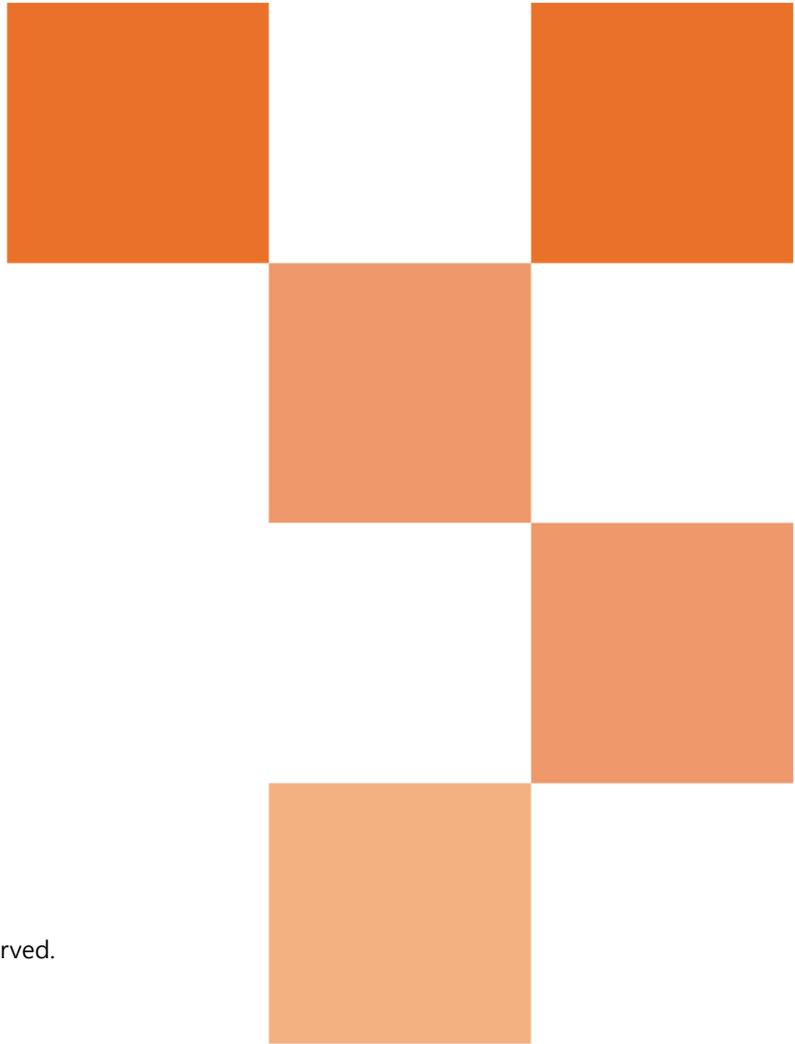


기술백서

# WiseIR 기술

2026년 2월 13일



# Contents

1. 개요
2. 배경
3. 기술설명
  - 3.1. IR 빌트인 카메라
  - 3.2. CMOS Sensor 와 IR
  - 3.3. IR 선정
  - 3.4. IR 에 따른 AE 튜닝
4. **한화비전의 WiselR**
  - 4.1. Adaptive IR activation(선택적으로 IR 을 켜는 방안)
  - 4.2. 전류 제어
  - 4.3. AE(Auto Exposure)를 제어
5. IR 적용 사례
6. 결론

## 1. 개요

영상 보안 시스템에서 야간과 저조도 환경은 전체 운영 시간의 절반 이상을 차지하며, 이 구간의 영상 품질이 보안 효과를 좌우한다. 적외선(IR) 조명 기술은 가시광선이 부족한 상황에서도 24 시간 감시 체계를 완성하는 핵심 요소로 자리 잡고 있다. 글로벌 영상감시 제조사는 다양한 IR 솔루션을 제시해 왔으며, **한화비전**은 WiselR 기술을 통해 회로설계 및 영상처리 기술을 결합한 고효율 IR 성능을 제공한다.

## 2. 배경

영상감시에서 IR 은 센서, 열화상, 온도계, 분광 등 여러 분야에 적용되지만, 저조도 환경에서는 조명의 역할로 보편적으로 사용되고 있다. 백색광 조명 대신 IR 조명을 사용하는 경우는 백색광 조명의 사용으로 인한 빛공해가 염려되거나 은밀한 감시를 원하는 때이다. IR 조명을 사용하는 경우 색상 정보를 얻지 못하지만 그만큼 비트레이트(bitrate)가 낮고 센서의 감도 역시 IR 조명 파장에 더 민감하게 반응하여 비디오 분석에 더 유리하다.

하지만 IR 사용 시 몇 가지 문제가 발생하여 이를 효과적으로 제거하는 여러가지 알고리즘이 사용되고 있다. 가장 대표적인 문제로는 피사체가 너무 가까우면 얼굴이나 번호판의 영상이 포화(대상 전체가 하얗게 보이는 현상)되고 주변은 어둡게 보이는 “중앙만 밝은 과다노출이나 핫스팟”형상이 발생한다. 이경우 중앙에 접근한 피사체의 정보도 잃지만, 주변 역시 어두워지면서 영상내에서 유의미한 정보를 획득하기 어렵다. 이를 효과적으로 제어하는 것이 AE 이다.

또한 IR LED 의 실질 유효거리는 보통 10~50m 수준이고 스펙보다 짧게 느껴지는 경우가 많다. 카메라의 Focal length 가 길어 멀리 볼 수 있더라도, IR LED 의 유효거리가 짧다면 멀리 있는 대상까지 빛의 파장이 도달하지 못하기 때문에 반사가 안되고, 식별할 수 있는 거리가 짧아지게 된다. 렌즈에 따라 효과적으로 IR 을 선택하고, 필요에 따라 전류 세기를 조절하는 것이 요구되는 이유이다.

저조도 환경에서 포화를 막기 위해 IR 을 요구량보다 약하게 사용하는 경우, 영상 전체의 밝기를 맞추기 위해 센서 게인(gain)이 올라가면서 노이즈가 크게 올라가고 압축 난도로 인해 비트레이트(bitrate) 저장 용량 요구가 커진다.

IR 을 잘 제어함으로 인해 센서 게인(gain)을 최소화하고 피사체를 잘 구분할 수 있는 것이 영상의 선명도뿐만 아니라, 저장효율에도 영향을 미치기 때문에 매우 중요하다고 할 수 있다.

### 3. 기술설명

#### 3.1. IR 빌트인 카메라

IR 이 탑재된 카메라를 구매하면 저조도 환경에서 별도의 조명장치를 구매할 필요가 없고, 설치 역시 간편하면서도 소비전력까지도 카메라의 PoE Class 내에서 보장되기 때문에 비용 면에서도 탁월하다. IR 전환 시점 역시 카메라에서 결정할 수 있으면서도 영상의 포화도와 IR LED 제어를 SW 에 통합되어 관리하기 때문에 사용성 측면에서도 유리하다.

IR 이 탑재된 카메라는 IR LED 로부터 방출된 파장이 피사체에 맞고 되돌아온 빛을 렌즈를 통해 CMOS 센서로 받아들여 디지털 신호로 변환하여 ISP 를 통해 영상 처리를 하는 구조를 갖고 있다. IR, 렌즈, CMOS 센서, ISP 의 조합에 따라 저조도 환경에서의 결과물이 결정된다.

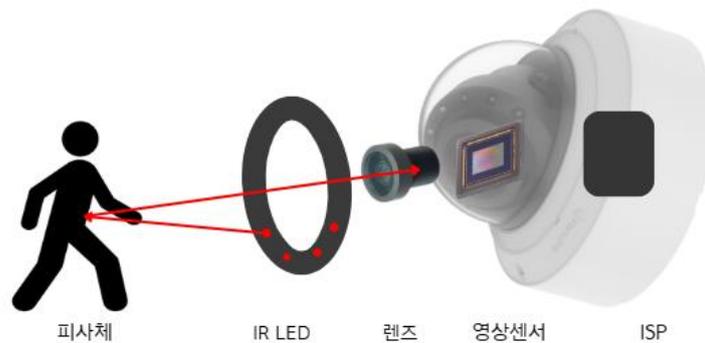


그림 1. IR 이 포함된 카메라의 구조

#### 3.2. CMOS Sensor 와 IR

카메라에 사용되는 CMOS 센서는 가시광선 (파장 길이 380~750 nm) 구간뿐만 아니라 파장 길이 750~1100 nm 의 근적외선 파장도 함께 감지할 수 있다. 우리 눈은 700nm 보다 긴 파장은 볼 수 없어 IR 이 켜지더라도 아무것도 볼 수 없지만, CCTV 는 볼 수 있다. 이를 통해 불필요한 빛에 의한 빛공해가 없을 뿐 아니라, 은밀한 모니터링이 가능해진다.

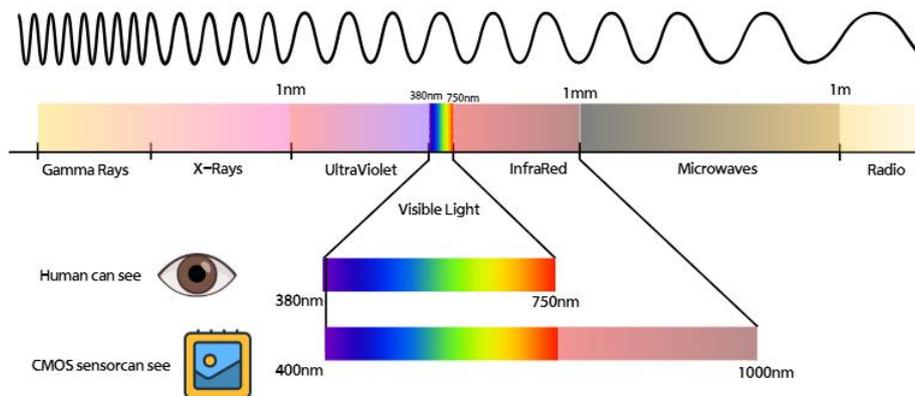


그림 2. 파장의 길이에 따른 가시광선과 IR(InfraRed)

영상장비에 사용되는 CMOS 센서마다 파장에 따라 R(Red)G(Green)B(Blue) 민감도를 표시하고 있으며, RGB 성분 중 어떤 성분이 더 많이 포함되어 있는지에 따라 색 재현성이 달라진다. 낮에는 가시광선 기반의 컬러 영상을 사용하는 것이 색 재현과 상황 이해에 유리하지만, 야간이나 실내 저조도 환경에서는 가시광선이 턱없이 부족해 색 정보를 유지하기 어렵다. 이때 센서가 감지 가능한 스펙트럼을 IR 대역까지 확장하고, 인공 IR 조명을 함께 사용하면 완전한 암흑 환경에서도 객체를 인지·식별할 수 있는 수준의 영상을 확보할 수 있다.

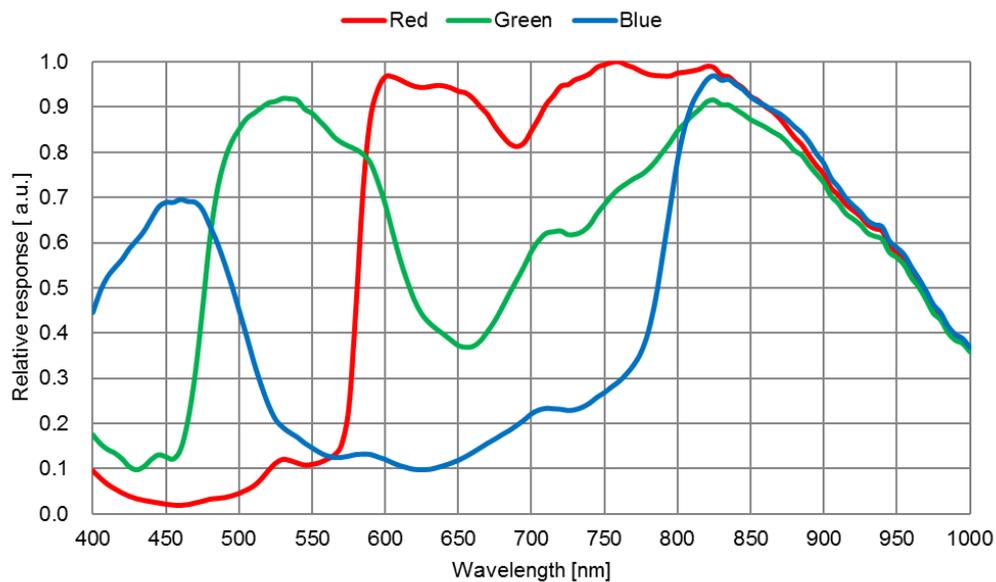


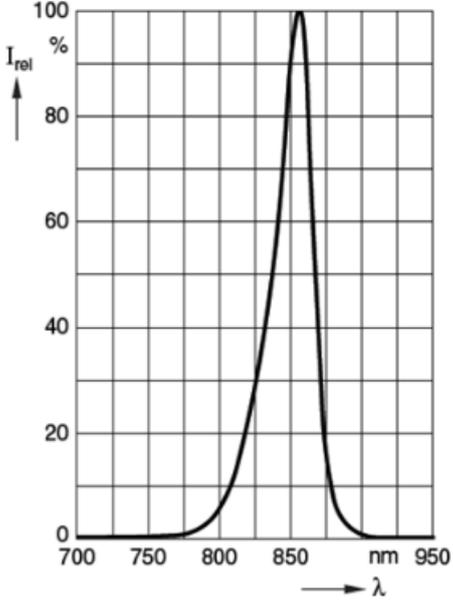
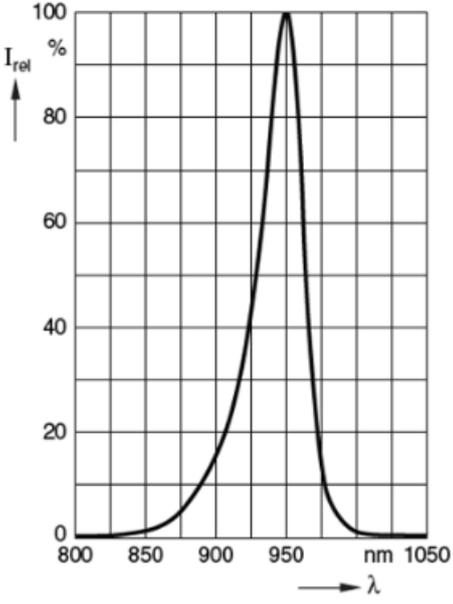
그림 3. CMOS 센서의 파장에 따른 반응률(Relative response) 그래프 예시

예를 든 그림 3의 CMOS 센서의 파장에 따른 반응률 그래프를 보면 800-850nm 대역에서 RGB 모두 높은 반응률을 나타내는 것을 볼 수 있다. 이를 토대로 800-850nm의 파장을 가지는 LED를 쏘아 물체에 반사된 빛을 모으면 선명한 영상을 볼 수 있다고 예상할 수 있다.

### 3.3. IR 선정

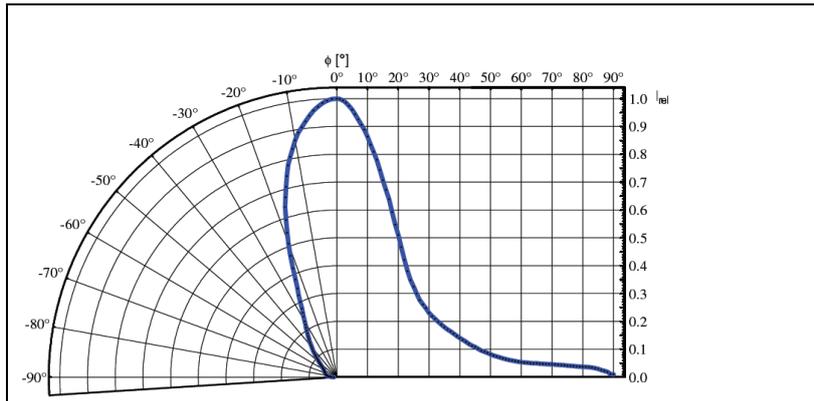
적절한 IR 을 선정하는 것은 매우 중요하다. 일반적으로 IR LED 를 선택할 때 중요한 부분은 방사각과, 파장, 총 광량, 단위 광량, Forward Voltage 등이다.

야간에 사용되는 IR LED 에서 가장 흔하게 쓰이는 파장은 850nm 이다. IR LED 제조 업체에 따라 다르지만 LED 의 방사 파장은 아래와 같은 그래프를 나타낸다. 사양 상 850nm 라고해도, 850nm 의 파장만을 갖고 있는 것이 아니고 750nm 이하의 파장 성분도 포함하기 때문<sup>1</sup>에 사람의 눈에도 빨갱게 보이는 것이다. 몇몇 고객 (예를 들어 교정시설, 학교, 병원)은 IR LED 가 켜졌는지 여부를 알리고 싶지 않은 경우도 있는데 그런 경우는 940nm 파장의 IR LED 를 선택할 수 있다.

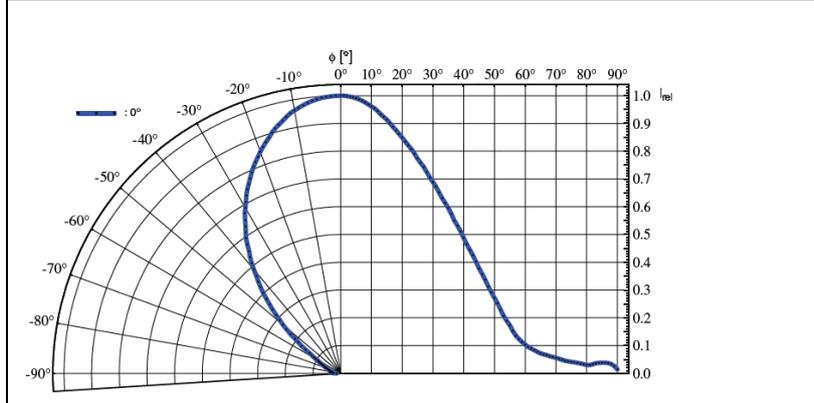
CCTV 에서 일반적으로 많이 사용되는 IR	특수한 경우에 사용되는 IR
 <p data-bbox="225 1346 767 1384">IR LED 가 850nm 인 경우 파장 스펙트럼 예</p>	 <p data-bbox="828 1346 1370 1384">IR LED 가 940nm 인 경우 파장 스펙트럼 예</p>
 <p data-bbox="288 1637 707 1715">IR 이 켜졌을 때 외부에서 보여지는 카메라의 외관</p>	 <p data-bbox="890 1637 1308 1715">IR 이 켜졌을 때 외부에서 보여지는 카메라의 외관</p>

<sup>1</sup> '스펙트럼 반치폭(Spectral Bandwidth)'에 의한 가시광 영역 침범이라고 표현하기도 한다.

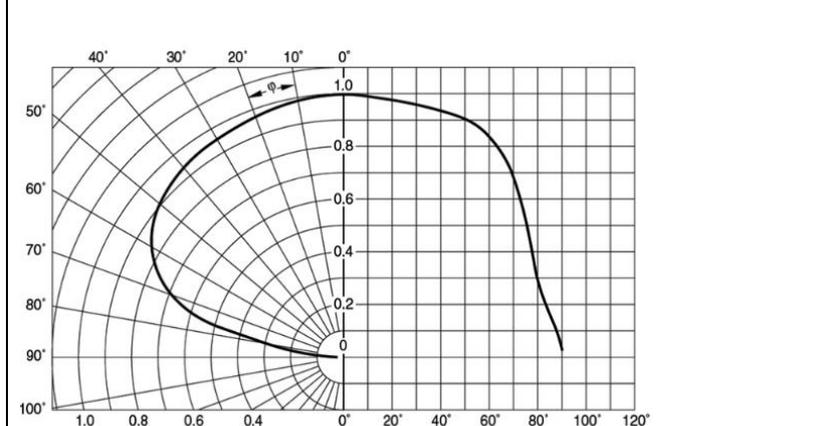
또한, IR LED 에서 가장 중요한 부분은 방사각이다. 이는 협각-광각까지 다양하며, 렌즈 화각에 따라 이를 모두 커버할 수 있는 방사각을 가진 IR LED 를 선택해야 한다. 만약 장조점(Telephoto) 렌즈의 경우 렌즈의 시야각(Field of View ; FoV)이 29° 내외이고 약 70m 까지도 관찰(Observe) 할 수 있다면 협각 IR LED 가 적절한 선택지가 된다. 불필요한 LED 가 낭비되는 것을 막고 필요한 FoV 에 IR 을 집중할 수 있어 더 멀리까지 볼 수 있다. 단조점(Wide) 렌즈의 경우 FoV 가 90 도 정도이고 Observe 거리가 17m 내외하면 광각 IR LED 가 적절한 선택지이다. 센서가 감시하는 외곽 영역까지 빛이 잘 전달되면서도 불필요한 포화를 막기 위해서이다.



방사각 40 도 수준의 협각 LED 의 Radiation Characteristics 예



방사각 80 도 수준의 표준 LED 의 Radiation Characteristics 예



방사각 150 도 수준의 광각 LED 의 Radiation Characteristics 예



IR LED 의 개수와 배치도 중요한데, 이 IR LED 가 Dome 이나 Vandal 과 같은 버블 안에 위치할 때, 버블 내부에서 반사되어 렌즈로 직접 들어오지 않도록 설계 시 시뮬레이션을 통해 위치와 개수를 잘 고려해야한다.

IR LED 의 Forward Voltage 는 LED Driver 선택과 회로 설계에 있어서도 중요한 요소이지만, 같은 전류를 보낼 때 소비전력과도 관계가 있으므로 눈여겨 볼 요소이다. 이는 카메라의 사양서 등에는 기재되어 있지 않지만 IR LED 가 발열이 많이 나는 경우, 불필요한 소비전력 낭비와 더불어, CMOS 센서와 같이 발열에 취약한 부품에 영향을 미치는 경우 영상 품질에도 영향을 미칠 수 있다. 또한 IR LED 의 수명 역시 발열에 취약하기 때문에 제품을 오래 견고히 사용하는 데에도 영향이 있다.

### **3.4. IR 에 따른 AE 튜닝**

가까이 다가오는 물체에 IR 이 반사되어 CMOS 센서로 유입되는 경우 객체가 점점 커지면서 IR 반사량이 늘어나게 된다. 어두운 영상에서는 전체 밝기가 일정한 값이 유지되도록 Gain 을 주고 있는데, 갑자기 빛이 반사되는 영역이 영상에서 많은 부분을 차지하게 되면 영상에 Gain 이 과도하게 들어가게 되어 해당 객체는 하얗게 포화되고, 이 포화된 부분을 제외한 외곽 영역은 어둡게 변한다. 이를 빠르게 제어하는 것이 IR 에서의 SW 튜닝 기술이다.

## 4. 한화비전의 WiselR

한화비전의 WiselR 는 가변 초점 카메라의 IR 제어 기술과 노이즈 영상처리 기술을 통합한 IR 기술로, 저조도 환경에서의 피사체 인지-인식 성능을 극대화하는 것을 목표로 설계된다. WiselR 기반 카메라는 필요한 IR Bank 선택, 최적화된 IR 파장 선택, 스마트 노출 제어를 결합해 환경이 급변하더라도 안정적인 밝기와 콘트라스트를 유지하도록 한다. 또한 한화비전이 장기간 축적해 온 렌즈 설계 경험과 WDR, NR 기술을 함께 적용해 IR 조명 하에서도 번짐, 헤이즈, 과다 노출을 최소화한다. 특히 한화비전은 IR LED 의 수량과 배치 최적화를 통해 IR 이 전체적으로 고르게 분포되어 영상 전반적으로 밝게 표현하는 데에 강점을 가진다.

	한화비전	타 제조사
가까운 피사체		
멀리 있는 피사체		

### 4.1. Adaptive IR activation(선택적으로 IR 을 켜는 방안)

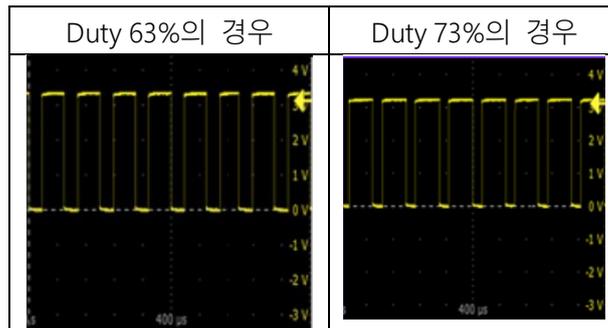
WiselR 는 단순히 IR LED 를 장착한 수준을 넘어, 카메라 지능과 LED 광학 설계를 연동해 “필요한 곳에, 필요한 만큼”의 IR 을 공급하는 데 중점을 둔다.

줌 가변형 모델에서는 줌 배율에 따라 IR 조사각을 연동해, 광각에서는 넓고 균일한 조사, 망원에서는 좁고 먼 거리까지 도달하는 Adaptive IR 조사 패턴을 자동으로 형성하여 화면 전체의 노출 균일성을 높인다.

PTRZ(Pan-Tilt-Rotate-Zoom)와 같은 렌즈의 위치가 변경될 수 있는 카메라의 경우, 돔 커버 외부에 독립적인 IR LED 가 장착되어 있어 렌즈의 방향에 위치한 IR Bank 만 선택적으로 켜질 수 있도록 제어할 수 있다. 외부 IR 뱅크가 PTRZ 와 연동되어 카메라 렌즈를 향하는 IR 뱅크만 활성화되도록 효율적으로 설계되어 더 원거리의 IR 시야각을 제공할 수 있다.

## 4.2. 전류 제어

일반적으로 IR LED 의 소비전력은 IR LED 전류에 비례한다. 이 때 전류 제어는 SoC 로부터 PWM(Pulse Width Modulation) dimming 신호를 Duty cycle(Positive 시간 비율)을 변경해 밝기를 제어한다. 전류(평균 광량)를 선형에 가깝게 제어하며, 이를 통해 플리커 현상을 배제할 수 있다. 적절한 파형 생성과 선형적 제어를 통해 너무 어둡지 않으면서도 주변 반사체(벽, 천장, 간판)로 인한 하이라이트 포화 현상을 줄이기 위해 LED 출력 레벨을 세밀하게 제어하고, 가까운 물체의 과다노출을 줄이도록 노출-게인-셔터를 IR 상태에 맞게 최적화하는 것이 **한화비전**의 기술력이다.



이러한 전류 제어 기술은 특히 가변초점/줌 모델에서 초점거리가 변화하면서 IR 이 협각에서 광각으로 (혹은 광각에서 협각으로)전환이 될 때, 협각과 광각 LED 의 전류를 배분하여 협각에서 늘어나는 전력만큼 광각에서 줄어 들 수 있도록 제어하도록 IR LED 전류를 제어하는 때 적용할 수 있다.



그림 4. PNO-A9082R 렌즈 초점거리에 따른 IR 전환 시 전류 제어

카메라 타입에 따라서는 PTRZ 모델과 같이 렌즈가 이동하는 경우, 렌즈가 IR Bank1 부근에서 IR Bank2 부근으로 이동할 때, IR Bank1 의 전류가 줄어든 만큼 IR Bank2 의 전류가 늘어나는 것 과 같이 LED 전류를 제어하여 렌즈가 바라보는 방향에서 IR LED 를 효과적으로 배분할 수 있다.

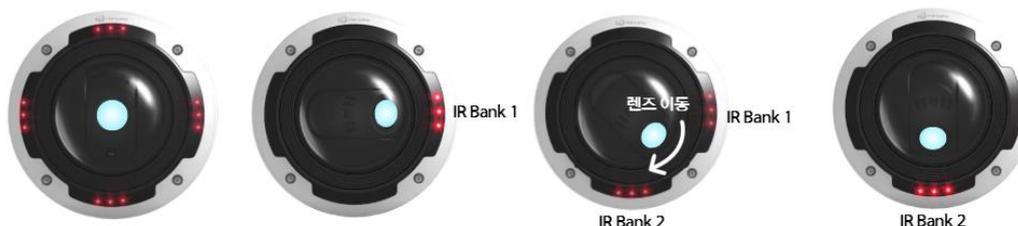


그림 5. PNV-A9082RZ 모델의 IR Bank 전류 제어

### 4.3. AE(Auto Exposure)를 제어

IR 모드에서 카메라 센서가 IR 반사를 감지하면 AE 가 IR LED 강도를 동기화하며, 과노출(포화)이나 깜빡임(Flicker)을 방지한다. 히스토그램 분석으로 중간 밝기를 동적 범위 중앙에 맞추고 반복적으로 노출을 세밀 조정하는 방법이다.

물체가 CCTV 와 가까워지거나 멀어질 때, 전류를 효과적으로 제어하지 못하는 경우 AE(자동노출)을 통해 목표 밝기를 정해두고, 현재 프레임 밝기와 비교하여 셔터시간, 조리개, 아날로그/디지털 게인과 같은 노출 파라미터를 자동으로 조절하는 제어 알고리즘으로, 거리별 조명 균일성을 유지하고 이후 계조(Grayscale) 표현력을 간접적으로 제어한다.

**한화비전** 카메라 웹 인터페이스에서 Exposure 설정이 가능하지만 피사체보다 배경이 어두울 경우 노출을 낮게 해야 피사체가 정상적으로 보인다. 반대로 피사체보다 배경이 밝은 경우 노출을 많이 해야 피사체가 정상적으로 보인다. 이 때 노출의 밝기 조정, 최소/최대 셔터스피드를 조정할 수 있으며 AGC(Auto Gain Control)를 통해 렌즈로 들어온 영상 신호의 게인(gain)을 증폭하여 어두운 화면을 밝게 하는 레벨 역시 조절할 수 있다.

## 5. IR 적용 사례

IR 기술은 색 정보보다 형태와 대비가 중요한 시나리오에서 특히 강점을 발휘하며, 도시 방법, 산업 현장, 물류 거점과 같이 야간에도 인원·차량의 이동이 많은 환경에서는 은밀한 IR 모니터링을 통해 시설 조도나 경관을 해치지 않고도 침입·배회 행위를 지속적으로 탐지할 수 있으며, 저노이즈 IR 영상은 AI 영상분석 알고리즘의 검출 정확도를 높이는 데도 기여한다. 특히 야간 교통 감시에서는 운전자에게 눈부심을 유발하지 않으면서 번호판과 차량 윤곽을 선명하게 확보해 속도·차선 위반 분석에 활용할 수 있다.

WiselR 는 특히 초점거리나 관찰하는 화각을 변화시키는 것과 같이 감지영역을 변화시키거나, 대상이 이동하는 경우 IR 을 조절하여 분석에 더 효과적으로 활용할 수 있다.

효과적으로 활용된 모델은 2 세대 P 시리즈의 PTRZ 모델이다. 이 모델은 설치 시 Lens 의 방향을 조정할 수 있는데, 이 때 필요한 영역의 IR 만 켜져 효과적으로 소비전력을 제어하면서도, 같은 소비전력을 렌즈가 바라보는 방향의 IR 에 집중시킨다.

2 세대 P 시리즈의 가변초점 모델(예: PNO-A9082R)의 경우 렌즈의 초점 조절에 따라 광각과 협각 LED 가 선택적으로 켜진다. 초점길이가 Tele와 Wide의 중간에 위치하는 경우, 협각과 광각 LED 가 동시에 켜져서 전체 화각을 모두 커버한다. 이 외에도 대부분의 가변초점을 사용하는 X 와 P 시리즈에는 WiselR 기술이 적용되어 있다.

AE 가 빠르게 반응하는 경우는 우측과 같이 물체가 카메라에 가까이 접근하여 IR 반사율이 증가하는 경우에도 객체와 배경이 모두 선명하게 보여 지지만 아닌 경우는 객체는 포화되고 배경은 까맣게 표현된다.

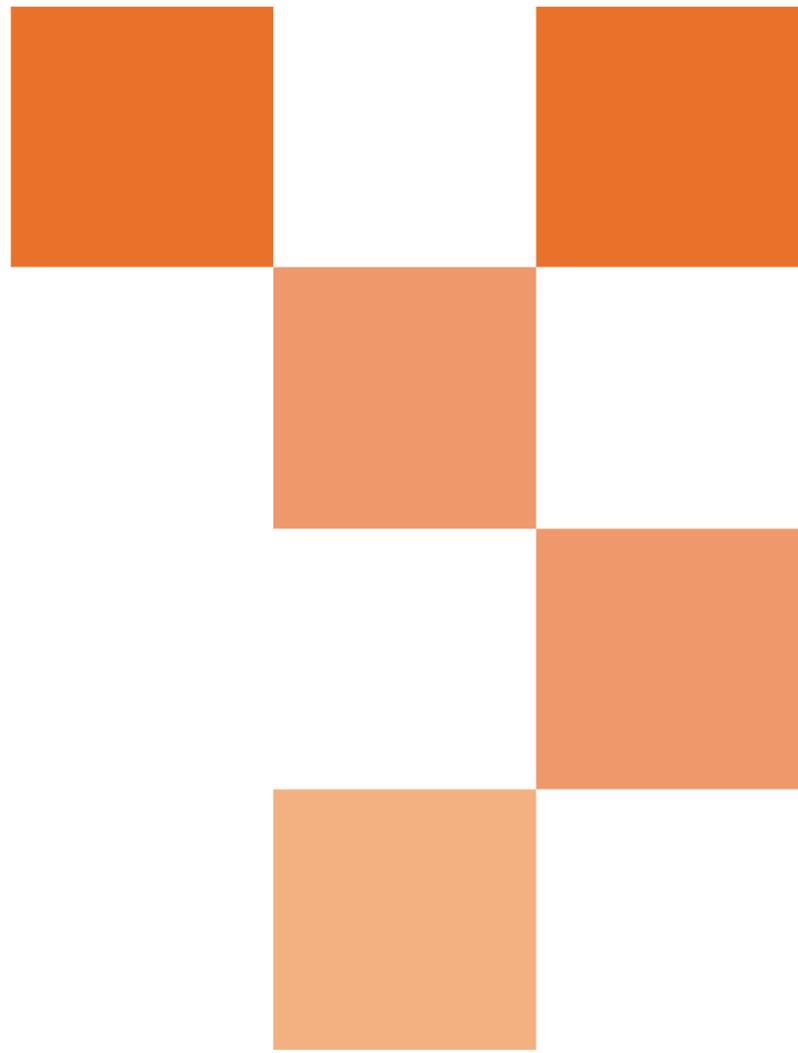


그림 6. (좌) AE 가 빠르게 반응하지 못한 예, (우) AE 가 빠르게 반응한 예



## 6. 결론

저조도·야간 환경은 더 이상 영상 보안의 사각지대가 아니라, IR 기술의 성숙도를 통해 차별화가 이뤄지는 핵심 경쟁 구간으로 변모하고 있다. 근적외선 기반 Day & Night 카메라와 열화상 카메라, 그리고 통합형·별도형 IR 조명을 적절히 조합하면, 다양한 환경에서 “24 시간 가시성”을 확보하는 토털 솔루션 구성이 가능하다. **한화비전 WiselR**은 이러한 글로벌 IR 기술 추세를 반영하면서도 자사 광학·영상처리 역량을 결합해, 동일 조건에서 더 선명하고 효율적인 야간 영상을 제공함으로써 향후 영상 보안 시스템의 성능·운영 효율을 동시에 높이는 핵심 기술로 자리매김할 것이다.



**Hanwha Vision Co.,Ltd**  
13488 **Hanwha Vision** R&D Center,  
6 Pangyo-ro 319-gil, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do  
**TEL** 070.7247.8771-8      **FAX** 031.8018.3715  
[www.HanwhaVision.com](http://www.HanwhaVision.com)