



사단 한국항행학회
법인 www.koni.or.kr

2025년 한국항행학회 종합학술대회

항공에서 바다와 우주까지,
경계를 넘는 항행기술

10월 16일(목)-18일(토)
국립목포해양대학교



프로그램 일정표

10월 16일(목)

| | |
|-------------|---------|
| 13:00-16:00 | 산학협력워크숍 |
| 17:00 | 정기총회 |

10월 17일(금) · 종합학술대회 해사과학관 3층 세미나실(2318호)

| | | | | | |
|--------------------|---|--|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | | 사회: 손표용 교수(충북대학교) | | | |
| 10:30-11:00 개회식 | 개회사 | 이성렬 회장(한국항행학회) | | | |
| | 환영사 | 한원희 총장(국립목포해양대학교) | | | |
| | 격려사 | 유경수 항공안전정책관(국토교통부) | | | |
| | | 김정식 원장(국립해양측위정보원) | | | |
| | 축사 | 윤민호 항행처장(인천국제공항공사) 양현배 항행시설실장(한국공항공사) | | | |
| | 감사패 증정 | | | | |
| 11:00-11:40 | Keynote speech 심해탐사의 기술적 한계와 심해로봇 개발 동향 | 전봉환 박사 (선박해양플랜트연구소 해양공공디지털연구본부장) | | | |
| 11:40-13:00 | 점심식사 | 국립목포해양대학교 | | | |
| | | 좌장: 홍승범 교수(한서대학교) | | | |
| 13:00-13:20 | 분산 전기 추진 유무인 겸용 개인항공기 OPPAV 개발 현황 | 조암 박사(한국항공우주연구원) | | | |
| 13:20-13:40 | TBO 구현을 위한 핵심 기술과 글로벌 동향 | 오수환 교수(한서대학교) | | | |
| 13:40-14:00 | Coffee Break / 취업안내부스 | | | | |
| 14:00-15:20 | Session 1 (Oral) 원격관제-1 | Session 2 (Oral) 433 MHz 기반 드론 | Session 3 (Oral) 신진연구자 | Session 4 (Oral) 일반 | Session 5 (Oral) 학부논문 |
| | Session 6 (Poster) 해사과학관 1층 로비 | | | | |
| 15:20-15:40 | Coffee Break / 취업안내부스 | | | | |
| 15:40-17:00 | Session 7 (Oral) 원격관제-2 | Session 8 (Oral) 자율운항선박 | Session 9 (Oral) 일반 | Session 10 (Oral) 일반 | |
| | Session 11 (Poster) 해사과학관 1층 로비 | | | | |
| 17:00- | 우수논문상 시상 | | | | |

10월 18일(토)

| | |
|-------------|---------------|
| 10:00-13:00 | 자율운항선박개발센터 견학 |
|-------------|---------------|

학술발표

Session 1

원격관제-1 (Oral)

해사과학관 2층 강의실(2202호) 14:00-15:20

좌 장: 김재우 부장(대한항공)

| 논문 제목 | 저자 | 소속 |
|------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| MLOps 기반 관제 음성데이터 처리 시스템 개발에 관한 연구 | 조상욱, 황인창, 김다니엘, 김재우, 이정호, 정진교, 이윤후 | 대한항공, 데이터메이커 |
| 원격 타워 운용을 위한 AoI 분석: 태안비행장 중심으로 | 권현재, 김태호, 김도현 | 한서대학교 |
| 원격 관제를 위한 감시거리별 CCTV 선정기준 | 이경한, 김도현 | 한서대학교 |
| 공항 원격 관제 지원 인공지능 성능 검증 방안 연구 | 박한준, 윤동환, 김요식 | 항공안전기술원 |

Session 2

433 MHz 기반 드론 (Oral)

해사과학관 2층 강의실(2204호) 14:00-15:20

좌 장: 김의호 교수(홍익대학교)

| 논문 제목 | 저자 | 소속 |
|---|-------------------------|---------------|
| YOLO를 활용한 스펙트럼 센싱 성능 향상을 위한 3채널 이미지 합성 기법 | 이득한, 정의림 | 국립한밭대학교 |
| 433 MHz 드론 통신용 저전력 고집적 RF Transceiver IC | 이기성, 박동욱, 변기륜, 오혁준, 어윤성 | 광운대학교, 실리콘알앤디 |
| 433 MHz 통신 기반 마브링크 이중화 제어를 위한 미션 컨트롤러 개발 | 조동훈, 노정호 | (주)쿼터니언 |
| 433 MHz 기반 드론 운용 통신기술개발 및 실증 | 정주명, 김형래, 채형주, 홍민, 오혁준 | 광운대학교 |

YOLO를 활용한 스펙트럼 센싱 성능 향상을 위한 3채널 이미지 합성 기법

A Three-channel Image Synthetic Method for Enhancing Spectrum Sensing Using YOLO

이득한·정의림*

국립한밭대학교 인공지능학과

Deuk-Han Lee · Eui-Rim Jeong*

Department of Artificial Intelligence, Hanbat National University, Sejong 30139, Korea

[Abstract]

In this paper, a three-channel composite image-based spectrum sensing method is proposed to enhance the performance of YOLOv8 in detecting communication signals. Conventional approaches used single-channel grayscale spectrograms as input, limiting the model's ability to exploit the representational richness of RGB structures. The proposed method applies a maximum filter and a morphological closing operation to the original spectrogram and combines them into an RGB image. The maximum filter highlights weakened signal components and suppresses noise, while the morphological closing fills small gaps and smooths signal boundaries. Simulation results using MATLAB and PyTorch under an SNR range of -10 to 20 dB show that the proposed method maintains a false alarm rate below 0.1% and achieves approximately 1.6 dB improvement at a true positive rate of 80% , demonstrating that input configurations with diverse transformations are more effective in improving spectrum sensing performance than simple channel replication.

I. 서론

최근 드론과 같은 무인비행체 (UAV; unmanned aerial vehicle)의 활용이 군사 및 민간 분야 전반에서 급격히 증가함에 따라, 드론 통신의 안정성 확보와 주파수 자원의 효율적인 활용이 중요해지고 있다 [1]. 드론은 지상 통신 인프라가 제한된 지역에서도 임무를 수행하며, 비행 중에도 제어 명령, 영상, 센서 데이터를 실시간으로 송수신해야 한다. 이러한 특성으로 인해 드론 통신은 동적이고 불안정한 무선 채널 환경에 노출되며, 다수의 무선 시스템과 주파수를 공유하는 복잡한 스펙트럼 환경 속에서 운용된다. 이러한 환경에서는 통신 품질 저하나 간섭을 최소화하기 위해, 드론이 주파수 대역의 점유 상태를 실시간으로 파악하고, 사용 가능한 채널을 동적으로 선택할 수 있어야 한다. 이를 가능하게 하는 핵심 기술이 스펙트럼 센싱이다.

기존 연구에서는 시간-주파수 영역의 스펙트로그램을 입력으로 사용하여, YOLOv5 및 YOLOv8 모델을 통해 신호의 존재 여부를 객체 탐지 방식으로 판단하였다 [2]. 실험 결과, 정탐률 65% 기준에서 YOLOv8은 YOLOv5 비해 약 1.9 dB 우수한 정탐 성능을 보이며, 실시간 스펙트럼 센싱 적용 가능성을 입증하였다. 그러나 기존 연구의 입력 데이터는 단일 채널의 흑백 이미지로 구성되어 있어, YOLO 모델이 기대하는 3채널 RGB 입력 구조를 충분히 활용하지 못하는 한계가 있었다. YOLO 모델은 단일 채널 입력을

자동으로 3채널로 복제하여 처리하지만, 모든 채널이 동일한 정보를 포함하므로 모델이 학습할 수 있는 표현적 다양성이 제한된다.

본 연구에서는 원본 스펙트로그램에 최댓값 필터와 모폴로지 닫힘 연산을 각각 변환한 후 3채널 이미지로 합성함으로써 신호의 다양한 형태학적 특징을 동시에 반영하도록 설계하였다. 이를 통해 YOLO 기반 스펙트럼 센싱의 탐지 성능을 향상시킬 수 있다.

II. 본론

1. 제안하는 3채널 합성 이미지 기법

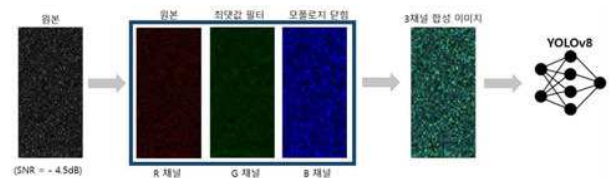


그림 1. 제안한 3채널 합성 이미지 생성 과정

Fig. 1. Proposed 3-channel composite image generation process.

제안하는 기법은 그림 1과 같이 원본 스펙트로그램을 기반으

* Corresponding Author

로 세 가지 형태의 이미지를 결합하여 RGB 3채널 합성 이미지를 구성한다. R 채널에는 원본 스펙트로그램을 사용하고, G 채널에는 3x3 윈도우 기반 최댓값 필터를 적용한 이미지, B 채널에는 모폴로지 닫힘 연산을 적용한 이미지를 사용한다. 최댓값 필터는 윈도우 내에서 가장 큰 값을 중심으로 대체함으로써, 노이즈에 의해 약화된 신호 성분을 강조하고 미세한 잡음을 억제하며 모폴로지 닫힘 연산은 팽창 후 침식을 수행하여 신호 영역 내의 작은 구멍을 메우고 객체의 경계를 매끄럽게 만들어준다.

이렇게 생성된 세 개의 스펙트로그램은 RGB 3채널 형태로 합성되어 YOLO 모델의 입력으로 사용된다. 결과적으로, 모델은 단일 스펙트로그램보다 다양한 형태학적 특징을 학습할 수 있다.

2. YOLO 모델 학습 설정

본 논문에서는 YOLO 모델 중 YOLOv8s 모델을 사용한다. 모델 학습 시 Optimizer는 AdamW, Learning Rate는 0.001, Batch Size는 64로 설정하였고 사전 학습 가중치는 사용하지 않고 early stopping을 사용한다.

3. 모의 실험 환경 및 결과

모의실험 데이터는 MATLAB을 이용하여 생성하며, 모델의 학습과 검증은 PyTorch 프레임워크를 기반으로 수행한다. 훈련 및 검증 데이터는 SNR -10~20[dB] 범위 내에서 임의의 SNR값으로 각각 50,000개와 10,000개를 생성한다. 또한 테스트 데이터는 동일한 SNR 범위에서 1dB 간격으로 10,000개씩, 총 310,000개로 구성되며 Busy와 Idle의 비율은 1:1로 구성한다. 또한, YOLO의 성능 평가 지표로는 오탐률과 정탐률을 사용한다.

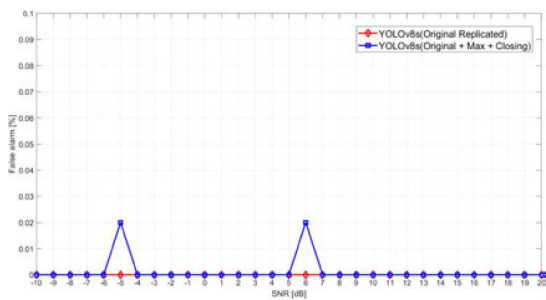


그림 2. SNR에 따른 YOLOv8의 오탐 성능 그래프

Fig. 2. False alarm performance of YOLOv8 across the SNR range.

그림 2는 각 YOLO 모델의 오탐 성능을 비교한 결과를 보여준다. 공정한 비교를 위해 모델의 Confidence Threshold를 0.8로 설정한다. 이 조건에서 모든 모델이 SNR -10~20[dB] 범위에서 오탐률(False Alarm Rate) 0.1% 이하를 보여준다.

그림 3은 정탐 성능을 비교한 결과를 나타낸다. 정탐률 80%를 기준에서 비교했을 때, 원본 이미지를 그대로 사용한 것보다 나퍼

지 채널에 최댓값 필터 및 모폴로지 닫힘 연산을 적용한 것이 약 1.6 dB 우수한 성능을 보여준다. 이는 YOLO의 입력으로 원본 이미지만 넣는 것보다 다양한 변환을 적용한 입력을 넣어주는 것이 신호를 탐지하는 데 효과적임을 증명한다.

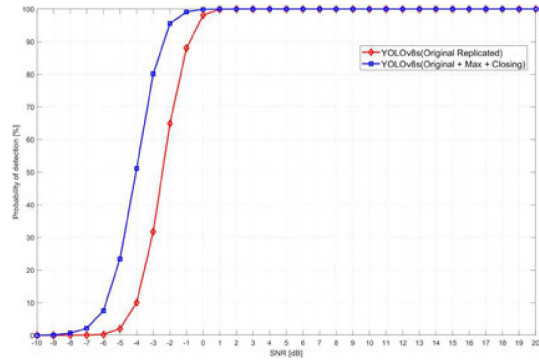


그림 3. SNR에 따른 YOLOv8의 정탐 성능 그래프

Fig. 3. True positive performance of YOLOv8 across the SNR range.

IV. 결 론

본 논문에서는 YOLOv8의 성능 향상을 위해 3채널 합성 이미지 기반 스펙트럼 센싱 기법을 제안하였다. 제안한 방법은 원본 채널과 최댓값 필터 및 모폴로지 닫힘 연산을 적용한 변환 채널을 결합하여 입력으로 활용하였다. 모의실험 결과, 두 모델 모두 SNR -10~20 dB 범위에서 오탐률 0.1% 이하를 만족하였고, 정탐률 80% 기준에서 제안 기법은 기존 방식 대비 약 1.6 dB 우수한 성능을 보였다.

Acknowledgments

본 논문은 2025년도 과학기술정보통신부의 재원으로 우주항공공학의 지원을 받아 수행된 연구사업임 (No. RS-2021-NR056083)

References

- [1] X. Gu and G. Zhang, "A survey on UAV-assisted wireless communications: Recent advances and future trends," *Computer Communications*, vol. 208, pp. 44–78, 2023.
- [2] D. H. Lee, G. W. Choi, J. H. Lee, E. R. Jeong* "YOLOv8-Based Signal Presence Detection Method for Spectrum Sensing" in *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences*, Jeju, pp. 1685-1686, Jun. 2025.