

2026 VLSI Review

고려대학교 전기전자공학과 석사과정 심승우

Session 14 Adaptive and Agile Radio Architectures

이번 2026 IEEE VLSI에서는 Session 1 "High-Frequency Arrays for 6G and SATCOM"과 Session 14 "Adaptive and Agile Radio Architectures"에서 각각 5편과 4편의 논문이 발표되었습니다. 두 세션에서는 6G 및 SATCOM을 위한 다양한 주파수 대역의 transceiver와 phased-array 기술이 소개되었으며, 이번 글에서는 그중 흥미로운 아이디어를 제안한 Q-band transceiver와 V-band transceiver 논문을 각각 한 편씩 소개하고자 합니다.

#14.3 이번에 소개할 논문은 Institute of Science Tokyo의 Kenichi Okada 교수님 연구팀에서 발표한 "A 57–71-GHz CMOS Phased-Array Transceiver with Aperture-Tuning Antenna Achieving 47.9–62.2% EIRP Efficiency Improvement"입니다. 5G NR FR2-2의 n263 band(57–71 GHz)는 넓은 frequency coverage를 요구하지만, antenna와 transceiver가 전 대역에서 항상 높은 성능을 유지하도록 broadband하게 설계하는 것은 쉽지 않습니다. 일반적으로 높은 EIRP를 확보하기 위해 PA output power를 증가시킬 수 있지만, 이 경우 DC power consumption이 증가하고 EIRP efficiency가 낮아질 수 있습니다.

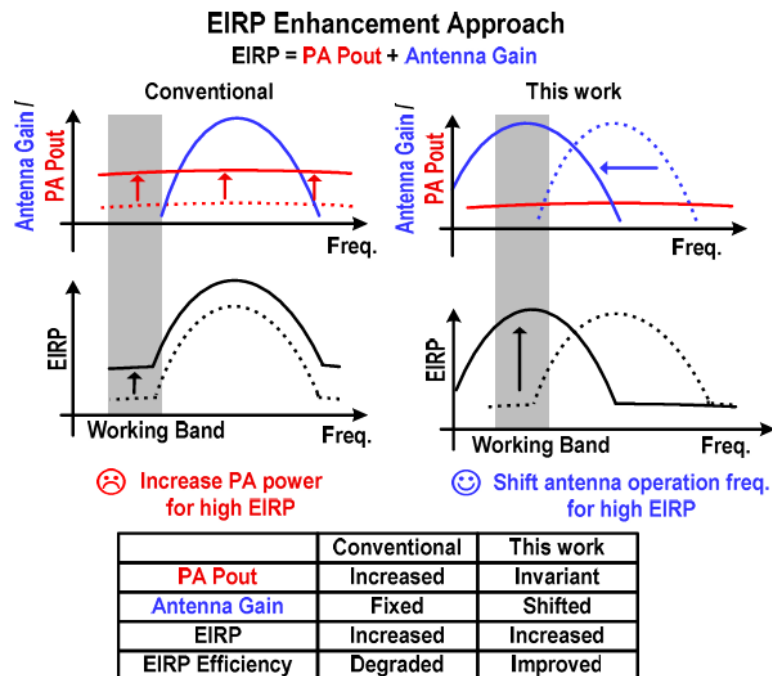
Fig. 3(a)의 conventional approach에서는 고정된 antenna gain characteristic에서 높은 EIRP를 얻기 위해 PA output power를 증가시키는 반면, Fig. 3(b)의 제안된 구조에서는 distributed tuner의 impedance를 조절하여 antenna의 current distribution과 effective radiation aperture를 변화시킵니다. 이를 통해 antenna gain의 peak frequency를 원하는 operating band로 이동시켜, PA output power를 추가로 증가시키지 않고도 높은 EIRP를 확보할 수 있는 reconfigurable aperture-tuning 방식을 제안하였습니다.

제안된 aperture tuner는 단순히 antenna 외부에 추가되는 구조가 아니라, PA와 LNA의 matching network 내부에 포함된 IC-antenna co-design 형태로 구현되었습니다. 이를 통해 tuner가 impedance transformation의 일부로 동작하는 동시에 antenna의 radiation mode를 제어할 수 있도록 하였습니다. 즉, conventional feed-port impedance tuning을 넘어 RF front-end와 antenna를 함께 설계하여 operating frequency에 따라 antenna의 radiation characteristic을 reconfigure할 수 있도록 하였습니다.

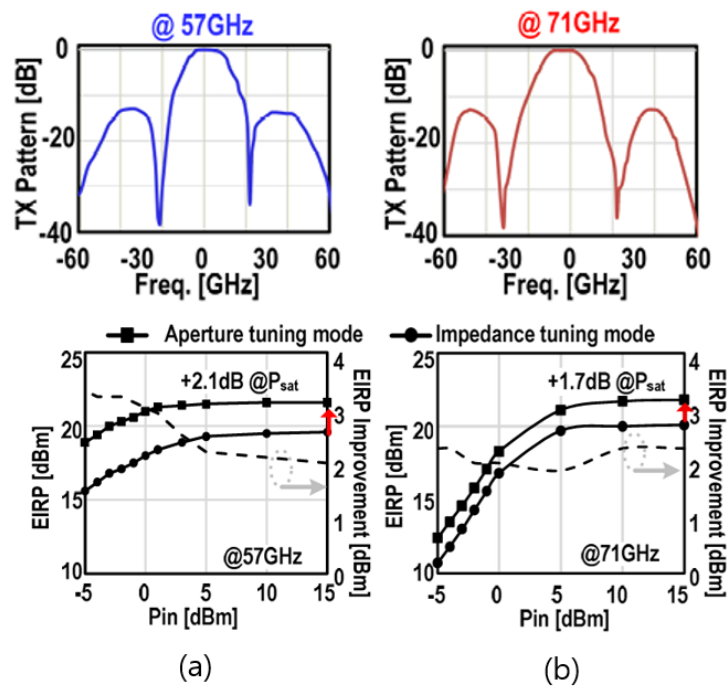
Fig. 4는 이러한 aperture tuning의 측정 결과를 보여줍니다. Fig. 4(a)와 (b)의 measured beam pattern에서 57 GHz와 71 GHz 모두 main beam 방향을 안정적으로 유지하는 것을 확인할 수 있으며, 각 frequency에 적합한 aperture-tuning mode를 통해 높은 antenna

gain을 확보합니다. 또한 measured EIRP 결과에서는 conventional impedance-tuning mode 대비 57 GHz에서 2.1 dB, 71 GHz에서 1.7 dB의 EIRP improvement를 달성하였습니다. 이는 각각 62.2%와 47.9%의 EIRP efficiency improvement에 해당하며, additional power consumption 없이 얻어진 결과입니다.

즉, 이 논문의 핵심은 넓은 frequency coverage를 RF circuit과 antenna의 broadband 설계만으로 해결하는 대신, aperture tuning을 통해 antenna gain peak를 현재 사용하는 frequency band에 맞게 이동시켜 system-level EIRP를 높인 것입니다. 특히 PA output power를 추가로 증가시키는 conventional한 접근에서 벗어나, antenna의 radiation characteristic 자체를 reconfigure하여 EIRP efficiency를 향상시켰다는 점에서 흥미로운 접근이라고 볼 수 있습니다.



[Fig 3] Operating principle of the proposed aperture-tuning antenna compared with the conventional approach.



[Fig 4] measured radiation patterns and EIRP performance at different frequencies.

저자정보



심승우 석사과정 대학원생

- 소속 : 고려대학교 전기전자공학과
- 연구분야 : mm-Wave IC design
- 이메일 : lisang@korea.ac.kr
- 홈페이지 : <https://arfstl.korea.ac.kr>