



“양자를 보는 눈, 우주를 여는 문: 전자파기술”

2026년 한국전자파학회 동계종합학술대회

2026. 2. 25(수) ~ 28(토) | ICC JEJU

Program Book

주최 KIEES 사단 법인 한국전자파학회

협찬 한국전자파진흥협회, 로데슈바르츠코리아

모아소프트, 스마트레이더시스템, 안리쓰코퍼레이션, LIG넥스원, 키사이트테크놀로지스, 한화시스템

대영유비텍, 리콜코리아, 브로던, 비트센싱, 센서뷰, 쏘리드, 씨앤지 마이크로웨이브, 에이티엠아이앤씨, 와이테크,
코모텍, 토세이공업(일본), 피플아이, LPKF Laser & Electronics Korea Ltd., RFHIC, RF머트리얼즈

극동통신, 수산이앤에스, 아이스펙, 알에프피티, 에이치시티, 온품, 큐니온, 하이게인안테나, 한국자동차연구원

이앤알, 나인플러스IT, 매커스, 브이이엔지, 성원포밍, 알에프시스템즈, 알티테크, 에스엠일렉트로닉스,
오토심 유한회사, 캐드아이티코리아, 케이티엠테크놀로지, 케이파

그린텍아이앤씨, KAIST 초연결 EMC 연구센터, 한국외대 초고주파응용시스템연구실

KIEES 사단 법인 한국전자파학회



9 773092 423002
ISSN 3092-4235

구두 발표

Emerging Technologies (5G-Adv/6G, AI, Deep learning, etc) (1)

2월 27일(금), 09:00~10:40, 삼다A (ICC/3층)

좌장 : 정용채 교수 (전북대학교)

구두 발표 C-V	시간	논문제목	모든 저자(소속)
C-V-01	09:00~09:25	[신진연구자 Invited talk] 초전도 양자컴퓨터와 RF 기술	최재경 [○] (한국표준과학연구원)
C-V-02	09:25~09:40	초고속 디지털 신호 전송을 위한 초고주파 시뮬레이션 기반의 신호 무결성 분석 방법	고동재 [○] , 민병철, 김문주, 홍승현, 김강욱 (경북대학교)
C-V-03	09:40~09:55	딥러닝을 활용한 이중 대역 비가역 대역 통과 여파기의 종단중 설계	Girdhari Chaudhary [○] , Palaystint Thorng, 김수연, 정용채(전북대학교)
C-V-04	09:55~10:10	배열안테나 위상추정을 위한 데이터 증강 기반 MDN 재학습 기법	이제현 [○] , 성현창, 김재희 (한국기술교육대학교)
C-V-05	10:10~10:25	Factorization Machine과 Quantum Annealing을 이용한 Rotman lens 설계	손윤희 [○] , 박재현, 이응규, 김상혁 (경희대학교)
C-V-06	10:25~10:40	224/448 Gbps급 초고속 디지털 신호 전송을 위한 전자파 기반 설계의 초광대역 전송 구조의 원리와 응용	김강욱 [○] , 민병철, 김문주, 고동재 (경북대학교)

Emerging Technologies (5G-Adv/6G, AI, Deep learning, etc) (2)

2월 27일(금), 13:10~14:40, 삼다A (ICC/3층)

좌장 : 변우진 본부장 (한국전자통신연구원)

구두 발표 C-VI	시간	논문제목	모든 저자(소속)
C-VI-01	13:10~13:25	딥러닝 기반 교차 도메인 UAV 식별을 위한 레이더 마이크로 도플러 신호 증강 전략	홍지현 [○] , 박재현, 강기봉*, 최재호 (대구경북과학기술원, 삼성전자*)
C-VI-02	13:25~13:40	Masked Autoencoder 기반 자율주행 mmWave 레이더 자기지도학습	김은찬 [○] , 신정완, 최재호 (대구경북과학기술원)
C-VI-03	13:40~13:55	128 Gb/s 급 초고속 디지털 신호 전송을 위한 평형선로 기반 초광대역 공통모드 잡음 차단 여파기 설계	김문주 [○] , 민병철, 고동재, 홍승현, 김강욱 (경북대학교)
C-VI-04	13:55~14:10	기판 및 손실 제약 조건 하에서 다단 광대역 윌킨슨 전력 분배기/결합기의 역합성을 위한 물리 기반 인공지능망	Palaystint Thorng [○] , 김수연, Girdhari Chaudhary, 정용채(전북대학교)
C-VI-05	14:10~14:25	FCNN-CNN 기반 ISAR 이미지 복원 및 분류 알고리즘 연구	심정섭 [○] , 김영옥(서강대학교)
C-VI-06	14:25~14:40	UAM 실시간 객체 탐지를 위한 ROI 추출 알고리즘의 경량화 및 고속화 방안 연구	김효은 [○] , 황보상혁, 박진욱, 박용주 (한국전자기술연구원)

기관 및 손실 제약 조건 하에서 다단 광대역 월킨슨 전력 분배기/결합기의 역합성을 위한 물리 기반 인공지능망

°Palaystint Thorng¹, 김수연¹, Girdhari Chaudhary², and 정용채^{1,2*}

¹전북대학교 전자정보공학부, ²전북대학교 전북RICE지능화학혁신연구센터

°thorngpalaystint@jbnu.ac.kr, *ycjeong@jbnu.ac.kr

I. 연구 배경

다단 월킨슨 전력 분배기/결합기는 평형 증폭기, 위상 배열, 전력 분배/결합 회로와 같은 RF 및 마이크로파 시스템에서 중요한 수동 회로이다. 기존에는 체비셰프 또는 이항 변환기와 같은 회로 합성을 사용하여 다단 월킨슨 전력 분배기/결합기를 설계하였다. 그러나 이 방법은 이상적인 회로 구현을 위한 회로 파라미터 값들을 제공하며, 다시 물리적 형상으로 변환하고 마지막에 전자기(electromagnetic, EM) 시뮬레이션을 수행한다. 이러한 다단계 설계 과정은 시간이 많이 소요되고 반복적이며, 제작 한계를 고려하여 사람에 의한 수동 최적화가 필요한 경우가 많다.

최근 인공 신경망(artificial neural networks, ANN)을 이용한 마이크로파 회로 역합성 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 대부분 접근 방식은 순전히 데이터 기반이며, 종종 불가능하거나 구현 불가능한 해를 제공한다.

본 논문에서는 다단 광대역 월킨슨 전력 분배기/결합기의 역설계를 위한 물리 정보 기반 인공 신경망(physics-informed ANN, PI-ANN)을 제시한다. 제안된 접근 방식은 회로 수준 및 전자기적 제약 조건을 학습 프레임워크에 명시적으로 통합하여, 이후 최적화 과정 없이 물리적으로 일관된 기관 인식 설계 생성을 가능하게 한다.

II. 제안된 PI-ANN의 설계

본 논문에서 제안하는 PI-ANN은 회로 수준 사양과 기관 파라미터를 물리적으로 구현 가능한 월킨슨 설계로 직접 매핑한다. 역합성 문제는 다음과 같은 입력을 통해 정의될 수 있다.

$$x = \{Z_S, Z_L, f_0, RL, FBW, \epsilon_r, h, t\}, \quad (1)$$

PI-ANN은 특정 임피던스를 직접 예측하는 대신, 출력 임피던스가 $Z_S < Z_L$ 일 때는 단조 증가하고 $Z_S > Z_L$ 일 때는 단조 감소 진행을 보장한다. 즉,

$$Z_1 = Z_S + \text{softplus}(\Delta Z_1), \quad Z_i = Z_{i-1} + \text{softplus}(\Delta Z_i), \quad i = 2, \dots, N. \quad (2)$$

이러한 임피던스는 기관 의존적 전송선로 모델을 사용하여 물리적 선로 폭 W_i 와 1/4 파장 길이 L 로 변환된다. 절연 저항 또한 홀수 모드 월킨슨 전력 분배기/결합기 분석과 일치하도록 양수 값을 갖도록 제한된다. 합성된 선로 파라미터의 상한 및 하한 값은 실현 가능하도록 보장하고 제작 가능성을 확보할 수 있도록 설정된다. 출력 파라미터는 다음과 같습니다.

$$y = \{N, L, W_1, \dots, W_N, R_1, \dots, R_N\}, \quad (3)$$

이를 통해 광대역, 우수한 정합 및 높은 격리성을 갖춘 월킨슨 전력 분배기/결합기를 구현할 수 있다.

먼저, PI-ANN은 물리적 일관성을 유지하기 위해 분석적 체비셰프 합성 [1] 및 마이크로스트립 라인 변환 [2] 데이터셋을 사용하여 학습된다. 또한, 분산, 손실

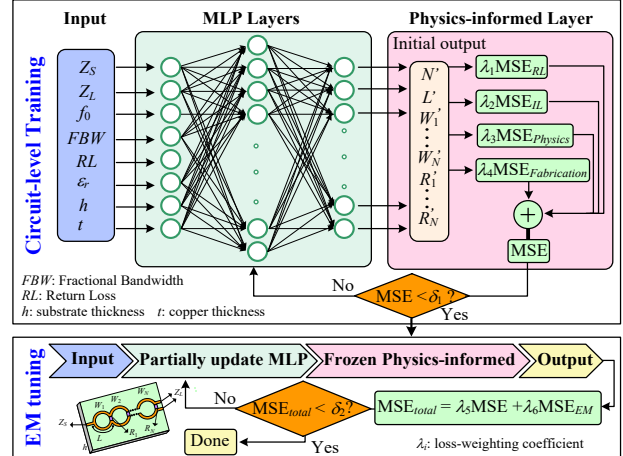


Fig 1. 다단 광대역 월킨슨 전력 분배기/결합기의 역합성을 위한 물리 정보 기반 인공지능망 제안 구조.

및 기생 효과를 포착하기 위해 제한된 수의 EM 데이터셋을 사용하여 이 모델을 미세 조정한다. 분석적으로 학습된 가중치는 EM 인식 모델을 초기화하는 데 사용되며 물리적 일관성을 유지하기 위해 대부분 고정된다. 구체적으로, EM 미세 조정 동안 최종 MLP 레이어만 업데이트 되고 물리적 정보를 반영하는 레이어는 고정된 상태로 유지된다.

III. 결론

제안된 물리 정보 기반 인공 신경망은 체비셰프 합성 제약 조건, 전송선로 이론 및 기관 의존적 구현 가능성 조건을 학습 과정에 직접 통합하였다. 단조 임피던스 증가, 제작 조건을 고려한 전송선로 폭 제한 및 손실을 고려한 성능 제약 조건을 적용함으로써, 이 신경망은 반복적인 EM 최적화 없이도 물리적으로 일관된 다단 월킨슨 분배기/결합기 설계를 명시적으로 합성할 수 있다.

Acknowledge

이 성과는 정부(과학기술정보통신부, 교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. RS-2023-00209081(40%), RS-2019-NR040079(40%), IITP-2024-RS-2024-00439292(20%)).

참고문헌

- [1] G. L. Matthaei, L. Young, and E. M. T. Jones, *Microwave Filters, Impedance-Matching Networks, and Coupling Structures*, Artech House, 1980.
- [2] G. Gonzalez, *Microwave Transistor Amplifiers: Analysis and Design (2nd ed.)*, Prentice Hall, 1997.