ISSN 3092-4235(Online)
Vol.14 No.1

Program Book

양자를 보는 눈, 우주를 여는 문: 전자파 기술

2026년 한국전자파학회 하계종합학술대회

2026년 8월 19일(수)~22일(토) | 알펜시아 리조트 평창

주최 KIEES 사단법인 한국전자파학회

후원 2025-2026 강원 방문의 해 VISIT GANGWON, GWTO 강원관광재단 Gangwon Tourism Organization, 평창군 PYEONGCHANG COUNTY

IEEE MTT-S Seoul / AP-S Seoul / GRSS Seoul / EMC-S Daejeon-Seoul Chapters

협찬 한국전파진흥협회

LIG Defense&Aerospace, 대한항공, 로데슈바르즈코리아, 롯데렌탈, 루미르, 리차드슨 일렉트로닉스 코리아, 모아소프트, 브로던, 선인씨엔에스, 안리쓰코퍼레이션, 엠에스테크, 와이테크, 웨이비스, 인텔리안테크놀로지스, 텔콤인터내쇼날, 한국항공우주산업, 한화시스템

LPKF Korea, WIN Semiconductors Corp, 가이던트, 넥스윌, 로이엔텍, 비트센싱, 빅텍, 스마트레이더시스템, 씨앤지마이크로웨이브, 알에프에이치아이씨, 알에프머트리얼즈, 알에프시스템즈, 이엠씨솔루션, 코모텍, 크리모, 피플아이

KAIST 초소형 SAR 군집위성 연구센터, 극동통신, 대영유비텍, 미래시스템, 삼정오토메이션, 수산이앤에스, 아이스펙, 알에프피티, 에이치시티, 온품, 이앤알, 태진티엔에스, 하이게인안테나

KCC글라스, 나인플러스IT, 담스테크, 디원, 매커스, 서울대 차세대 전자파 융합 시스템 소프트웨어 연구센터, 성원포밍, 센서뷰, 알티테크, 에이치에스포비, 웨이브피아, 이레테크, 창우통상, 케이이알, 케이파, 탑계측기, 텔레다인르크로이, 티씨엔, 파라피에이, 한국전자통신연구원, 휴라

SKT, 대보정보통신, 한국외국어대학교 초고주파 응용시스템연구실, 한국전자기술연구원

KIEES 사단법인 한국전자파학회

구두 발표

Emerging Technologies (5G-Adv/6G, AI, Deep learning, etc)

8월 21일(금), 10:20~11:50, 오디토리움(컨벤션/1층)

좌장: 변우진 본부장(ETRI)

구두 발표 K-VI	시간	논문제목	모든 저자(소속)
K-VI-01	10:20~10:35	픽셀화된 광대역 임피던스 정합 회로를 위한 서러게이트 지원 조건부 GAN	Palaystint Thorng○, 김수연, Girdhari Chauhary, 정용채(전북대학교)
K-VI-02	10:35~10:50	Active Learning-Based Physics-Informed CNN for Rapid Inverse Design of Coupled Transmission Lines in Doherty Power Amplifiers	이재경○, 이윤정, 양영구(성균관대학교)
K-VI-03	10:50~11:05	물리 기반 전자기장 비디오 모델을 이용한 픽셀형 패치 안테나 역설계	김민제○, 오정석(서울대학교)
K-VI-04	11:05~11:20	양자 제어를 위한 RFSoC 기반 DAC·ADC 보드 설계 및 Loopback 성능 검증	이동익○, 송보리, 남승구, 박윤식, 이재훈* (한국전자기술연구원,고려대학교*)
K-VI-05	11:20~11:35	TF-Det: ISM 대역 드론 RF 신호 탐지를 위한 Re-parameterizable 시간-주파수 분리 네트워크	오선지○, 박원준, 김병관(충남대학교)
K-VI-06	11:35~11:50	협대역 간섭 제거를 위한 인공지능 기반 주파수 오프셋 추정	최예진○, 양민수, 정의림(국립한밭대학교)

특별세션 (연구회) 레이다연구회

8월 21일(금), 13:20~14:50, 오디토리움(컨벤션/1층)

좌장: 김정욱 교수(아주대)

구두 발표 K-VII	시간	논문제목	모든 저자(소속)
K-VII-01	13:20~13:35	Self-Calibration of AESA Using Embedded Coupling Receivers and Mutually Orthogonal Latin-Square	윤홍집○(한화시스템)
K-VII-02	13:35~13:50	mmWave FMCW 레이다를 이용한 이동 대상자의 움직임 보상 기반 음성 신호 탐지	박용일○, 한정훈(한국항공대학교)
K-VII-03	13:50~14:05	1D CNN 기반 FMCW R-peak 검출을 이용한 비접촉 심박 변이도 측정	조민준○, 김우진, 이은재, 이건용, 박나현, 김정욱(아주대학교)
K-VII-04	14:05~14:20	레이다 네트워크에서 관측각 의존 RCS 감소와 표적 추적정확도 지표의 관계 특성 분석	이지예○, 이해승, 박용배(아주대학교)
K-VII-05	14:20~14:35	CFAR-라이다 융합 감독 기반 레이다 정적 및 동적 객체 검출	지영서○, 김호원, 조준범, 김병관(충남대학교)
K-VII-06	14:35~14:50	다양한 동작 조건에서 강건한 FMCW 레이다 기반 비접촉 심박수 추정 기법	박서현○, 변건, 김병관(충남대학교)

픽셀화된 광대역 임피던스 정합 회로를 위한 서러게이트 지원 조건부 GAN

°Palaystint Thorng[1], 김수연[1], Girdhari Chaudhary[2], 정용채[1,*]
[1]전북대학교 전자정보공학부, [2]전북RICE지능화혁신연구센터
°thorngpalaystint@jbnu.ac.kr, *ycjeong@jbnu.ac.kr

I. 연구 배경

픽셀화된 마이크로파 회로는 소형 광대역 임피던스 정합을 위한 넓은 이진 설계 공간을 제공하지만, 기판 도체면의 금속 분포가 지정된 소스 임피던스, 부하 임피던스 및 기판 조건에서 목표 응답을 만족해야 하므로 역합성(inverse synthesis)은 어려운 문제로 남아 있다. 기존의 전파 해석 기반 최적화 기법은 정확한 레이아웃을 도출할 수 있지만 일반적으로 오랜 시간의 전자기파 시뮬레이션을 필요하여서 목표 대역폭 또는 종단 임피던스가 변경되면 비효율적이다. 본 논문에서는 픽셀화된 광대역 임피던스 정합 회로의 신속한 합성을 위해 기울기 페널티가 적용된 Wasserstein GAN(WGAN-GP) 기반의 서러게이트(surrogate) 지원 조건부 생성적 적대 신경망(cGAN)을 제안한다.

II. 조건부 WGAN-GP 프레임워크

그림 1은 제안된 설계 프레임워크를 나타낸다. 조건 벡터 C는 중심 주파수 (f_0), 분수 대역폭(FBW), 복소 소스 임피던스 (Z_S) 및 부하 임피던스 (Z_L), 목표 반사손실 (RL), 그리고 상대 유전율 (ε_r), 기판 두께 (h), 손실 탄젠트 ($\tan\delta$), 구리 두께 (t_{cu}) 와 같은 기판 파라미터를 포함한다. 생성기 (G)는 랜덤 노이즈 (z)와 조건 벡터 C를 통해 구현 가능한 이진 픽셀 레이아웃을 제공하며 다음과 같이 정의된다.

$$x_g = G(z, C) \tag{1}$$

그림 1의 판별기는 WGAN 크리틱 D로 구현된다. 기존의 이진 교차 엔트로피 기반 적대적 손실 함수를 사용하는 대신, WGAN-GP는 학습 데이터셋으로부터 얻은 실제 레이아웃 (x_r)과 생성된 레이아웃 (x_g) 간의 Wasserstein 거리를 추정한다. 크리틱 손실 함수는 다음과 같이 표현된다:

$$L_D = E\left[D(x_g, C)\right] - E\left[x_r, C\right] + \lambda_{gp} E\left[\left(\left\|\nabla D(\hat{x}, C)\right\|_2 - 1\right)^2\right] \tag{2}$$

$$\hat{x} = \varepsilon x_r + (1-\varepsilon) x_g, \qquad \varepsilon \sim U(0,1) \tag{3}$$

기울기 페널티는 Wasserstein 거리 계산에 요구되는 1-Lipschitz 제약 조건을 강제하여 학습 안정성을 향상시킨다. 이는 픽셀화된 마이크로파 레이아웃이 희소하고 이산적이며, 동일한 목표 응답에 대해 다수의 가능한 구조가 존재하는 비유일성을 갖기 때문에 특히 중요하다.

III. EM 서러게이트 보조 RF 손실 함수

생성기가 물리적으로 의미 있는 레이아웃을 생성하도록 유도하기 위해, 사전 학습된 EM 서러게이트 모델 (F_θ)를 생성된 픽셀 이미지 출력 단에 연결한다. 해당 서러게이트 모델은 픽셀 레이아웃과 설계 조건을 기반으로 주파수 의존적인 S-파라미터를 예측한다. 예측된 응답은 원하는 광대역 정합 목표와 비교되며, RF 손실

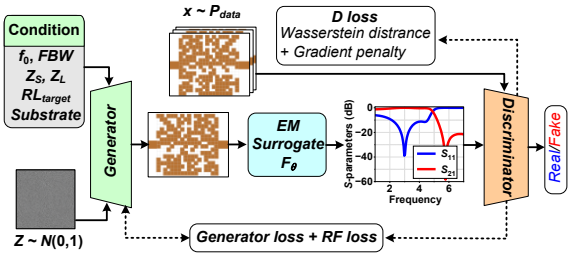


그림 1. 픽셀화된 광대역 임피던스 정합 회로 합성을 위한 서러게이트 지원 조건부 WGAN-GP 프레임워크.

함수는 대역 내 반사손실 저하, 과도한 삽입손실, 그리고 목표 대역폭과의 불일치를 페널티로 반영한다. 따라서 생성기는 EM 서러게이트 모델에 의해 평가된 적대적 손실 함수와 RF 손실 함수를 결합하여 최적화되며, 이는 다음과 같이 표현된다.

$$L_G = L_{G,adv} + \lambda_{RF} L_{RF}, \tag{4}$$

여기서 우변의 첫 번째 항은 현실적인 레이아웃 생성을 유도하며, L_{RF}는 전기적 성능을 만족하도록 강제한다.

IV. 결론

픽셀화된 광대역 임피던스 정합 회로의 역합성을 위한 서러게이트 지원 조건부 WGAN-GP 프레임워크를 제안하였다. 제안된 모델은 주파수, 대역폭, 종단 임피던스, 목표 반사손실 및 기판 정보 등의 조건을 생성기에 입력함으로써, 다양한 설계 요구 조건에 대응하는 레이아웃 후보를 생성할 수 있다. 또한, EM 서러게이트 기반 RF 손실은 레이아웃 생성 과정과 전기적 성능 간의 연계를 가능하게 하며, WGAN-GP 목적 함수는 적대적 학습의 안정성을 향상시킨다. 향후 연구에서는 생성된 정합 네트워크에 대한 EM 기반 보정, 제작 및 측정 검증을 수행할 예정이다.

Acknowledge

본 연구는 정부(과학기술정보통신부, 교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2019-NR040079, 50%), (IITP-2026-RS-2024-00439292, 50%).

참고문헌

[1] I. Gulrajani, *et al*, "Improved training of Wasserstein GANs," *Proc. Adv. Neural Inf. Process. Syst. (NeurIPS)*, pp. 5767-5777, 2017.
[2] M. Mirza and S. Osindero, "Conditional generative adversarial nets," *arXiv:1411.1784*, 2014.
[3] J. W. Bandler, *et al*, "EM-based surrogate modeling and design exploiting implicit, frequency and output space mappings," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.*, vol. 52, pp. 337-348, Jan. 2004.