.kr, mkim@ee.kaist.ac.kr

Convolutional neural network for Azimuth estimation with SAR

Gwang-Young Youm, Munchurl Kim
Korea Advanced Institute of Science and Technology School of Electrical Engineering

요약

최근 딥러닝을 이용한 SAR 영상의 목표물을 인식하는 알고리즘이 괄목할만한 성능을 보여주었다. 이러한 알고리즘들은 포즈 각도 정보를 무시한 채 목표물의 종류를 추정하는 것에만 초점을 맞춘다. 포즈 각도 추정 알고리즘은 단지 SAR 영상 목표물 인식 알고리즘의 전처리 과정으로 연구되었다. 하지만 감시 시스템에서, 목표물이 향하고 있는 방향을 추정하는 것 또한 중요하다. 먼저, 포즈 각도 추정을 통하여 적의 전술 배치를 계획을 추정할 수 있다. 또한 목표물이 아군 쪽을 바라보면 큰 위협이 되는데, 포즈 각도 추정을 통하여 이러한 정보를 알 수 있다. 따라서 본 논문은 목표물이 향하고 방향을 추정할 수 있는 콘볼루션 네트워크를 고안하였다. 네트워크를 학습시키기 위하여 SAR 영상의 목표물의 포즈 각도를 양자화하여 포즈 각도 label 을 구성하였다. 또한 이러한 포즈 각도 추정을 정제하는 알고리즘을 고안하였고 이는 보다 정확한 포즈 각도 추정을 가능하게 하였다. 그 결과, 제안된 네트워크는 포즈 각도 추정에 높은 정확도를 보여준다.

1. 서론

SAR (Synthetic Aperture Radar) 는 뛰어난 관통력과 날씨상황에 영향을 받지 않는 특성으로 인하여 군사분야의 감시정찰분야에 널리 사용되고 있다. 하지만 이는 심한 Speckle 잡음으로 인하여 이를 분석하고 이해하는 것이 어렵다. 따라서 SAR 영상을 해석하는 알고리즘은 국방분야에서 중요하다.

최근 Convolutional neural network (CNN) 기술을 적용한 알고리즘들이 물체 인식 및 분류 문제에 적용되어 높은 성능을 보여주었다 [1, 2]. 또한 딥러닝 기술을 SAR 영상 문제에 적용한 알고리즘들이 높은 성능을 보여주었다 [3, 4]. Ding 은 SAR 영상을 위한 데이터 증대 알고리즘을 고안하였다 [3]. 또한 Chen 은 학습 파라미터의 수를 줄이기 위하여 fully connected 층이 없는 네트워크를 고안하였다 [4].

SAR 영상을 해석하는 알고리즘들은 목표물의 종류를 추정하는 것에만 초점을 맞춰왔다. 포즈 각도 추정 알고리즘들은 목표물 종류 인식 알고리즘의 전 처리를 위하여 연구되어 왔었다 [5]. 하지만 포즈 각도 정보 또한 감시 정찰 시스템에서 중요한 정보이다. 포즈 각도 정보를 안다면 목표물의 이동방향을 추정할 수 있고, 이를 이용하여 적의 전술 배치의 변화를 예측할 수 있다. 또한 아군을 바라보고 있는 적의 목표물은 그렇지 않은 목표물 보다 큰 위협이 된다. 포즈 각도 추정은 목표물이 향하고 있는 방향을 추정하여, 어떤 목표물이 더 위협이 되는지 판단하는데 도움을 줄 수 있다.

따라서 본 논문에서는 포즈 각도를 정확하게 추정할 수 있는 네트워크가 고안되었다. 네트워크가 포즈 각도 정보를 추정할 수 있도록 우리는 포즈 각도를 일정한 간격의 값으로 양자화한 후 이것을 이용하여 네트워크 학습의 label 을 구성하였다.

네트워크를 학습시킨 후 포즈 각도를 추정하게 되면 네트워크는 불연속적인 포즈 각도 추정을 하게 된다. 이는 실제의 포즈 각도 정보와 큰 차이가 있으며 정확도도 떨어지게 된다. 따라서 본 논문에서는 이러한 현상을 완화할 수 있는 포즈 각도 추론 보정 알고리즘을 고안하여 이러한 현상을 완화시켰다.

그 결과, 제안된 알고리즘은 포즈 각도 추정에서 괄목할만한 성능을 보여주었다.

2. 제안하는 방법

본 논문에서는 CNN 을 이용하여 포즈 각도 추정을 할 수 있는 네트워크를 고안하였다. 그림 1 은 포즈 각도 추정을 위한 네트워크의 구조를 보여준다. 포즈 각도 추정 네트워크는 [4]의 네트워크에서 동기를 얻어 고안되었다. 콘볼루션 네트워크가 포즈 각도 추정에 관하여 학습할 수 있도록, 우리는 목표물의 포즈 각도를 양자화 시킨 후 이를 분류화 문제로 접근하였다. 추정하는 포즈 각도의 간격을 θ_{im} 라고 설정하고 $[0, 180]$ 범위를 θ_{im} 간격으로 분류하였다. 그리고 분류된 포즈 각도 인덱스를 네트워크가 추정해야 하는 class 로 두었다. 표 1 은 포즈 각도 추정 네트워크의 성능을 보여준다.

위와 같은 방법은 네트워크가 불연속적인 값의 포즈 각도 추정을 하게 된다. 이는 포즈 각도가 연속적인 값을 가지는 것과 큰 차이가 있다. 또한 이러한 현상으로 인하여, 네트워크의 성능은 개선의 여지가 있다.

우리는 알고리즘이 연속적인 포즈 각도 추정을 할 수 있도록 포즈 각도 추론 보정 알고리즘을 고안하였다. 이것은 네트워크 결과의 확률 값과 해당하는 각도의 벡터 가중 합을 구한다.

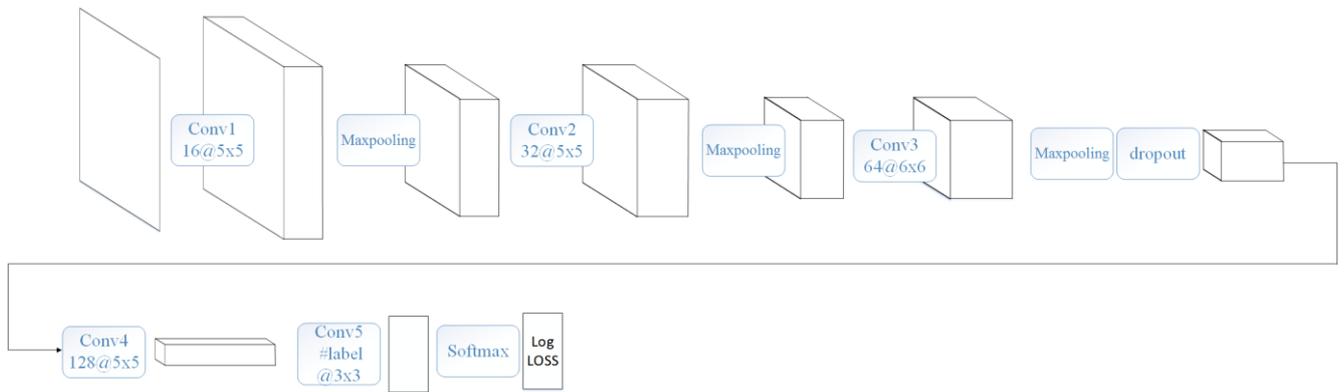


그림 1. SAR 영상 포즈 각도 추정을 위한 네트워크 구조

표 1. 포즈 각도 추정 네트워크의 추정 성능

	오차평균	오차표준편차	오차(>10)	오차(>20)
BMP2	1.008	1.370	0	0
BTR70	1.019	1.246	0	0
T72	1.133	1.380	0	0
BTR60	1.155	1.521	0	0
2S1	0.957	1.195	0	0
BRDM2	1.094	1.380	0	0
D7	1.481	1.888	0	0
T62	0.813	1.143	0	0
ZIL131	0.958	1.171	0	0
ZSU234	1.182	1.452	0	0

그림 2 는 포즈 각도 추정 보정 알고리즘을 보여준다. 여기서 P 는 추정의 확률 값이고 θ 는 해당하는 각도이다. 그림 2 에서 벡터의 합이 빨간색 선의 각도가 추정하는 포즈 각도가 된다.

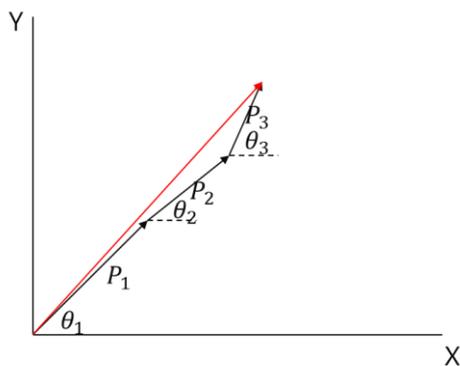


그림 2. SAR 영상 포즈 각도 추정을 위한 네트워크 구조

표 2 는 포즈 각도 추정 보정 알고리즘을 적용한 결과를 보여준다. 포즈 각도 추정 보정 알고리즘을 통하여 제안 방법은 연속적인 값의 포즈 각도 추정이 가능해 졌으며 포즈 각도 추정 성능의 개선을 가능하게 하였다.

표 2. 포즈 각도 추정 보정 알고리즘 성능

	오차평균	오차표준편차	오차(>10)	오차(>20)
BMP2	1.028	1.323	0	0
BTR70	1.015	1.234	0	0
T72	1.108	1.388	0	0

BTR60	1.167	1.525	0	0
2S1	0.925	1.193	0	0
BRDM2	1.021	1.304	0	0
D7	1.453	1.879	0	0
T62	0.835	1.173	0	0
ZIL131	0.917	1.124	0	0
ZSU234	1.129	1.380	0	0

3. 결론

본 논문에서는 SAR 영상의 포즈 각도 추정 네트워크가 고안되었다. 포즈 각도 추정이 감시정찰시스템에 중요한 정보를 줄 수 있기 때문에, 정확한 포즈 각도 추정은 필수적이다. 제안하는 알고리즘은 포즈 각도 정보를 불연속적인 값을 가지도록 양자화 한 후 이를 네트워크의 label 로 구성하였다. 또한 불연속적인 포즈 각도 추정을 보완하기 위하여 양자화 추정 보정 알고리즘이 고안되었다. 제안하는 네트워크는 정확한 포즈 각도 추정이 가능하며, 양자화 보정 알고리즘은 포즈 각도 추정을 보다 더 정밀하고 정확하게 추정할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 국방과학연구소가 지원하는 위탁연구의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] A. Krizhevsky, S. Ilya S, and G. E. Hinton, "Imagenet classification with deep convolutional neural networks," *Advances in neural information processing systems*, pp. 1097–1105, 2012.
- [2] K. Simonyan and A. Zisserman, "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition," arXiv: 1409.1556, 2014.
- [3] J. Ding, B. Chen, H. Liu and M. Huang, "Convolutional Neural Network with Data Augmentation for SAR Target Recognition," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Lett*, Vol. 13, pp. 364–368, Mar, 2016.
- [4] S. Chen and H. Wang, "Target Classification Using the Deep Convolutional Networks for SAR Images," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol.54, pp. 4806 – 4817, Aug, 2016.

- [5] 임 호, 채대영, 유지희, 권경일, “SAR 영상을 이용한 템플릿 매칭 기반 자동식별 알고리즘 구현 및 성능시험”, *한국군사과학기술학회*, Vol. 17, No. 3, pp.364-377, 2014.