

GIST-한양대, 빛의 세기에 따라 흐릿한 영상 더 또렷하게 만드는 반도체 기술 개발

- GIST 강동호 교수팀·한양대 ERICA 오세용 교수팀, 망막의 신호 억제 기능에 착안해 빛의 세기에 따라 영상 신호 조절... 별도의 조명 조건 판단 없이 영상 대비 향상
- 노이즈 영상 전처리로 인공신경망 인식 정확도 47.7%→97.3% 향상
- 국제학술지《Advanced Functional Materials》게재



▲ (왼쪽부터) GIST 반도체공학과 강동호 교수, 한양대 ERICA 전자공학부 오세용 교수, GIST 전기전자컴퓨터공학과 백주환 석박사통합과정생, 한양대 ERICA 전자공학부 오준화 석박사통합과정생

광주과학기술원(GIST·지스트, 총장 임기철)은 반도체공학과 강동호 교수와 한양대학교 에리카(ERICA) 전자공학부 오세용 교수 공동연구팀이 카메라에 들어오는 빛의 세기에 따라 밝고 어두운 부분의 차이를 키워 흐릿한 영상을 더 선명하게 만드는 반도체 기술을 개발했다고 밝혔다.

일반적인 카메라는 촬영한 영상을 별도의 프로세서로 보내 대비를 높이거나 노이즈를 제거한다. 이번 기술은 이러한 영상처리의 일부를 센서에서 바로 수행할 수 있도록 했다.

사람의 망막은 일부 시각 신호를 억제해 밝고 어두운 부분의 차이를 두드러지게 만들고 물체의 윤곽을 구분하는 데 도움을 준다. 공동연구팀은 이러한 망막의 신호 억제 기능에 주목했다.

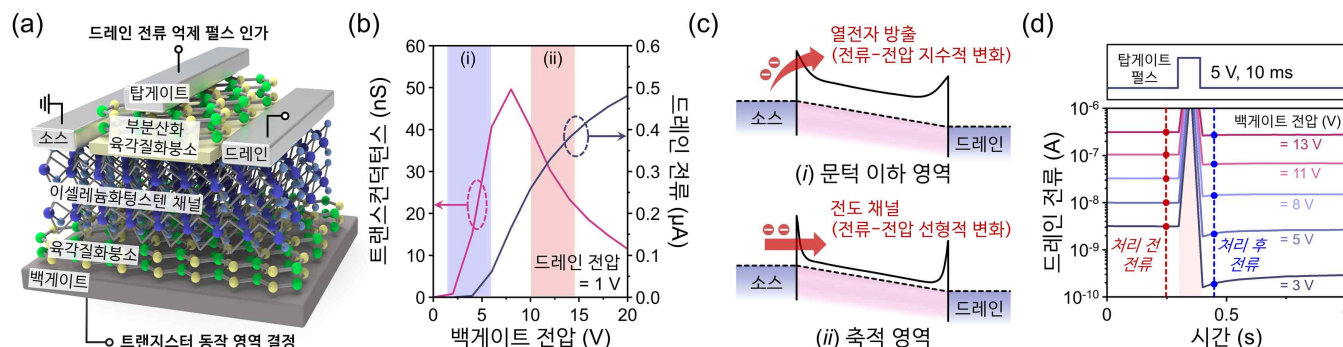
센서가 빛을 감지하는 동시에 일부 영상처리까지 수행하는 '인-센서 영상처리' 기술은 외부 프로세서로 보내야 할 데이터의 양을 줄여 전력 소모와 처리 지연을 줄일 수 있다. 하지만 기존 기술 가운데 일부는 빛의 세기에 따라 적절한 작동 조건을 별도로 선택해 소자를 제어해야 한다.

공동연구팀은 먼저 매우 얇은 반도체 물질인 이셀레늄화텅스텐(WSe_2)을 이용해, 망막의 신호 억제 기능을 구현하는 트랜지스터를 개발했다. 이 트랜지스터는 작동 상

태에 따라 신호를 줄이는 정도가 달라진다.

이어 빛을 감지하는 광센서와 이 트랜지스터를 연결해, 광센서가 빛을 받아 만든 전기 신호에 따라 트랜지스터의 작동 상태가 달라지도록 했다. 이에 따라 별도의 조명 조건 판단 없이 빛의 세기에 맞춰 신호를 줄이는 정도가 자동으로 조절된다.

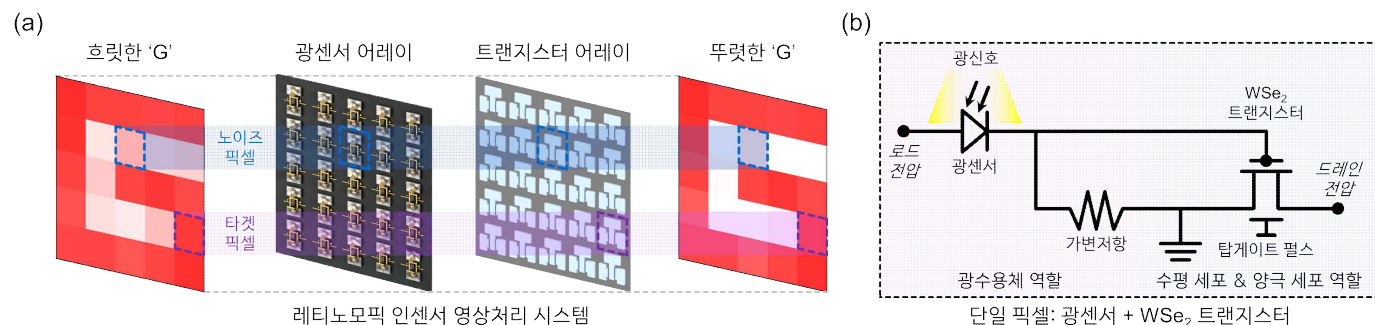
빛이 약할 때는 신호를 크게 줄이고, 빛이 강할 때는 비교적 유지해 **영상의 밝고 어두운 부분을 더욱 뚜렷하게 만든다.**



▲ **빛의 세기에 따라 영상 신호를 조절하는 이셀레늄화텅스텐(WSe₂) 트랜지스터의 구조와 작동 원리.** (a) 이번 연구에서 개발한 이셀레늄화텅스텐 트랜지스터의 구조. (b-c) 전압에 따라 트랜지스터의 작동 상태와 전류 특성이 달라지는 원리. (d) 같은 전압을 가해도 트랜지스터의 작동 상태에 따라 전류가 줄어드는 정도가 달라지는 것을 보여준다.

공동연구팀은 이러한 **영상처리 방식을 여러 개의 광센서에 적용해, 밝고 어두운 부분이 섞인 영상에서도 제대로 작동하는지** 확인했다.

알파벳 'G' 모양의 신호에 약한 노이즈를 섞어 입력한 결과, 글자를 이루는 강한 신호는 비교적 유지된 반면 주변의 약한 노이즈는 줄어 'G'의 윤곽이 더 뚜렷해졌다.



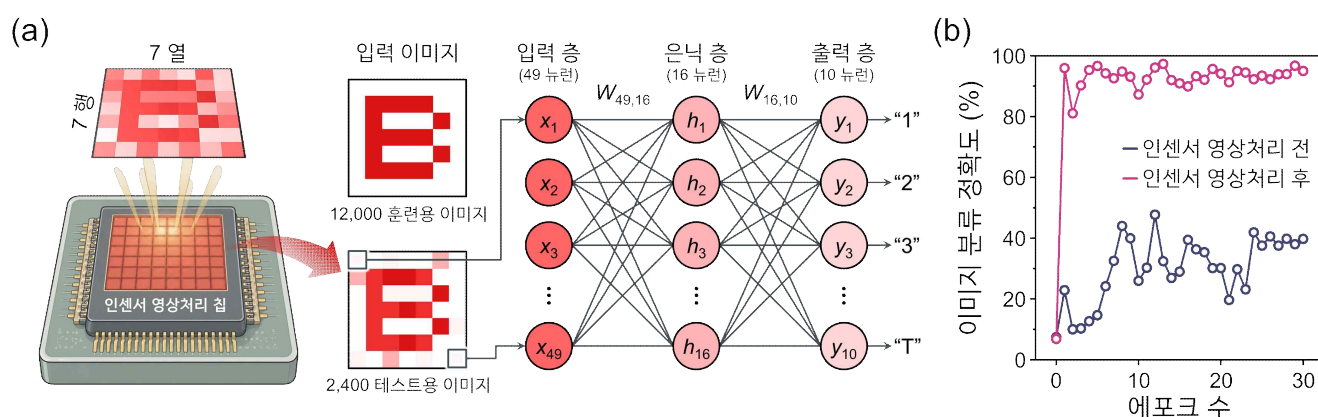
▲ **광센서와 이셀레늄화텅스텐(WSe₂) 트랜지스터를 결합한 인-센서 영상처리 시스템의 작동 원리.** (a) 광센서가 받아들인 빛의 세기에 따라 이셀레늄화텅스텐 트랜지스터가 영상 신호를 다르게 조절해, 약한 노이즈는 줄이고 글자를 이루는 강한 신호는 비교적 유지하는 과정을 보여준다. (b) 빛을 감지하는 광센서와 영상 신호를 조절하는 이셀레늄화텅스텐 트랜지스터를 결합한 구조이다.

연구진은 이러한 영상처리가 이미지를 학습하고 구별하는 **인공신경망(ANN)의 문자**

인식에도 도움이 되는지 확인하기 위해, 비나 안개 등으로 영상에 노이즈가 생기는 상황을 가정한 시뮬레이션을 진행했다. 노이즈로 흐려진 차량 번호판 문자 이미지를 이용해 인식 정확도를 비교했다.

시뮬레이션 결과, 깨끗한 문자 이미지를 학습한 인공지능에 노이즈가 포함된 이미지를 그대로 입력했을 때 인식 정확도는 47.7%였지만, 같은 이미지에 이번 영상처리를 적용한 뒤 입력했을 때는 97.3%로 높아졌다. 배경의 약한 신호가 줄고 글자 형태가 다시 뚜렷해지면서 인공지능이 문자를 구별하기 쉬워졌다.

공동연구팀은 향후 대면적 소자 제작과 광센서 집적 등을 통해 더 큰 규모의 인-센서 영상처리 시스템으로 확장하는 연구가 필요하다고 설명했다.



▲ 인-센서 영상처리에 따른 인공지능 문자 인식 성능 향상. (a) 깨끗한 문자 이미지로 인공지능을 학습한 뒤, 노이즈가 포함된 문자 이미지를 이번 기술로 처리해 인식하는 과정을 보여준다. (b) 노이즈가 포함된 이미지를 그대로 입력했을 때보다 인-센서 영상처리를 거친 뒤 인식 정확도가 크게 높아지는 것을 확인했다.

강동호 교수는 "이번 연구는 들어오는 빛의 세기 자체를 이용해 별도의 조명 조건 판단 없이 픽셀 단위에서 영상 신호를 조절할 수 있음을 보여줬다는 데 의미가 있다"며 "향후 자율주행과 같이 실시간 영상 전처리 기능이 필요한 초저전력·고성능 AI 반도체 개발에 중요한 기반이 될 것"이라고 말했다.

GIST 반도체공학과 강동호 교수와 한양대 ERICA 전자공학부 오세용 교수가 지도하고 GIST 전기전자컴퓨터공학과 백주환 석박사통합과정생과 한양대 ERICA 전자공학부 오준화 석박사통합과정생이 공동제1저자로 참여한 이번 연구는 ▲ 한국연구재단 우수신진연구사업 ▲ 과학기술정보통신부 UNIST-GIST-DGIST 기관전략연구단사업 ▲ 과학기술정보통신부 지스트-이노코어(GIST-InnoCORE) 사업의 지원을 받았다.

연구 결과는 국제학술지 《어드밴스드 펑셔널 머티리얼즈(Advanced Functional Materials)》에 2026년 9월 14일 온라인으로 게재됐다.

한편 GIST는 이번 연구 성과의 기술사업화 및 산업적 활용에 관심 있는 기업·기관

의 문의를 창업혁신진흥원 기술사업화센터(hgmoon@gist.ac.kr)를 통해 받고 있다고 밝혔다.

논문 정보

○ 논문명, 저자 정보

- 저널명 : Advanced Functional Materials (IF:19.9, Materials Science, Multidisciplinary 분야 상위 4.2%, 2026년 기준)
- 논문명 : An Adaptive Inhibitory WSe₂ Transistor for Retinomorphic In-Sensor Image Processing
- 저자 정보 : 백주환(공동제1저자, GIST 전기전자컴퓨터공학과 석박사통합과정생), 오준화(공동제1저자, 한양대 ERICA 전자공학부 석박사통합과정생), 김현중(공저자, 한양대 ERICA 전자공학부 석박사통합과정생), 박민식(공저자, GIST 전기전자컴퓨터공학과 석사과정생), 조해인(공저자, GIST 전기전자컴퓨터공학과 박사후연구원), 박진영(공저자, GIST 반도체공학과 박사과정생), 손현창(공저자, GIST 전기전자컴퓨터공학과 석박사통합과정생), 김태윤(공저자, GIST 반도체특성화대학원 석사과정생), 안성운(공저자, GIST 전기전자컴퓨터공학과 석박사통합과정생), Yamin Zhang(공저자, 싱가포르국립대학교 화학·생체분자공학과 교수), 신현진(공저자, GIST 반도체공학과 교수), 오세용(공동교신저자, 한양대 ERICA 전자공학부 교수), 강동호(공동교신저자, GIST 반도체공학과 교수)