

수중 생체 데이터 결핍 해소를 위한 돌고래 휘슬 생성 기법 연구

김용철¹⁾, 설승환¹⁾, 김민호¹⁾, 박근호²⁾, 정재학^{1)*}

인하대학교¹⁾, 국방과학연구소²⁾,

dydcjf4691@naver.com, koe3400@naver.com, ho2617@naver.com, ghpark57935@add.re.kr,
*jchung@inha.ac.kr

A Study on the dolphin whistle generation techniques to resolve the lack of underwater biometric data

Kim Yong Cheol¹⁾, Seol Seung Hwan¹⁾, Kim Min Ho¹⁾, Park Geun Ho²⁾, Chung Jae Hak^{1)*}
Inha Univ.

요약

본 논문은 수중 생체 데이터 결핍 해소를 위해 DCGAN을 이용하여 돌고래 휘슬음을 생성하였다. 생성한 돌고래 휘슬음은 기존 휘슬음과 다른 시간 길이와 주파수 대역을 가지지만 SNR 8 dB에서 두 기법 약 10^{-4} 으로 같은 BER 성능을 보여 수중 생체 모방 통신의 LPD/LPI성능을 향상시켰다.

I. 서론

The Bio-mimetic covert underwater acoustic communication에서는 기존 녹음된 돌고래의 휘슬음을 모방하여 통신 신호로 사용한다 [1]. 그러나 모방할 수 있는 돌고래의 데이터셋의 수가 적기 때문에 같은 주파수 대역의 같은 휘슬 모양이 반복적으로 전송되면 Bio-mimetic covert UWA communication의 low probability of detection/interception (LPD/LPI) 성능이 낮아진다. 이 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 deep convolutional generative adversarial networks (DCGAN)을 이용하여 돌고래 휘슬음을 생성하는 기법을 제안한다.

II. 본론

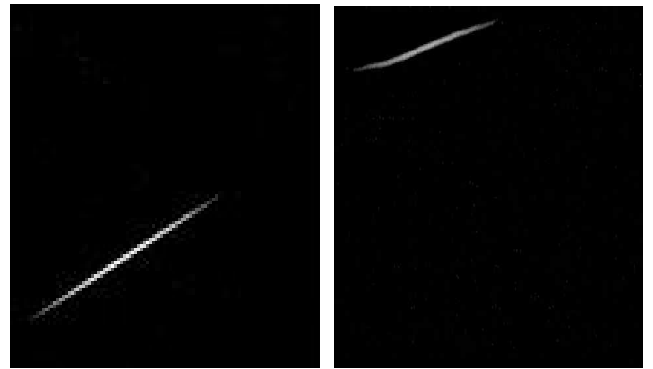
일반적인 GAN은 generator network (G)와 discriminator network (D)로 구성되어 있다. G의 목표는 실제 데이터와 유사한 가상 데이터를 생성하여 D가 생성된 데이터를 실제 데이터로 판단하도록 속이는 것이다. 그리고 D는 G가 생성한 가상 데이터와 실제 데이터를 모두 입력으로 통합하고 입력 데이터가 실제인지 여부를 판단한다. 두 네트워크는 상충하는 목표를 가지고 있기 때문에, 경쟁적으로 동시에 훈련된다.

DCGAN은 fully connected layer 대신 deep convolutional network를 사용해 이미지를 생성한다. 또한, batch normalization 기술을 적용하여 G가 수렴되지 않는 문제를 해결하고, G와 D의 activation function으로 ReLU와 LeakyReLU를 사용하여 vanilla GAN의 학습 불안정성과 gradient vanishing 문제를 해결한다.

III. 결론

본 논문에서 DCGAN을 학습시키기 위해서는 256x256x3 크기를 가지는 이미지를 사용하였다. Batch size는 128로 총 epochs는 2000 회 반복하였다. Optimizer는 Adam을 사용하였고 optimizer의 learning rate는 0.0002이다. Adam의 beta 값은 각각 0.5, 0.999를 사용하였고, D의 activation function인 LeakyReLU의 alpha값은 0.2이다. 본 논문에서 이용한 실제 휘슬음 입력 데이터를 그림 1.(a)에 나타내었고 DCGAN으로 생성한 휘슬음을

그림 1. (b)에 나타내었다.



(a) (b)
그림 1. 생성 결과. (a) 실제 휘슬음, (b) 생성 휘슬음

생성 휘슬음은 실제 휘슬음에 비해 해상도는 낮은 것처럼 보이지만, 두 휘슬음을 이용하여 수중 생체 모방 통신 실험을 수행하였을 때 CV-CFM을 사용하였을 때 SNR 8 dB에서 모두 약 10^{-4} 으로 같은 BER 성능을 가지는 것을 보였다. 이를 통해 제안 기법으로 생성한 휘슬음을 이용한 수중 모방 통신은 실제 휘슬음을 이용하였을 때와 같은 BER 성능을 가지지만 기존 휘슬음과 다른 시간 길이와 주파수 대역을 가지므로 수중 생체 모방 통신의 LPD/LPI 성능을 향상시키는 것을 알 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2024년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방과학연구소의 지원을 받아 수행된 연구임(UI237029DG).

참고 문헌

- [1] Seol S.H et al., "Research trends of biomimetic covert underwater acoustic communication," J. Acoust. Soc. Kr. 41(2), pp. 227-234. March. 2022. .