

사용 설명서

ITALA G SERIES

GigE Vision Cameras



콘텐츠

1	일반 정보	5
1.1	면책 조항	5
1.2	사용 목적	5
1.3	금지된 사용	5
1.4	개정 사항	7
1.5	주문 코드	9
2	보증 및 인증	11
2.1	보증	11
2.2	CE 선언	11
2.3	FCC 신고	11
2.4	KC 인증	12
2.5	충격 및 진동	12
2.5.1	ITALA G - G.EL	12
2.5.2	ITALA G.IP	12
2.6	RoHS, REACH 및 WEEE	13
3	소개	14
3.1	매뉴얼 및 규칙	14
3.2	제품 식별 데이터	14
3.3	보관 및 사용 조건	15
3.3.1	보관 조건	15
3.3.2	작동 조건	15
3.4	청소 및 유지 관리	16
4	시작하기	17
4.1	개요	17
4.2	하드웨어 설치	17
4.2.1	카메라 설치	17

4.2.2	렌즈	17
4.2.3	이더넷 케이블	19
4.2.4	GPIO 케이블	20
4.2.5	리퀴드 렌즈	21
4.3	시스템 구성	22
4.3.1	시스템 요구 사항	22
4.3.2	카메라 드라이버	22
4.3.3	Windows에 드라이버 설치	22
4.3.4	우분투에 드라이버 설치	24
4.3.5	네트워크 및 구성	24
4.3.6	대역폭 관리	25
4.3.7	NIC 전원 관리	26
4.4	Itala SDK	27
4.5	Itala API로 카메라 사용	31
4.5.1	Itala SDK 문서	31
4.6	타사 소프트웨어와 함께 카메라 사용	31
4.7	Itala View으로 카메라 사용	31
4.7.1	탭 및 패널	32
4.7.2	IP 구성기	33
4.7.3	펌웨어 업데이트	34
4.7.4	LUT 마법사	37
4.7.5	결합 픽셀 보정 마법사	38
4.7.6	색상 보정 마법사	39

5 기술 사양 43

5.1	기술 사양	43
5.2	전기 사양	46
5.3	센서 광학 응답	48
5.4	광학 필터	52
5.5	기계적 사양	54
5.5.1	치수 도면	54
5.5.2	GigE Vision 기계적 요구 사항	56
5.5.3	센서 센터링 데이터	56
5.6	커넥터 및 핀아웃	57
5.7	I/O 회로	59
5.7.1	광 절연 입력	59
5.7.2	광 절연 출력	59

5.8	LED 및 표시기	60
-----	---------------------	----

6 카메라 기능 61

6.1	Device Control	61
6.1.1	Bandwidth limit	62
6.2	Image Format Control	63
6.2.1	이미지 ROI	64
6.2.2	Binning	64
6.2.3	데시메이션	65
6.2.4	Readout direction	66
6.2.5	Test pattern	67
6.3	Acquisition Control	68
6.3.1	Trigger overlap	69
6.3.2	Dual Exposure	71
6.3.3	Trigger delay	72
6.3.4	<i>Timed</i> 대 <i>TriggerWidth Exposure Mode</i>	74
6.3.5	Image Compression	74
6.4	Analog Control	76
6.4.1	Gain	76
6.4.2	화이트 밸런스	77
6.4.3	Gamma correction	79
6.4.4	Black level	81
6.5	OE Auto Functions Control	81
6.5.1	OE Autoexposure/Autogain	82
6.6	LUT Control	84
6.6.1	LUT	84
6.7	Color transformation control	85
6.7.1	Color Correction Matrix (CCM)	86
6.7.2	올바른 색상 보정을 수행하는 방법	86
6.8	Digital I/O Control	93
6.8.1	I/O stage	94
6.9	Counter and Timer Control	95
6.10	Encoder Control	95
6.10.1	Encoder interface	96
6.10.2	Encoder output mode	97
6.10.3	Encoder mode	97
6.10.4	인코더값 래핑 관리	98

6.11	Logic Block Control	98
6.11.1	Logic block 모듈	99
6.12	Action Control	100
6.12.1	Action Command	100
6.12.2	Scheduled Action Command	101
6.13	Event Control	102
6.14	User Set Control	105
6.15	Chunk Data Control	105
6.16	OE Serial Interface Control	107
6.16.1	Serial interface	108
6.17	OE Liquid Lens 제어	109
6.17.1	리퀴드 렌즈 인터페이스	110
6.17.2	자동 초점	111
6.18	OE Defective Pixel Correction Control	112
6.18.1	결함 있는 픽셀 보정	113
6.19	Test Control	114
6.20	Transport Layer Control	114
6.20.1	Precision Time Protocol (PTP)	117
6.21	Sequencer Control	117
6.21.1	Sequencer 개요	119
6.21.2	Sequencer set 구성	119

7 사용 사례 121

7.1	배선 연결 예시	121
7.1.1	외부 장치로 카메라 트리거하기	121
7.1.2	외부 장치와 Itala 카메라 동기화하기	122
7.2	카메라의 출력 라인에 지연을 추가하는 방법	124
7.3	스트리밍 대역폭 관리	126
7.4	코그넥스 비전 프로 호환성	130
7.5	시퀀서 컨트롤 구성 예시	137
7.5.1	시퀀서 경로로 작업하기	137

8 문제 해결 139

8.1	사용 가능한 장치 목록에서 카메라를 찾을 수 없습니다.	139
8.2	카메라 뷰어의 GenICam 트리에 일부 기능이 없는 이유는 무엇인가요?	139
8.3	카메라에서 프레임 손실이 발생하는 이유는 무엇인가요?	139

1 일반 정보

1.1 면책 조항

Opto Engineering® 제품이 제대로 작동하도록 항상 규정된 조건에서 사용하고 보관하세요. 다음 조건을 준수하지 않을 경우 제품 수명이 단축되거나 오작동, 성능 저하 또는 고장이 발생할 수 있습니다.

이 장비가 잘못 작동하면 위험한 상황이나 상당한 금전적 손실이 발생할 수 있다는 점에 유의하세요. 사용자는 카메라의 작동이 자신의 용도에 적합한지 확인해야 합니다.

여기에 언급된 모든 상표는 해당 소유자의 자산입니다.
단, 법으로 금지된 경우는 예외입니다:

- 모든 하드웨어, 소프트웨어 및 문서는 '있는 그대로' 제공됩니다.
- Opto Engineering®는 어떠한 종류의 결과적 손실에 대해서도 책임을 지지 않습니다.

Opto Engineering® 제품을 수령하면 배송 중 손상된 부분이 있는지 육안으로 확인하세요. 수령 시 제품이 손상된 경우 즉시 Opto Engineering®로 알려주세요.

1.2 사용 목적

이 제품은 품목/물체의 물리적 특성을 감지, 검사 및/또는 측정하기 위한 **머신 비전 카메라**입니다. 고속 연결을 통해 호스트 장치에 이미지 스트림을 제공합니다. 다양한 유형의 전기 신호를 사용하여 다른 장치와 작동을 동기화 할 수 있습니다.

이 제품은 영상 감시 시스템에서 CCTV 카메라로 사용하기 위한 것이 아닙니다.

1.3 금지된 사용

이 카메라를 사용하기 전에 다음 주의 사항을 읽어주세요.

궁금한 점이 있거나 추가 조언이 필요한 경우 총판 또는 대리점에 문의하세요.

- 제품을 직접 분해, 개조 또는 수리하지 마세요. 영구적인 오작동이나 화재 또는 감전의 원인이 되어 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 제품을 먼지가 많거나 습하거나 뜨거운 장소 또는 화기 근처에 두지 마세요. 이러한 환경에서는 오작동 및 손상, 심지어 화재나 감전으로 인한 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 제품 위나 주변에 살충제를 뿌리거나 기타 휘발성 화학 물질을 뿌리지 마세요;
- 이 장치는 고장 시 인체 건강에 위험을 초래하거나 다른 장비에 손상을 입힐 수 있는 용도로 사용해서는 안 됩니다. 제조업체가 예상하지 못한 방식으로 장치를 사용할 경우 회로 및 인클로저가 제공하는 보호 기능이 손상될 수 있다는 점에 유의하세요;

- 이 장치는 저전압 전원 공급 장치입니다. 따라서 인가된 신호 조합 간의 전위차는 어떤 경우에도 공급 전압을 초과해서는 안 됩니다;
- 전압이 높을 경우 고장이 발생할 수 있으며 인체에 위험할 수 있습니다;
- 이 장치는 유도성 부하로 인한 과도 전류에 대한 보호 기능이 제한적입니다. 필요한 경우 고속 다이오드 같은 외부 보호 장치를 사용하거나 특정 과도 보호 장치를 사용하는 것이 좋습니다;
- 이물질이 제품 내부로 들어가거나 구멍, 단자 및 기타 구멍이나 틈새로 떨어지지 않도록 주의하세요. 화재나 감전의 원인이 되어 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 제품을 옮기기 전에 전원 케이블을 분리하세요. 이 주의 사항을 준수하지 않을 경우 전원 케이블이 손상되거나 화재 또는 감전이 발생하여 심각한 부상을 입을 수 있습니다;
- 전원 케이블을 굽거나, 자르거나, 열거나, 비틀지 마세요. 오작동, 화재 또는 감전의 원인이 되어 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 전원 케이블이 손상되었거나 금이 간 경우 기술 지원팀에 문의하고 제품을 사용하지 마세요. 손상된 케이블은 오작동, 화재 또는 감전의 원인이 되어 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 젖은 손으로 전원 케이블의 플러그를 꽂거나 빼지 마세요. 감전되어 심각한 부상을 입을 수 있습니다;
- 인화성 가스가 있는 곳에서 제품을 사용하지 마세요. 폭발과 화염이 발생하여 심각한 부상을 입을 수 있습니다;
- 냄새, 연기, 과열 등의 이상이 발견되면 전원을 끄고 전원 케이블을 분리하세요. 이러한 상태에서 제품을 계속 사용하면 화재나 감전의 원인이 되어 심각한 부상을 입을 수 있습니다;
- 제품을 떨어뜨리거나 제품 케이스가 손상된 경우 전원을 끄고 전원 케이블을 분리하세요. 이러한 상태에서 제품을 계속 사용하면 화재나 감전으로 인해 심각한 부상을 입을 수 있습니다.

1.4 개정 사항

표 1에는 모든 사용자 설명서 개정판이 나열되어 있습니다.
설명 옆에는 여러 개정판 간의 모든 관련 차이점이 나열되어 있습니다.

Rev.	날짜	설명	FW ver.
1.0	22/09/2021	첫 번째 수동 릴리스	1.0.0 - 1.1.2
1.1	14/06/2022	- 새로운 카메라 기능에 대한 참조 추가 - SDK 설치 섹션 추가 - 드라이버 설치 섹션 추가 - Itala View 빠른 시작 섹션 추가 - Itala View wizards 섹션 추가	1.1.3 - 1.1.5
1.2	10/02/2023	- CCM 보정 절차 추가 - 타이머 지연 기능 추가 - SDK 문서에 대한 참조 추가 - PTP 문서 추가 - 업데이트된 스토리지 및 운영 조건 - 센서 ADC 해상도 업데이트 - GigE 기계 사양에 대한 참조 추가 - '주문 코드' 섹션에 새 부품 번호 추가 - 섹션 7.2에 사용 사례 추가	1.2.0 - 1.2.2
1.3	07/03/2023	- 트리거 지연 기능 추가 - 액션 명령 기능 추가 - 직렬 인터페이스 구성 추가 - 직렬 프로토콜(ASCII, 모드버스, 바이너리) 추가 - UTC에서 PTP 오프셋 기능 추가	1.3.0 - 1.3.2
1.4	04/05/2023	- 듀얼 노출 기능 추가 - '주문 코드' 섹션에 새 부품 번호 추가 - "주문 코드" 섹션에 이형 상품 추가 - "전기 사양"의 트리거 입력 지연 업데이트	1.4.0
1.5	30/05/2023	- TestControl 기능 추가 - 대역폭 제한 공식 업데이트 - 일부 기능의 액세스 속성 업데이트 - 액션 명령 섹션 추가 - 이중 노출 타이밍 수정	1.4.1 - 1.5.3
1.6	04/08/2023	- '스트리밍 대역폭 관리' 사용 사례 추가 - 리퀴드 렌즈 하드웨어 설치 섹션에 주의 사항 추가 - 충격 및 진동 데이터 추가	1.4.1 - 1.5.3
1.7	23/08/2023	- FCC 신고 섹션 추가	1.4.1 - 1.5.3

1.8	27/09/2023	- 코그넥스 비전 프로 호환성 테스트 절차 추가 - 인코더 출력 모드 섹션 업데이트 - 인코더 모드 섹션 추가 - 듀얼 노출 타이밍 업데이트	1.5.3 - 2.0.0
1.9	07/11/2023	- 펌웨어 업데이트 절차 업데이트 - 트리거 폭 노출 기능에 참고 사항 추가	2.0.0 - 2.0.2
1.10	20/11/2023	- 듀얼노출 기능에 참고 사항 추가 - 트리거 폭 노출 기능에 참고 사항 추가	2.0.0 - 2.0.2
1.11	16/01/2024	- 흑백 테스트 패턴 시퀀스 수정 - 센서 광학 반응 플롯 업데이트 - 문서에 인용된 모든 기능 이름 수정 - 시퀀서 제어 섹션 추가 - 시퀀서 구성 사용 사례 추가	2.1.0 - 2.1.2
1.12	30/05/2024	- IMX990 카메라에 대한 Dual Use 분류 정보 추가 - 체크 시퀀서 세트 액티브 기능 추가 - 시퀀서 경로 우선순위에 대한 메모 추가 - 개선된 시퀀서 다중 경로 예제 - IMX249 지원 추가(주문 코드, 이중 노출, QE 플롯) - 이중 노출 타이밍 수정 - 무작위 진동 테스트 PSD 수정 - 센서 센터링 데이터 추가 - 듀얼 노출 타이밍 업데이트 - 업데이트된 주문 코드 정보 - 섹션 6.3.1 추가 - 섹션 6.10.4 추가	2.2.0 - 2.2.2
1.13	31/07/2024	- 자동 초점 섹션 추가 - 이미지 압축 섹션 추가 - 인코더 및 카운터 체크 데이터 추가 - 편광 픽셀 형식 추가	2.3.0
1.14	20/12/2024	- 장치 압력 정보 추가 - YUV411 픽셀 형식 추가 - Linux 드라이버 설치 섹션 추가 - Itala IP67 사양 추가 - 자동 초점 완료 이벤트 추가 - 액체 렌즈 자동 초점 트리거 소스 기능 추가 - oeFramesInBuffer 기능 추가 - 장착 나사에 대한 토크 사양 추가 - F-마운트 옵션 제거 - 디지털 출력에서 사용 가능한 최대 전류 추가 - 62368-1을 충족하기 위한 전원 공급 장치 요구 사항 추가	2.4.0 - 2.5.1

1.15	26/08/2025	- 시퀀서 세트 수 증가 - 4.3.7 섹션 추가 - 우분투 버전 호환성 업데이트 - 업데이트된 LED 색상 코딩	≥ 3.0.0
1.16	26/09/2025	- 우분투 arm64 지원 추가	≥ 3.0.0

Table 1: 매뉴얼 개정

1.5 주문 코드

카메라 부품 번호는 다음과 같이 구성됩니다:

ITA000-WX-00Y-ZZ

주문 코드는 표 2에 설명되어 있습니다.

원하는 부품 번호의 재고 여부를 확인하려면 옵토 엔지니어링 웹사이트를 참조하세요.

참고: ITA13-GM-10C-SWIR 제품은 법적 수출 통제 규정의 적용을 받으며 최종 용도 및 최종 목적지에 대한 서면 정보가 필요할 수 있습니다.
Dual Use 분류: 6A003.B.4.A.

코드	설명	옵션	가치
ITA	시리즈 이름		
000	센서 해상도	04	IMX287 - 0.40 Mpixels
		13	IMX990 - 1.34 Mpixels
		16	IMX273 - 1.58 Mpixels
		23	IMX249 - 2.35 Mpixels
		24	IMX392 - 2.35 Mpixels
		32	IMX265 - 3.19 Mpixels
		50	IMX264 - 5.07 Mpixels
		51	IMX547 - 5.10 Mpixels
		81	IMX546 - 8.13 Mpixels
		89	IMX267 - 8.95 Mpixels
		120	IMX304 - 12.37 Mpixels
			IMX253 - 12.37 Mpixels
		124	IMX545 - 12.41 Mpixels
		162	IMX542 - 16.19 Mpixels
		168	IMX387 - 16.88 Mpixels
		196	IMX367 - 19.66 Mpixels
		204	IMX541 - 20.35 Mpixels
		246	IMX540 - 24.55 Mpixels
		315	IMX342 - 31.49 Mpixels
W	인터페이스	G	이더넷
X	모노/컬러 센서	M	단색
		C	색상
00	변형	1X	Sony IMX Pregius™ 1st/2nd gen sensor
		2X	Sony IMX Pregius S™ 4th gen sensor
Y	마운트	C	C-mount
		J	J-mount (M42x1 FD 12)
ZZ	선택적 기능	-	표준 버전
		EL	리퀴드 렌즈 컨트롤러 포함
		PL	편광 Polarsens™ sensor
		SWIR	VIS-SWIR SenSWIR™ sensor

Table 2: 주문 코드

2 보증 및 인증

2.1 보증

기기 보증은 기기 일련 번호를 기준으로 유효 배송일로부터 5년입니다.

보증은 결함이 있는 부품(구성품, 장치 또는 그 일부)의 교체 또는 수리를 포함하며, 분해 및 배송 비용은 제외됩니다.

하나 이상의 부품을 교체해도 전체 장치의 보증 기간이 갱신되지 않습니다.

정상적인 사용 또는 대기 및 외부 환경으로 인해 열화된 전자제품 및 부품은 보증 대상에서 제외됩니다. 또한 숙련되지 않거나 권한이 없는 사람이 수행한 유지보수 부족, 불충분 또는 잘못된 유지보수 또는 의도하지 않은 사용이나 무단 교체, 변경 또는 수리로 인해 발생한 모든 고장은 보증 대상에서 제외됩니다. 보증의 일반적인 유효기간은 다음에 따라 다릅니다:

- 기기 설명서에 설명된 대로 유지 관리가 올바르게 수행되고 있습니다;
- 이 설명서에 명시된 대로 장치를 사용해야 합니다.

2.2 CE 선언

Itala 카메라는 EMC 지침 2014/30/EU를 준수하므로 다음 표준을 준수합니다:

표준	설명
EN 61000-6-2	일반 표준 - 산업 환경을 위한 내성 표준
EN 61000-6-4	일반 표준 - 산업 환경을 위한 배출 표준

Table 3: EMC 표준

2.3 FCC 신고

이 장비는 테스트를 거쳐 FCC 규정 제15조에 따라 클래스 B 디지털 장치에 대한 제한을 준수하는 것으로 확인되었습니다. 이러한 제한은 주거용 설치 시 유해한 간섭에 대한 합리적인 보호를 제공하기 위해 고안되었습니다. 이 장비는 무선 주파수 에너지를 생성, 사용 및 방출할 수 있으며, 지침에 따라 설치 및 사용하지 않을 경우 무선 통신에 유해한 간섭을 일으킬 수 있습니다. 그러나 특정 설치 환경에서 간섭이 발생하지 않는다는 보장은 없습니다. 이 장비가 라디오 또는 텔레비전 수신에 유해한 간섭을 일으키는 경우(장비를 켜다 켜서 확인할 수 있음), 사용자는 다음 조치 중 하나 이상을 사용하여 간섭을 수정할 것을 권장합니다:

- 수신 안테나의 방향을 바꾸거나 위치를 변경합니다.
- 장비와 수신기 사이의 거리를 늘립니다.

- 수신기가 연결된 회로와 다른 회로의 콘센트에 장비를 연결합니다.
- 대리점이나 숙련된 라디오/TV 기술자에게 도움을 요청하세요.

2.4 KC 인증

한국으로 수입되는 전기 및 전자 장비는 KC 인증을 받아야 합니다. 이는 공인 기관의 인증을 받은 제품만 한국 시장에 진출할 수 있도록 하는 강제 인증 제도입니다. 특히 이 인증은 전자파 적합성(EMC)에 대한 요구 사항을 확인합니다.

한국 시장에서 사용 가능한 Itala 카메라는 KC 마크와 KC 등록 번호로 식별할 수 있습니다. KC 인증 데이터에 대한 자세한 내용은 제품 또는 포장에 있는 QR 코드를 스캔하세요.

2.5 충격 및 진동

Itala 카메라는 다음 표준 및 제한에 따라 충격 및 진동 테스트를 거쳤습니다:

2.5.1 ITALA G - G.EL

표준	발행 날짜	테스트	매개변수
EN 60068-2-27	2009	Shock	x/y/z axis, 20g, 11ms, 10 pos. / 10 neg. shocks
EN 60068-2-6	2008	Sine vibration	x/y/z axis, 10g, 50-500 Hz, 10 sweep
EN 60068-2-64	2008+A1:2019	Random vibration	x/y/z axis, 5g RMS, 0.056g ² /Hz PSD, 30 min for each axis

Table 4: 충격 및 진동 표준 및 제한 사항

2.5.2 ITALA G.IP

표준	발행 날짜	테스트	매개변수
EN 60068-2-27	2009	Shock	x/y/z axis, 50g, 11ms, 10 pos. / 10 neg. shocks
EN 60068-2-6	2008	Sine vibration	x/y/z axis, 10g, 50-500 Hz, 10 sweep
EN 60068-2-64	2008+A1:2019	Random vibration	x/y/z axis, 5g RMS, 0.056g ² /Hz PSD, 30 min for each axis

2.6 RoHS, REACH 및 WEEE

Itala 카메라는 다음 지침 및 표준을 준수합니다:

- RoHS 2011/65/EU
- REACH 1907/2006/EC
- WEEE 2012/19/EU

3 소개

3.1 매뉴얼 및 규칙

Opto Engineering® SpA, Strada Circonvallazione Sud 15, 46100 Mantova (Mn) - Italy에 등록 사무소를 두고 있으며, 이하 제조업체는 본 설치, 사용 및 유지보수 매뉴얼에서 제품 Itala의 설치, 사용 및 서비스에 필요한 모든 정보를 명확하고 간단한 방법으로 제공합니다.

이 설명서의 수신자는 이 설명서에 명시된 표준, 처방 및 안전 조치를 이해할 수 있는 지식, 경험 및 능력을 갖춘 모든 사람입니다. 이러한 사람은 나중에 본 설명서에 설명된 제품을 운송, 설치, 사용 및 서비스할 권한이 있는 자격을 갖춘 직원으로 확인됩니다.

이 자료는 본 설명서를 전달받은 고객만이 제품을 설치, 사용 및 서비스하기 위해 사용할 수 있습니다.

제조업체는 사전 통지 없이 본 매뉴얼 및/또는 본 매뉴얼에 언급된 제품을 수정하거나 개선할 수 있는 권리를 보유합니다.

이 문서에서는 다음과 같은 타이포그래피 규칙이 사용됩니다:

참고: 노트에는 중요한 정보가 포함되어 있습니다. 텍스트 외부에 강조 표시된 참조 대상



주의: 이러한 표시에는 전체 또는 일부를 준수하지 않을 경우 기계 또는 기기에 손상을 입힐 수 있는 절차가 강조되어 있습니다.



위험: 이러한 적응증은 전체 또는 일부를 준수하지 않을 경우 부상을 유발하거나 작업자의 건강에 영향을 미칠 수 있는 절차를 강조합니다.

3.2 제품 식별 데이터

Itala 카메라는 포장 상자 측면에 부착된 라벨로 식별할 수 있습니다. 카메라 뒷면의 커넥터 근처에도 소형 버전의 라벨이 부착되어 있습니다.

이 라벨은 각 디바이스의 부품 번호, 일련 번호 및 MAC 주소를 식별하는 데 사용됩니다. 레이블 예는 그림 1에 나와 있습니다.

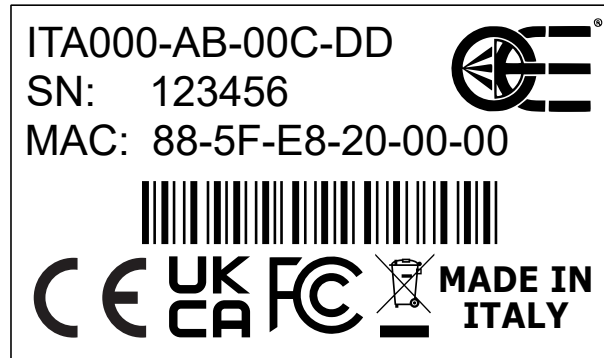


Figure 1: 카메라 레이블의 예입니다.

3.3 보관 및 사용 조건

3.3.1 보관 조건

10°C 60°C 사이의 스토리지 환경.

제품을 급격한 온도 변화에 노출시키지 않도록 하여 열 충격을 피하세요.

제품을 건조한 곳에 보관하세요: 상대 습도(RH) 80% 미만(결로 현상 없음)의 보관 환경.

3.3.2 작동 조건

극한의 온도는 제품 기능, 특히 전자 부품에 영향을 미칩니다.

제품을 급격한 온도 변화에 노출시키지 않도록 하여 열 충격을 피하세요.

제품에는 전자 부품이 포함되어 있으므로 작동 시 열이 발생할 수 있으므로 적절한 양의 열을 방출하는 것이 매우 중요합니다(필요한 경우 강제 공기 냉각 시스템으로 장치를 작동하세요).

건조한 장소: 상대 습도(RH) 80% 미만(결로 현상 없음)의 작동 환경에서 제품을 사용하세요.

일반적으로 다음과 같은 환경에서는 카메라를 보관하고 사용하지 마세요:

- 강한 전기/자기장이 있는 환경.
- 직사광선, 비 또는 눈에 노출된 장소.
- 특정 가스 및 위험 물질에 노출된 환경.
- 진동이 심한 시스템에서.
- 먼지가 많은 장소.
- 습도가 매우 높은 장소.
- 지나치게 덥거나 추운 환경.

Itala 카메라는 온도 성능을 입증하기 위해 기후 챔버에서 테스트를 거쳤습니다.



주의: 이미지 센서 온도가 $-10^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$ (접합부 온도) 범위를 초과하면 이미지 센서 품질이 쉽게 저하됩니다.
어떤 경우에도 센서의 절대 최대 온도인 **100°C** 를 초과하지 마세요.
센서 온도를 모니터링하고 절대 최대 정격을 초과하지 않도록 **Device Temperature**
→ **Sensor GenIcam** 기능을 읽어보시기 바랍니다.
옵토 엔지니어링은 과열 결함의 경우 책임을 지지 않습니다.



주의: 케이스 온도는 $-25^{\circ}\text{C} \div 65^{\circ}\text{C}$ 범위를 초과하지 않아야 합니다.
케이스 온도는 알루미늄 케이스의 외부, 카메라 마운트 근처에서 측정했습니다.



주의: 방열이 불량한 경우 주변 온도와 케이스 온도가 크게 다를 수 있습니다.
이 시나리오에서는 주변 온도를 모니터링하는 것만으로는 충분하지 않을 수 있습니다.
사용자는 Itala 케이스 온도를 모니터링하고 필요한 경우 65°C 를 초과하지 않도록 적절한 방열 전략을 채택해야 합니다.
옵토엔지니어링은 과열로 인한 결함 및 기기 손상의 경우 책임을 지지 않습니다.

3.4 청소 및 유지 관리

카메라에 견고한 기계식 케이스가 장착되어 있더라도 카메라 자체를 손상시키지 않으려면 몇 가지 조치를 따라야 합니다.

특히 Itala 카메라를 청소할 때는 다음 사항을 기억하세요:

- 카메라를 분해하지 않으려면
- 벤젠, 알코올, 스프레이형 세정제와 같은 액체 또는 부적절한 청소용 화학 물질을 피하세요.
- 적절한 부드러운 천이나 부드러운 브리시를 사용합니다.

센서 앞에 놓인 보호 유리 또는 필터는 압축 공기나 이소프로필 알코올을 적신 면봉으로 청소할 수 있습니다.

4 시작하기

4.1 개요

Itala은 *GigE Vision* 및 *GenICam* 사양을 준수하는 산업용 **기가비트 이더넷 카메라**입니다. 이 카메라는 높은 프레임 속도로 최대 수백 미터의 장거리에서도 이미지 데이터를 전송할 수 있습니다. 열악한 산업 환경을 위해 특별히 설계된 Itala 카메라는 안정적인 작동과 동급 최고 수준의 성능을 보장합니다. *GigE Vision* 및 *GenICam* 규정을 준수하므로 카메라를 쉽게 통합하고 교체할 수 있습니다. 유연한 전원 옵션(12-24 Vdc 및 **Power over Ethernet**)을 갖춘 Itala 카메라는 대부분의 비전 시스템과 호환되므로 간단하고 유연한 배선 구성이 가능합니다.

4.2 하드웨어 설치

4.2.1 카메라 설치

카메라는 양쪽에 4개의 M3 나사 구멍이 있어 유연하고 견고하게 장착할 수 있습니다. 열 방출을 원활하게 하려면 금속 브래킷을 사용하여 카메라를 금속 물체에 장착하는 것이 좋습니다. 카메라를 설치하기 전에 애플리케이션에서 요청하는 대로 올바르게 정렬했는지 확인하세요. **ReverseX** 및 **ReverseY** 카메라 기능을 활용하여 성능 손실 없이 카메라에서 직접 이미지를 X축과 Y축으로 뒤집을 수도 있습니다. 카메라 뒷면에 케이블이 잘 설치될 수 있도록 공간을 확보해야 합니다.

참고: 나사를 1.2-1.4Nm의 토크로 조입니다. 장치에 진동이 심한 경우 나사 고정액을 사용하세요.

4.2.2 렌즈

ITALA G - G.EL

TYPE 1 인클로저로 제공되는 카메라에는 플랜지 거리가 17.526mm인 표준 **C-mount**(직경 1인치, 1인치당 32나사)가 장착되어 있습니다.

TYPE 2 인클로저로 제공되는 카메라에는 플랜지 거리가 12mm인 **M42x1** 나사산 마운트가 장착되어 있습니다.

카메라 치수 도면은 5.5 섹션을 참조하세요.

렌즈를 설치하기 전에 렌즈와 카메라 보호 유리가 완벽하게 깨끗한지 확인하세요. 청소 지침은 섹션 3.4을 참조하세요.

참고: 무거운 렌즈의 경우 카메라 마운팅 구멍에 의존하는 대신 적절한 클램핑 시스템을 사용하여 렌즈를 직접 장착하는 것이 좋습니다. 렌즈에서 마운트의 위상을 조정할 수 있는 경우 이 작업은 간단합니다. 그렇지 않은 경우에는 최종 위치에 나사로 조인 후 카메라 방향이 올바른지 확인해야 합니다.

ITALA G.IP

IP67 인클로저로 제공되는 카메라에는 플렌지 거리가 17.526mm인 표준 **C-mount**(직경 1인치, 1인치당 32나사)가 장착되어 있습니다.

카메라 치수 도면은 5.5 섹션을 참조하세요.

렌즈를 설치하기 전에 렌즈와 카메라 보호 유리가 완벽하게 깨끗한지 확인하세요. 청소 지침은 섹션 3.4을 참조하세요.



주의: 완전한 IP67 보호를 위해서는 적절한 렌즈 인클로저가 필요합니다.

IP67 Lens Enclosure

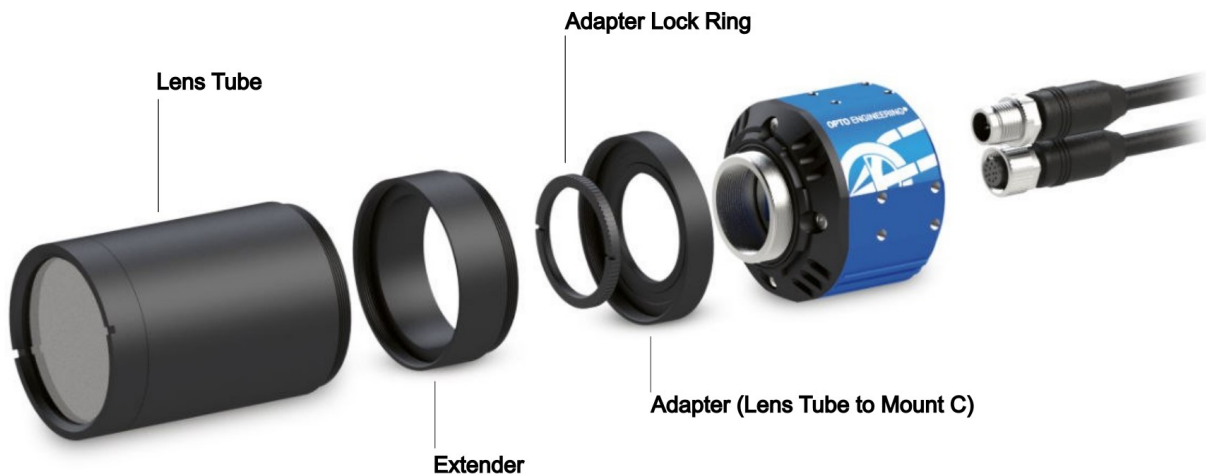


Figure 2: IP67 렌즈 인클로저 설치.

Adapter를 C-마운트에 적절히 조여 잘 밀봉해야 합니다. **Adapter Lock Ring**은 **Adapter**를 제자리에 고정하고 움직이지 않도록 설계되었습니다. **Extender**는 옵션이며 렌즈 크기에 따라 설치가 달라집니다. **Lens Tube**도 잘 밀봉되도록 조여야 합니다.



주의: 카메라 및 렌즈 인클로저 부품이 손상될 수 있으므로 렌즈 인클로저 부품을 과도하게 조이지 마세요.

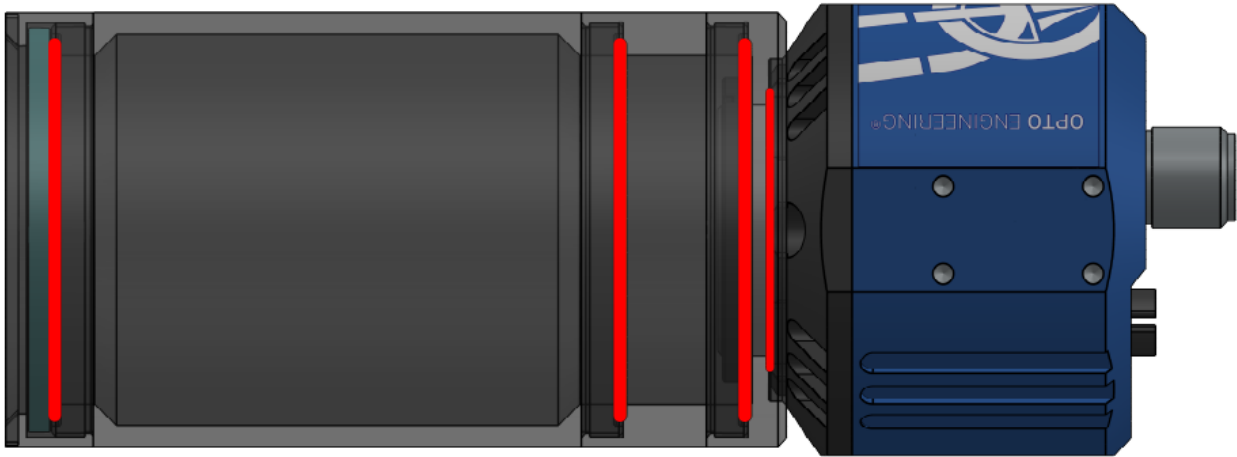


Figure 3: IP67 렌즈 인클로저를 위한 O-링 배치.



위험: 렌즈 인클로저의 기계 부품에 필요한 모든 O-링이 제자리에 있는지 확인하여 잘 밀폐되도록 합니다. 그렇지 않으면 카메라가 손상될 수 있습니다.

4.2.3 이더넷 케이블

ANSI/TIA-568 표준을 준수하고 최대 길이가 100m인 적합한 Cat 5e 이더넷 케이블 이상을 사용하여 카메라를 호스트 장치에 연결합니다.

특히 열악한 산업 환경에서는 시스템 EMI 내성을 개선하기 위해 차폐 케이블을 사용해야 합니다.

ITALA G - G.EL

Itala G - G.EL 카메라에는 나사 잠금 RJ45 커넥터와 함께 사용할 수 있는 M2 나사 구멍 2개가 있습니다. 움직이는 애플리케이션(예: 로봇 팔에 장착된 카메라)의 경우 나사 잠금 커넥터와 케이블 스트레인 릴리프를 사용하여 안정적인 연결을 보장합니다. 또한 많은 수의 굽힘 주기를 위해 특별히 설계된 유연성이 높은 케이블을 사용하는 것이 좋습니다.

카메라 치수 도면은 5.5 섹션을 참조하세요.

ITALA G.IP

Itala G.IP 카메라에는 적절한 밀봉을 위해 나사로 단단히 조여야 하는 M12 X-코딩 암 IP67 이더넷 커넥터가 장착되어 있습니다. 움직이는 애플리케이션에는 추가적인 스트레인 릴리프가 필요하지 않습니다. 굽힘 횟수가 많도록 특별히 설계된 유연성이 높은 케이블을 사용하는 것이 좋습니다.

카메라 치수 도면은 5.5 섹션을 참조하세요.

PoE(이더넷을 통한 전원 공급)로 카메라에 전원을 공급하려는 경우, 케이블을 적합한 PoE 인젝터 또는 NIC(네트워크 인터페이스 카드)에 연결하세요.



주의: 항상 인증된 IEEE 802.3af PoE 전원 공급 장치, 인젝터 및 NIC를 사용하세요. 그렇지 않으면 카메라가 손상될 수 있습니다.



위험: 케이블은 꼬임, 날카로운 모서리, 과도한 장력을 피하면서 조심스럽게 정리해야 합니다. 그렇지 않으면 합선, 기기 손상 또는 화재로 이어질 수 있습니다.

4.2.4 GPIO 케이블

최대 30m 길이의 GPIO 케이블과 적절한 전원 공급 장치를 사용하여 GPIO(범용 입력/출력) 포트를 통해 카메라에 전원을 공급할 수도 있습니다. 특히 방해가 심한 환경에서 최적의 성능과 EMI 내성을 보장하려면 차폐 케이블을 사용하세요. GPIO 커넥터 핀아웃 및 Itala 카메라의 전기 사양 전체 목록에 대한 자세한 내용은 각각 섹션 5.6 및 5.2을 참조하세요.

ITALA G - G.EL

올바른 방향에 주의하면서 푸시풀 커넥터를 단단히 꽂습니다.



주의: 저항이 너무 심하면 커넥터에 힘을 가하지 마세요. 커넥터 방향을 확인하고 다시 시도하세요.

ITALA G.IP

Itala G.IP 카메라에는 적절한 밀봉을 위해 나사로 단단히 조여야 하는 M12 A 코드 수형 IP67 GPIO 커넥터가 장착되어 있습니다. 움직이는 애플리케이션에는 추가적인 스트레인 릴리프가 필요하지 않습니다. 카메라 치수 도면은 5.5 섹션을 참조하세요.

움직이는 애플리케이션(예: 로봇 팔에 장착된 카메라)의 경우 굽힘 횟수가 많도록 특별히 설계된 유연성이 높은 케이블을 사용하는 것이 좋습니다.



위험: 62368-1에 따른 PS2 및 부속서 Q.1에 따른 LPS 제품에 공급하는 데 사용되는 최대 전력은 100W 미만이어야 합니다.



위험: 항상 모든 장치 사양을 충족하는 적합한 케이블과 전원 공급 장치를 사용하세요. 그렇지 않으면 카메라가 손상되거나 화재 또는 작업자의 부상을 초래할 수 있습니다.



위험: 케이블은 꼬임, 날카로운 모서리, 과도한 장력을 피하면서 조심스럽게 정리해야 합니다. 그렇지 않으면 합선, 기기 손상 또는 화재로 이어질 수 있습니다.

4.2.5 리퀴드 렌즈

카메라에 **Liquid Lens Controller** 옵션이 함께 제공되는 경우, 특정 케이블을 사용하여 카메라 GPIO 포트를 전기적으로 조정 가능한 렌즈가 통합된 Opto Engineering® 제품에 연결합니다. 두 가지 구성이 가능합니다:

- 전용 **포인트 투 포인트 케이블**을 사용하면 PoE를 통해 카메라에 전원이 공급될 때 리퀴드 렌즈를 간단하게 연결할 수 있습니다.
- 전용 **Y 케이블**을 사용하면 액상 렌즈, 전원 공급 장치 및 동기화 장치를 동시에 연결할 수 있습니다.

액정 렌즈 연결 및 작동에 대한 자세한 내용은 6.17.1 섹션을 참조하세요.



주의: Y 케이블을 사용할 때는 먼저 카메라를 연결합니다. 그다음 렌즈, 마지막으로 전원 공급 장치를 연결해야 합니다. 렌즈 및/또는 전원 공급 장치가 연결된 상태에서 카메라 커넥터를 연결/분리하지 마세요. 그렇지 않으면 액정 렌즈 통합 EEPROM이 손상될 수 있습니다.



주의: 항상 Opto Engineering®에서 제공하는 전용 케이블을 사용하여 카메라에 리퀴드 렌즈를 연결하세요. 그렇지 않으면 카메라 또는 리퀴드 렌즈가 손상될 수 있습니다.

참고: 렌즈에서 마운트의 위상을 조정할 수 있는 경우 케이블의 부담을 줄일 수 있는 방향을 선택합니다.

렌즈 장착 방향에 따라 이미지 품질에 영향을 미칠 수 있습니다. 비전 시스템을 최종 설치하기 전에 렌즈 사양을 읽어보세요.

4.3 시스템 구성

참고: 카메라 펌웨어는 새로운 기능을 추가하고 기존 기능을 개선하기 위해 자주 업데이트됩니다. 옵토 엔지니어링 웹사이트에서 새 펌웨어 버전과 설치하기 전에 카메라를 업데이트하세요. 이 있는지 정기적으로 확인하세요.

4.3.1 시스템 요구 사항

Itala SDK은 다음 OS 중 하나를 사용하는 시스템에 설치할 수 있습니다:

- Microsoft Windows 10 / 11 (x64)
- Ubuntu 18.04 (x64) or higher
- Ubuntu 18.04 (arm64) or higher (tested on NVIDIA Jetson AGX Orin)

카메라의 올바른 작동 여부는 다른 운영 체제 및 플랫폼에서 테스트되지 않았습니다. 자세한 내용은 옵토 엔지니어링 담당자에게 문의하세요.

기가비트 이더넷 통신을 지원하는 NIC(네트워크 인터페이스 카드)를 사용하도록 주의하세요. 특히 점보 프레임 패킷 기능이 있는 NIC를 선택해야 합니다.

Itala 카메라는 높은 데이터 처리량으로 이미지를 스트리밍하는 고성능 장치입니다. 최적의 성능을 보장하려면 호스트 시스템이 카메라가 전송하는 대량의 데이터를 처리할 수 있을 만큼 충분히 강력해야 합니다. 특정 애플리케이션의 이미지 캡처 및 처리를 위해 고성능 CPU와 충분한 양의 RAM을 선택하는 것이 좋습니다.

4.3.2 카메라 드라이버

이미지 스트리밍의 높은 처리량을 더 잘 처리하려면 **Itala 필터 드라이버를 사용하는 것이 좋습니다..** 필터 드라이버는 *GigE Vision* 스트리밍 프로토콜 패킷을 가로채서 전체 페이로드를 재조립한 후 애플리케이션 이미지 버퍼로 직접 전송합니다. 이를 통해 호스트 머신의 지연 시간과 CPU 사용량을 증가시키는 표준 네트워크 프로토콜 스택을 건너뛸 수 있습니다(그림 4). 그 결과 낮은 수준의 패킷 처리 오프로드가 발생하여 호스트 시스템 리소스 소비가 최적화됩니다.

4.3.3 Windows에 드라이버 설치

Itala SDK 설치 관리자는 호스트 컴퓨터에 자동으로 설치되는 필요한 필터 드라이버를 처리합니다. 이더넷 연결 속성 창에서 필터 드라이버가 성공적으로 설치되었는지 확인할 수 있습니다. *Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*로 이동하여 이더넷 연결을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하고 *Properties*를 선택합니다. *Networking* 탭에 그림과 같이 필터 드라이버 항목이 선택되어 있는 확인란이 표시됩니다(그림 291366).

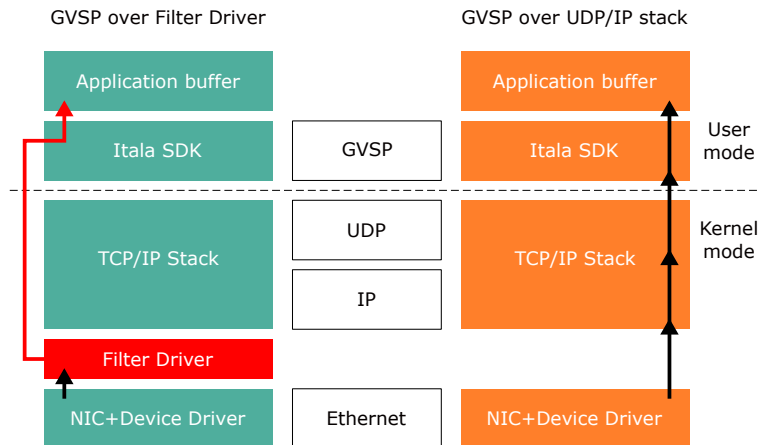


Figure 4: GigEVision Streaming (GVSP) 필터 드라이버 포함 및 미포함

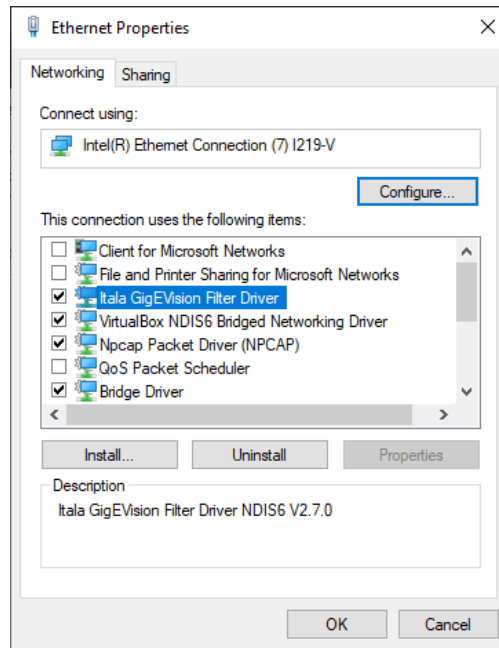


Figure 5: 필터 드라이버를 성공적으로 설치했습니다.

참고: 충돌을 방지하려면 시스템에 설치되어 있을 수 있는 다른 카메라 공급업체의 필터 드라이버를 비활성화하는 것이 좋습니다.

원치 않게 드라이버를 제거한 후 다시 설치해야 하는 경우 이 절차를 따르세요:

1. Itala SDK 설치 디렉토리로 이동합니다.
2. 필터드라이버 폴더를 엽니다.
3. Windows 10 OS의 경우 *install_driver_win10.bat*를 실행합니다. 운영 체제에 따라 올바른 배치를

선택하도록 주의하세요.

4. 설치가 끝나면 필터 드라이버가 NIC 속성 창에 나타납니다(그림 4).

4.3.4 우분투에 드라이버 설치

우분투 GEV 모듈은 1G 카메라에는 필수는 아니지만, 특히 패키지 불완전 또는 패키지 손실 문제가 발생하는 경우 고속 카메라에 강력히 권장됩니다.

우분투(*oegevmodule*)에 GEV 드라이버를 설치하는 방법은 두 가지가 있습니다.

첫 번째는 관리자 권한으로 스크립트 `/opt/itala-sdk/scripts/oegevmodule/install_oegevmodule.sh`을 실행하는 것입니다. 시스템에 올바른 모듈 버전을 다운로드하여 설치하려고 시도합니다.

두 번째 방법은 옵토 엔지니어링 웹사이트(<https://www.opto-e.com/en/resources/download-itala-drivers/>)에서 GEV 모듈을 수동으로 다운로드하여 설치하는 것입니다. 올바른 버전을 선택하려면 다음 사항을 알아야 합니다:

- Itala SDK 버전에서 지원하는 드라이버 버전: `/opt/itala-sdk/changelog.md` 파일 확인
- 커널 버전을 확인하려면 터미널을 열고 `'uname -r'`을 입력합니다.

찾고자 하는 파일은 *oegevmodule-<driver-version>-<kernel-version>.tar.gz* 형식(예: *oegevmodule-24.04.0-5-15-119-generic.tar.gz*)을 따릅니다. 패키지가 다운로드되면 아카이브의 압축을 풀고 압축을 풀 폴더에 있는 *README* 지침을 따르세요.

커널을 업그레이드할 때마다, 즉 시스템 업그레이드를 할 때마다 드라이버를 다시 설치해야 합니다.

Itala SDK를 업그레이드할 때마다 GEV 모듈도 업그레이드해야 할 수 있습니다. `/opt/itala-sdk/changelog.md` 또는 공식 옵토 엔지니어링 웹사이트를 확인하여 설치된 GEV 모듈 버전이 Itala SDK 버전에서 지원되는지 확인하세요.

터미널에서 `'lsmod | grep oegevmodule'`를 실행하여 설치가 올바르게 완료되었는지 확인할 수 있습니다. 명령이 아무것도 반환하지 않으면 *oegevmodule*이 올바르게 설치되지 않은 것입니다. 커널 로그에서 *oegevmodule* 활동을 평가할 수도 있습니다(`'dmesg'` 리눅스 유틸리티를 실행하여).

설치 문제가 발생하거나 대상 커널 버전이 아직 지원되지 않는 경우 언제든지 기술 지원팀에 문의할 수 있습니다.

4.3.5 네트워크 및 구성

카메라는 DHCP/LLA 모드에서 자동으로 IP 주소를 얻도록 공장 출하 시 구성됩니다. 따라서 다양한 네트워크 구성과 최고의 호환성을 보장합니다. 처음 연결할 때는 DHCP를 사용하도록 네트워크 설정을 구성하는 것이 좋습니다.

*Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*로 이동하여 이더넷 연결을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭한 다음 *Properties*를 선택합니다. *Networking* 탭의 목록에서 *Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)*를 선택한 다음 *Properties*를 클릭합니다.

*Obtain an IP address automatically*를 선택하고 *OK*을 클릭합니다. 마지막으로 이전 창에서 *OK*을 클릭합니다.

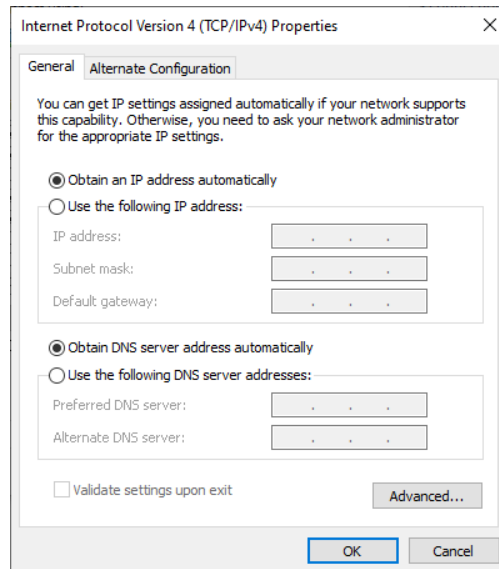


Figure 6: 네트워크 연결의 DHCP 구성.

카메라에 액세스할 수 없는 경우 현재 NIC 설정과 호환되는 **IP configuration**을 강제로 채택할 수 있습니다. 이렇게 하려면 4.7.2 섹션을 참조하세요.

첫 번째 연결 후에는 가능하면 NIC와 디바이스 모두에 고정 IP 주소를 설정하는 것이 좋습니다. 이렇게 하면 검색 프로세스와 IP 협상이 더 빨라집니다.

연결은 가능한 한 간단하게 하는 것이 좋습니다. 최상의 성능을 얻으려면 NIC에 직접 연결하거나 카메라와 호스트 컴퓨터를 동일한 이더넷 스위치에 연결하세요(동일한 스위치를 통해 라우팅되는 다른 트래픽이 없는 경우).

4.3.6 대역폭 관리

최상의 스트리밍 성능과 연결 안정성을 달성하고 CPU 소비를 줄이려면 NIC(네트워크 인터페이스 카드)를 **Jumbo** 프레임을 사용하도록 구성하는 것이 좋습니다. 점보 프레임은 1500바이트보다 큰 이더넷 프레임으로, 연결 효율을 높여 프로토콜 오버헤드를 줄일 수 있습니다. Opto Engineering®는 최소 9000바이트의 점보 프레임을 지원하는 NIC를 사용할 것을 권장합니다.

점보 프레임은 일반적으로 기본적으로 꺼져 있습니다. 점보 프레임을 사용하려면 *Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*로 이동하여 이더넷 연결을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭한 다음 *Properties*를 선택합니다.

Networking 탭에서 *Configure*를 클릭합니다. NIC 설정 창이 나타납니다.

Advanced 탭에서 *Jumbo frame* 또는 이와 유사한 항목을 찾아 활성화합니다(그림 7). 설정할 값은 특정 NIC 모델 및 제조업체에 따라 다를 수 있습니다.

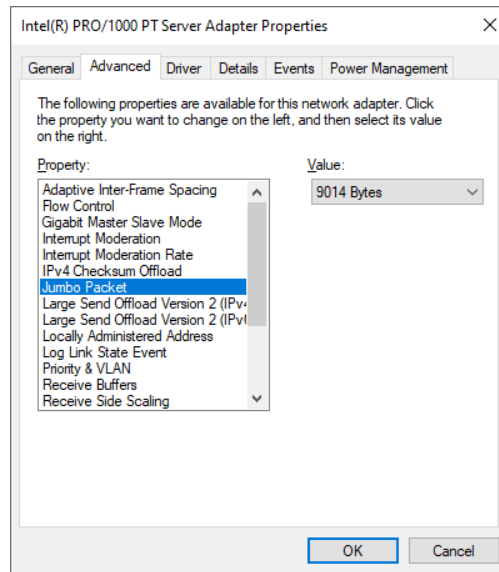


Figure 7: 점보 프레임이 활성화된 NIC 고급 설정.

카메라 연결에 문제가 계속 발생하면 시도해 볼 수 있습니다:

- 최신 NIC 드라이버 설치하기.
- NIC의 수신 버퍼 크기를 늘립니다.

여러 대의 카메라를 단일 컴퓨터에 연결할 때는 여러 개의 기가비트 NIC를 사용하여 모든 장치를 직접 연결하는 것이 좋습니다.

이더넷 스위치를 통해 카메라를 연결하는 경우 점보 프레임도 지원하는지 확인하세요. 여러 장치가 동일한 이더넷 스위치에 연결되어 있으면 사용 가능한 대역폭을 공유하게 된다는 점을 명심하세요.

대역폭 관리 및 멀티 카메라 시스템 구성에 대한 자세한 내용은 6.1.1 섹션을 참조하세요.

4.3.7 NIC 전원 관리

전원 관리 패널은 NIC의 속성 창의 전용 탭에서 액세스할 수 있습니다(그림 8 참조).

기본적으로 네트워크 인터페이스 카드는 에너지 절약을 위해 구성할 수 있습니다.

그러나 이 설정은 특히 높은 대역폭에서 예기치 않은 동작을 유발하여 시스템의 전반적인 성능을 저하시킬 수 있습니다.

컴퓨터에서 이 장치를 끄도록 허용하여 전원을 절약하세요. 설정은 컴퓨터가 절전 모드로 전환될 때 네트워크 카드가 처리되는 방식을 제어합니다.

OS 전원 최적화 및 성능 저하를 방지하기 위해 이 확인란을 선택하지 않는 것이 좋습니다.

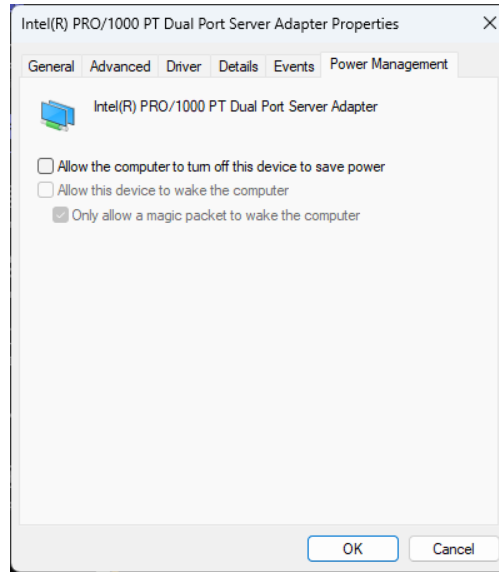


Figure 8: NIC 전원 관리 설정: 장치 끄기를 비활성화해야 합니다.

4.4 Itala SDK

Itala 카메라에는 머신 비전 업계의 최신 표준과 기술을 최대한 활용하는 완벽한 소프트웨어 개발 키트인 Itala SDK이 함께 제공됩니다.

SDK에는 다음이 포함됩니다:

- Itala API
- Itala View
- GenTL producer (.cti)
- 필터 드라이버
- 코드 예제가 포함된 문서

Itala SDK을 올바르게 설치하려면 다음 단계를 수행하세요:

1. 옵토 엔지니어링 웹사이트에서 Itala SDK을 다운로드하고 설치 프로그램을 실행합니다.
2. Itala SDK 설정 창이 표시되면 나열된 지침을 따르세요(그림: 9).
3. Itala SDK(그림 10)을 설치하기 전에 라이선스 약관을 확인하세요.
4. 대상 폴더를 선택합니다(그림 11).
5. 설치해야 하는 구성 요소를 선택합니다(그림 12). 필터 드라이버만 설치하는 경우에는 6단계를 건너뛸 수 있습니다.
6. (선택 사항) .NET 런타임을 설치해야 하는 경우, .NET 런타임 설치 창에서 *Install*을 클릭합니다(그림: 13). 설치에 성공하면 그림과 같은 창이 나타납니다.



Figure 9: Itala SDK 설정 창.

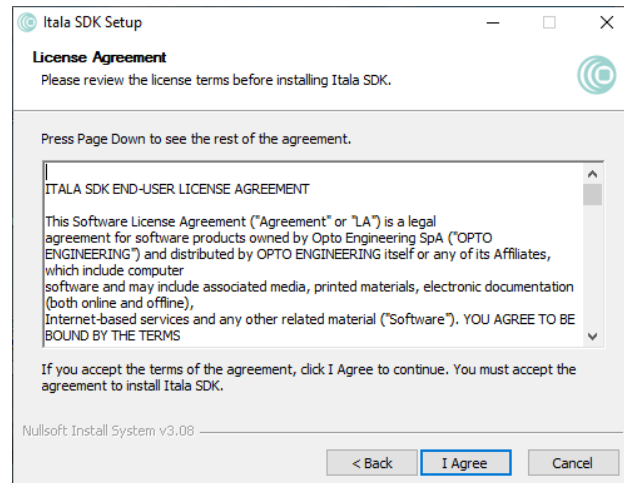


Figure 10: Itala SDK 라이선스 계약 창입니다.

7. Itala SDK 설치가 자동으로 수행됩니다. 진행률 표시줄을 모니터링하여 설치 상태를 확인할 수 있습니다. 설치가 끝나면 확인 창이 표시됩니다(그림 15).

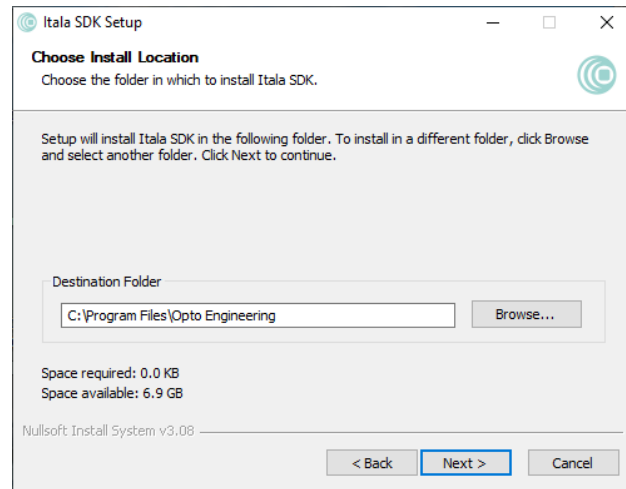


Figure 11: Itala SDK 대상 폴더 창.

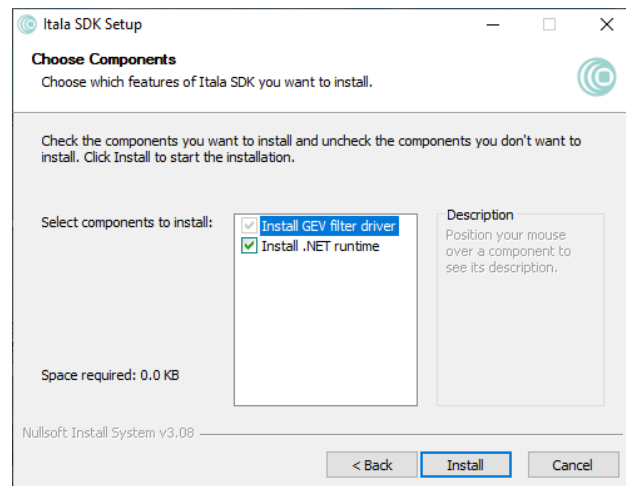


Figure 12: 컴포넌트 선택 창.

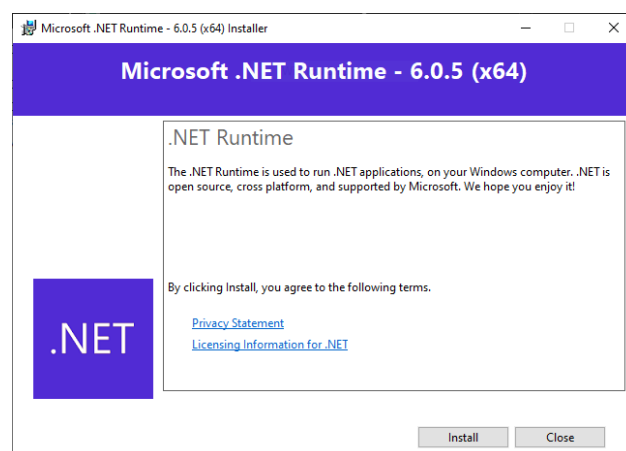


Figure 13: .NET 런타임 설치 창입니다.

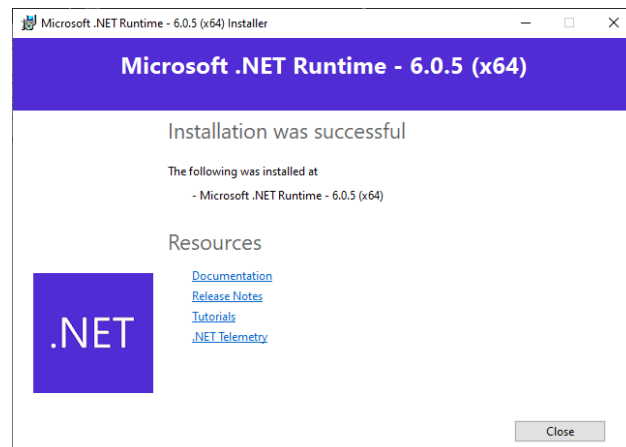


Figure 14: .NET 런타임 설치 성공 창입니다.

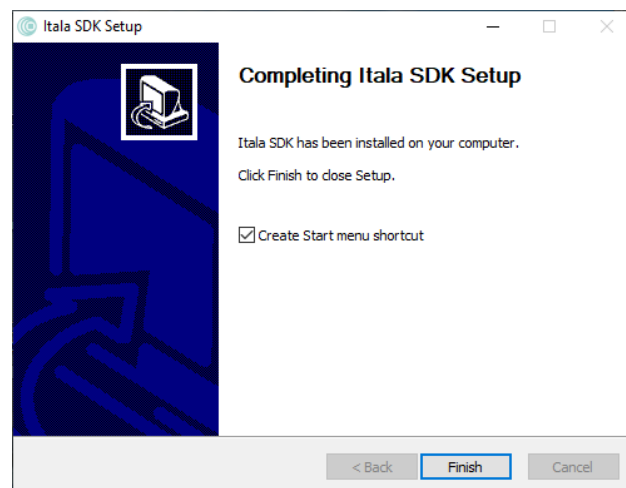


Figure 15: Itala SDK 설치가 성공적으로 완료되었습니다.

4.5 Itala API로 카메라 사용

Itala API를 사용하면 광범위한 예제와 완전한 문서 덕분에 맞춤형 애플리케이션에 Itala 디바이스를 쉽게 통합할 수 있습니다. 라이브러리 사용에 대한 자세한 내용은 SDK 설치 폴더에 있는 Itala API 문서를 참조하세요.

4.5.1 Itala SDK 문서

SDK 문서는 설치 디렉토리(*Itala SDK > 개발 > 문서 > html*)에서 찾을 수 있습니다.).

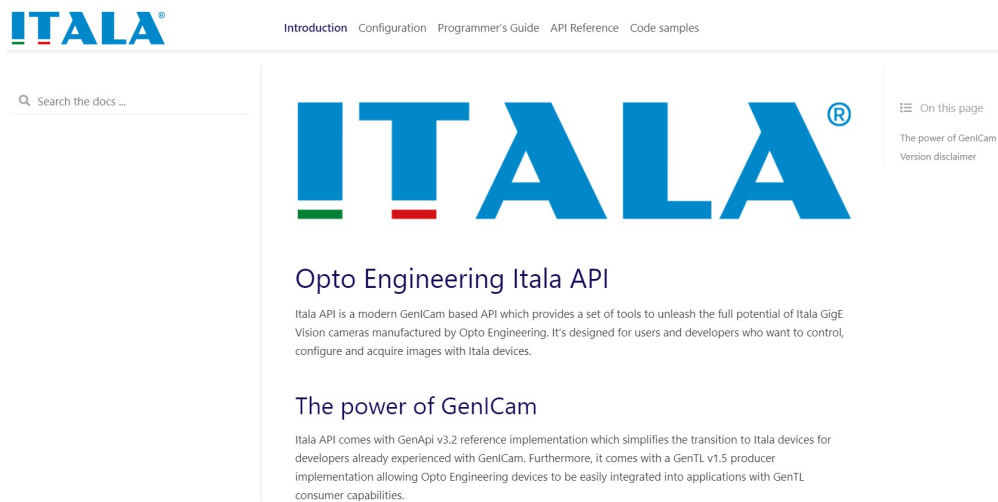


Figure 16: Itala SDK 문서의 홈 페이지입니다.

그림 16은 Itala SDK 문서의 홈 페이지를 보여줍니다.

4.6 타사 소프트웨어와 함께 카메라 사용

Itala 카메라는 **GigEVision** 및 **GenICam** 표준을 준수하므로 타사 비전 소프트웨어와 쉽게 통합할 수 있습니다. 또한 이 SDK에는 EMVA에서 호스팅하는 GenTL 사양을 준수하는 **GenTL producer(.cti 파일)**이 포함되어 있습니다. 이를 통해 다른 호환 장치 및 소프트웨어와의 상호 운용성이 더욱 향상됩니다.

4.7 Itala View으로 카메라 사용

Itala View은 Itala 카메라의 평가, 구성 및 문제 해결을 위한 GUI 툴입니다. 포괄적인 유틸리티와 마법사 세트를 갖춘 Itala View은 Itala 카메라를 중심으로 구축된 비전 시스템의 평가 및 배포 속도를 높여줍니다.

애플리케이션의 첫 사용을 돕기 위해 다음 섹션에 간략한 개요가 나와 있습니다.

4.7.1 탭 및 패널

그림 17를 참조하여 Itala View의 기본 창은 여러 기능 영역으로 나눌 수 있습니다:

1. 메뉴 표시줄
2. 디바이스 검색
3. 디바이스 정보 및 제어
4. 비디오 스트리밍
5. 이미지 데이터 분석 및 로깅
6. GenICam 기능 트리

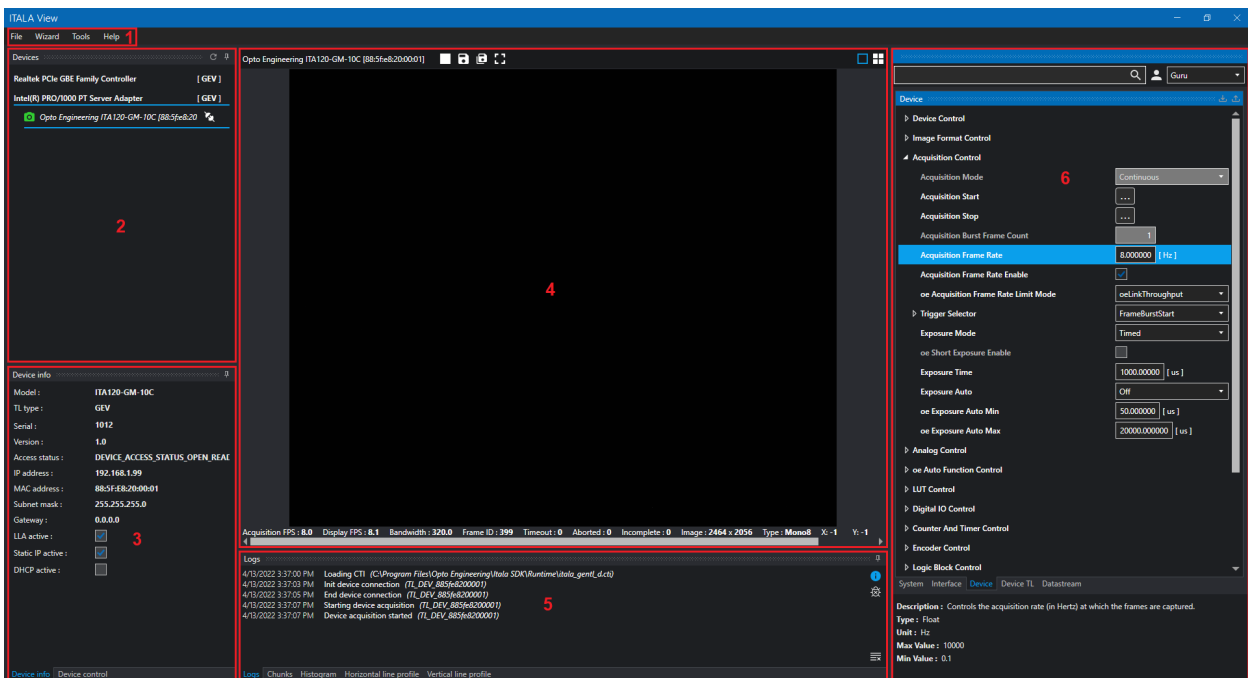


Figure 17: 뷰어 기본 창입니다.

애플리케이션의 설정, 도구 및 마법사에 액세스할 수 있습니다.

디바이스 검색 패널에는 컴퓨터의 NIC와 이에 연결된 카메라가 나열됩니다. 상단의 새로 고침 버튼을 사용하여 네트워크에 연결된 GigEVision 장치를 검색하고 열거할 수 있습니다.

각 디바이스에는 연결 가능 여부를 알려주는 상태 아이콘이 표시됩니다. 연결할 수 없는 디바이스는 IP 구성이 잘못되었거나 현재 다른 클라이언트 애플리케이션에서 동일한 디바이스를 사용하고 있기 때문일 수 있습니다.

각 장치 옆에는 해당 장치에 액세스하는 데 사용되는 연결/연결 해제 버튼이 있습니다.

장치 정보 탭에는 현재 검색 패널에서 선택한 디바이스에 대한 몇 가지 필수 정보가 표시됩니다. 여기에는 장치 모델, 일련 번호, MAC 주소 및 현재 IP 주소가 포함됩니다.

디바이스 제어 탭에서 원하는 액세스 모드와 이미지 캡처를 위해 할당할 버퍼 수를 선택할 수 있습니다.

비디오 스트리밍 보기를 사용하면 촬영 프로세스를 제어하고 카메라가 촬영한 실제 이미지를 확인할 수 있습니다.

패널 상단에는 촬영 시작/중지, 이미지 저장, 전체 화면 모드 전환을 위한 몇 가지 빠른 액세스 버튼이 있습니다.

하단에는 촬영에 대한 통계와 현재 이미지에 대한 유용한 정보가 표시된 상태 표시줄이 있습니다.

이미지 데이터 분석 및 로깅 탭을 사용하면 애플리케이션 로그, 현재 이미지 청크 데이터를 확인하고 획득한 이미지에 대해 다양한 유형의 분석을 수행할 수 있습니다.

GenICam 기능 트리를 통해 카메라 매개변수에 액세스할 수 있습니다. 기능은 계층적 방식으로 기능별로 그룹화되어 있으며 카메라 주변기기를 구성하거나 상태를 읽을 수 있습니다. 여기에는 노출 시간, 게인 또는 트리거 설정과 같은 기본 기능과 인코더 또는 리퀴드 렌즈 컨트롤러와 같은 고급 기능이 포함됩니다. 트리 보기 아래의 탭을 사용하여 GenTL 모듈과 연결된 장치(기본적으로 선택됨)의 노드 맵 간에 전환할 수 있습니다.

4.7.2 IP 구성기

Tools 메뉴에서 *IP Configurator* 유틸리티에 액세스할 수 있습니다. IP 구성기는 Itala 카메라의 네트워크 구성 문제를 효율적으로 해결하도록 설계되었습니다:

- 영구 IP를 사용하지만 서브넷이 다른 카메라와 NIC 설정
- 영구 IP를 사용하지만 서브넷 마스크가 다른 카메라와 NIC 설정
- 카메라가 DHCP 모드로 설정되어 있고 NIC가 영구 IP로 설정되어 있습니다.
- 영구 IP 및 NIC가 설정된 카메라가 DHCP 모드로 설정되어 있습니다.

그림 18에서 볼 수 있듯이 IP 구성기는 뷰어 메인 창과 유사한 장치 검색 및 열거용 패널을 제공합니다. 앞서 언급한 검색 패널에서 현재 선택한 장치와 관련된 관련 NIC 및 카메라 정보를 오른쪽에서 볼 수 있습니다.

IP 구성 문제는 오른쪽 하단의 **settings** 패널에서 해결할 수 있습니다. 예를 들어 카메라가 현재 NIC IP 설정과 일치하는 영구 IP를 강제로 채택하도록 할 수 있습니다. 올바른 데이터를 입력하고 **Apply** 버튼을 클릭하기만 하면 됩니다. 로그 패널에서 구성 진행 상황과 설정이 올바르게 적용되었는지 확인할 수 있습니다.

뷰어 기본 창에서와 마찬가지로 열거된 각 장치 옆의 아이콘은 빨간색 경고 표시와 함께 잠재적인 문제를 표시합니다.

카메라의 IP 구성에 대한 자세한 내용은 4.3.5 섹션을 참조하세요.

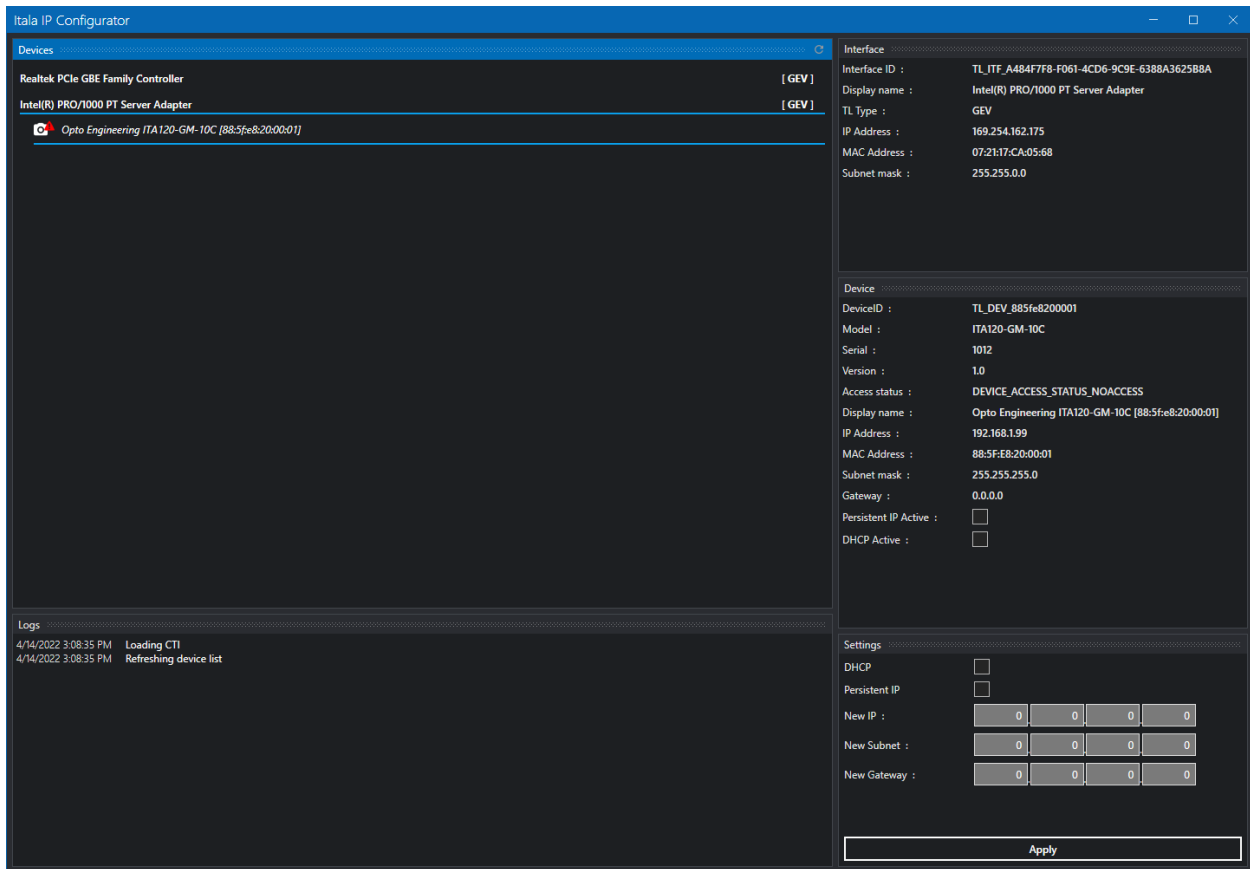


Figure 18: IP 구성기 창.

4.7.3 펌웨어 업데이트

Tools 메뉴에서 *Firmware Update* 유틸리티에 액세스할 수 있습니다(그림 19). 이제 열거된 각 장치에 대한 펌웨어 파일을 선택할 수 있습니다. Itala 카메라의 최신 펌웨어는 옵토 엔지니어링 웹사이트에서 다운로드할 수 있습니다.

하나 이상의 디바이스를 업데이트하려면 다음 단계를 따르세요:

1. 업데이트하려는 각 디바이스에 대한 펌웨어 업데이트 파일을 선택합니다.
2. 일괄 업데이트 프로세스를 시작하려면 *Update* 버튼을 클릭합니다.
3. **연결을 끊거나 전원을 끄지 마세요.** 업데이트 프로세스 중 장치에 표시됩니다(그림 20). LED가 깜박이면 카메라가 플래시 메모리에 쓰고 있다는 신호입니다.
4. 모든 디바이스가 올바르게 업데이트될 때까지 기다립니다.

참고: 연결을 끊거나 전원을 끄지 마십시오. 업데이트 프로세스 중에 디바이스를 재부팅하세요. 그렇지 않으면 디바이스를 더 이상 부팅할 수 없는 상태가 될 수 있으므로 공장 초기화를 위해 옵토 엔지니어링에 반환해야 합니다.

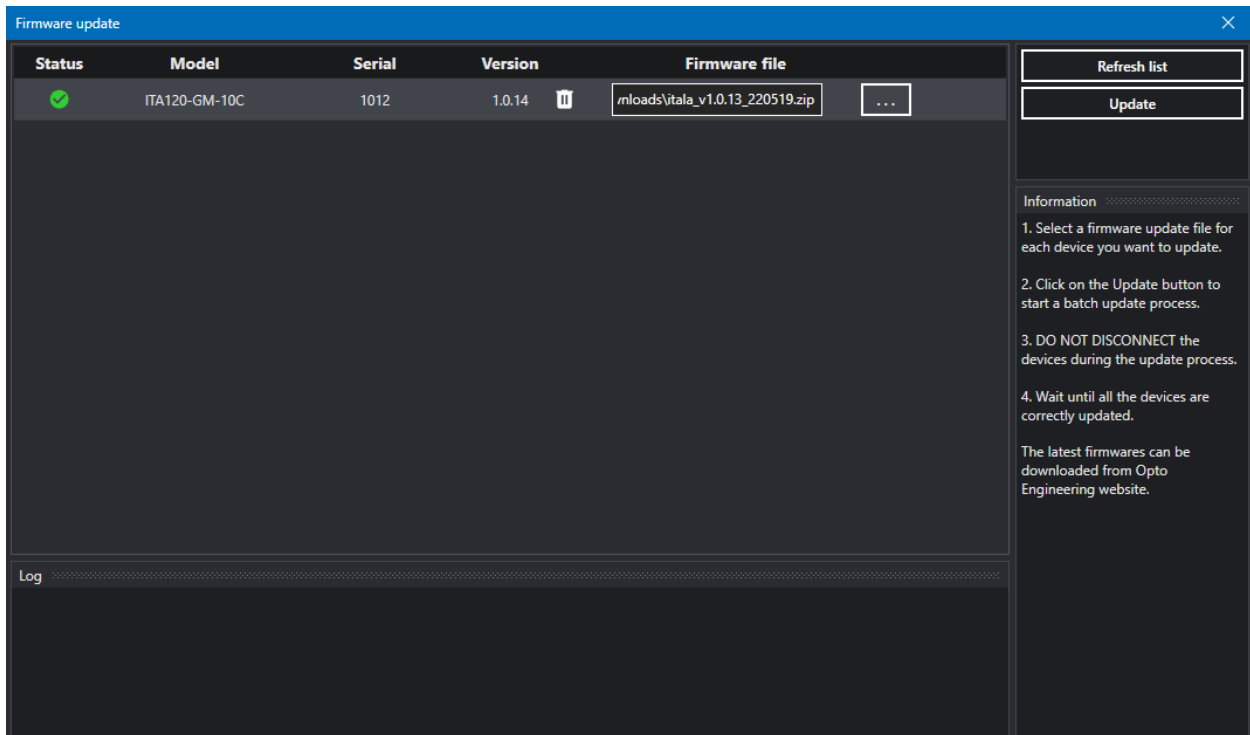


Figure 19: FW 업데이터 창.

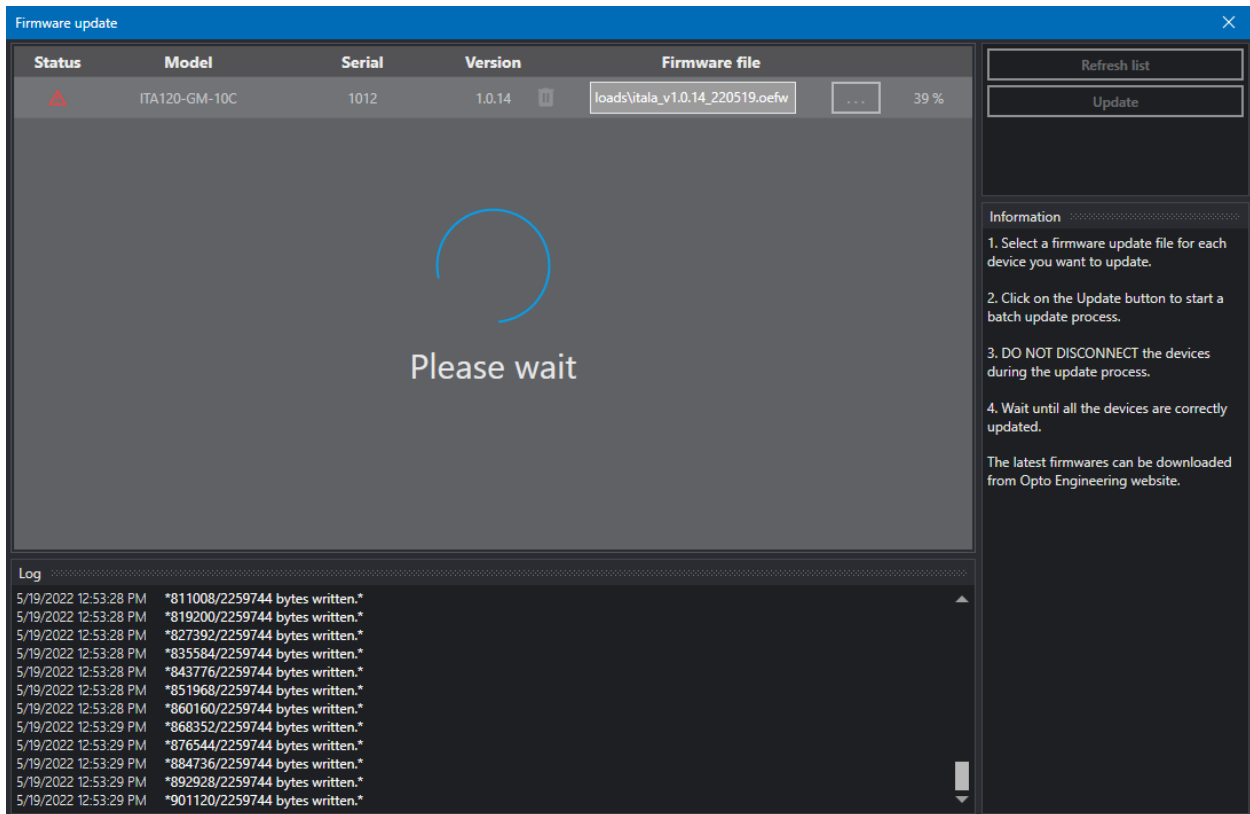


Figure 20: FW 업데이트가 진행 중입니다.

4.7.4 LUT 마법사

Wizard 메뉴에서 LUT 마법사에 액세스할 수 있습니다. 이를 통해 선택한 카메라의 LUT를 보고 편집할 수 있습니다.

Import from camera를 클릭하여 카메라 레지스터에서 LUT를 읽고 Chart 탭(그림 21)에 표시합니다. 이제 Table 탭(그림 22)에서 각 값을 LUT로 편집할 수 있습니다. 특정 LUT를 설정하는 더 좋은 방법은 스프레드시트 에디터 또는 유사한 소프트웨어로 이전에 생성한 CSV 파일을 로드하는 것입니다. 현재 LUT를 CSV 파일에 쓰고 편집한 다음 다시 읽어올 수도 있습니다.

결과 LUT가 만족스러우면 Apply를 클릭하여 카메라 메모리에 저장합니다. LUT 기능에 대한 자세한 내용은 6.6.1 섹션을 참조하세요.

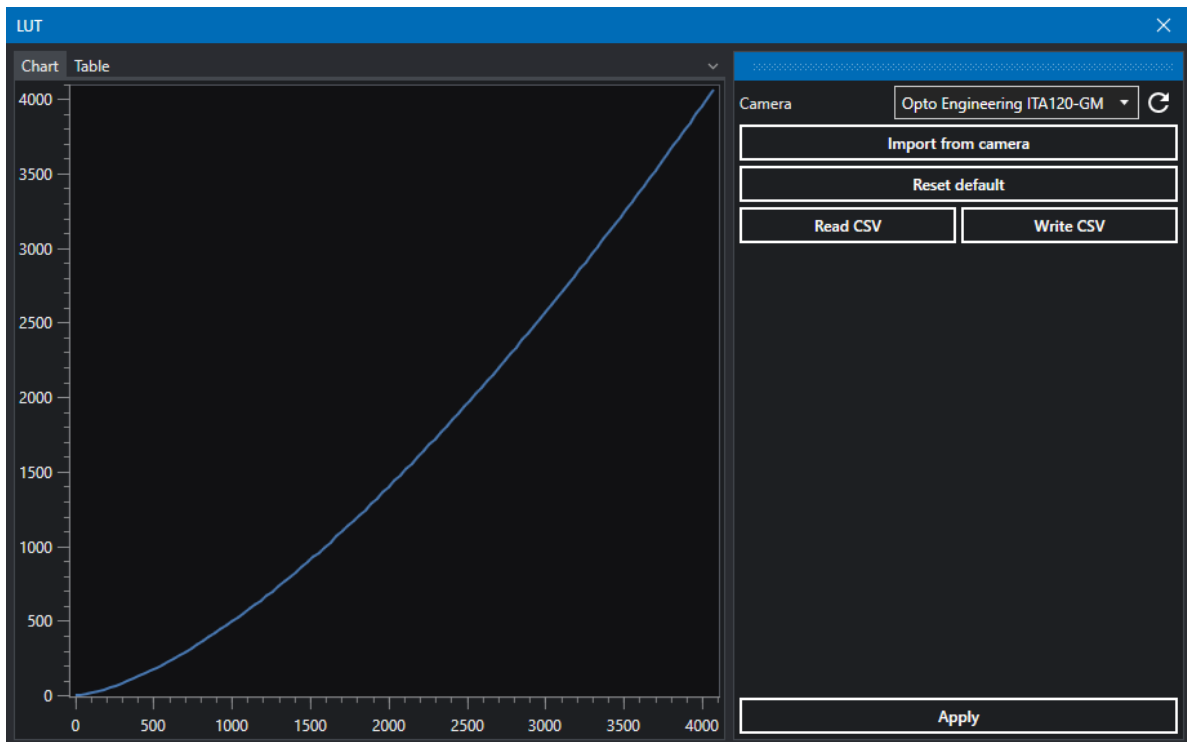


Figure 21: LUT 마법사.

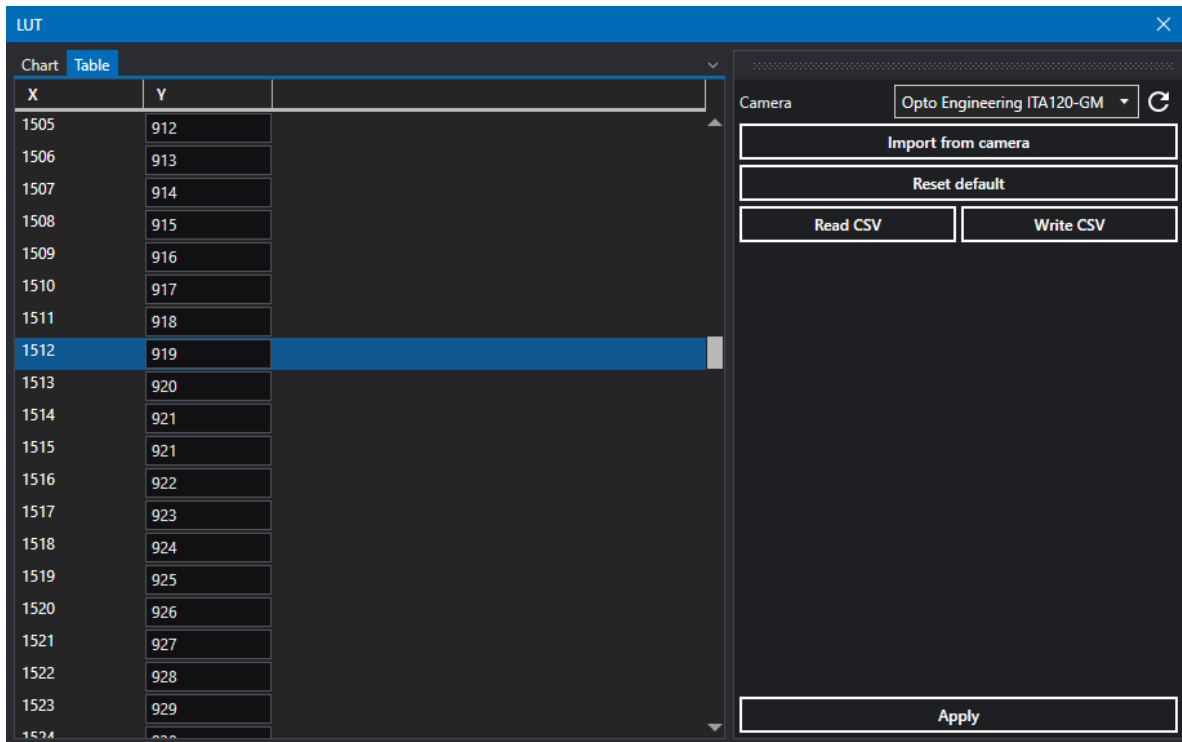


Figure 22: LUT 마법사.

4.7.5 결함 픽셀 보정 마법사

이미지 센서 결함 픽셀은 대부분 센서 실리콘 생산 공정과 관련이 있기 때문에 Itala 카메라 생산 및 테스트 절차 중에 매핑됩니다. 그런 다음 카메라 촬영 파이프라인에서 해당 값을 실시간으로 보정합니다. 결함 픽셀 보정에 대한 자세한 내용은 6.18 섹션을 참조하세요.

어쨌든 카메라 수명 동안 결함이 있는 픽셀의 양을 증가시킬 수 있는 다른 환경적 요인이 있습니다. 이러한 이유로 Itala 카메라를 사용하면 이러한 결함을 고려한 사용자 지정 픽셀 보정을 수행할 수 있습니다. 사용자 정의 결함 픽셀 보정을 활성화하려면 이 작업의 결과를 사용 가능한 사용자 세트 중 하나에 저장해야 합니다. 실제로 기본 사용자 세트는 출고 시 감지된 결함 픽셀만 보정합니다.

Wizard 메뉴에서 *Defective Pixel Correction* 마법사(그림: 23)에 액세스할 수 있습니다.

1. 카메라를 프리런 촬영 모드로 설정하거나 들어오는 트리거 펄스의 연속 스트림이 있는지 확인합니다.
2. 최상의 결과를 얻으려면 비트 심도가 12비트인 원시 픽셀 형식(예: *Mono12p* 또는 *BayerRG12*)을 사용하는 것이 좋습니다.
3. 이미지 촬영을 시작합니다.
4. 카메라 센서를 가립니다.
5. *Dark images* 패널에서 *Acquire* 버튼을 클릭하여 어두운 이미지의 첫 번째 배치를 얻습니다.
6. 같은 패널에서 *Find* 버튼을 클릭하여 *leaky* 픽셀을 감지합니다.

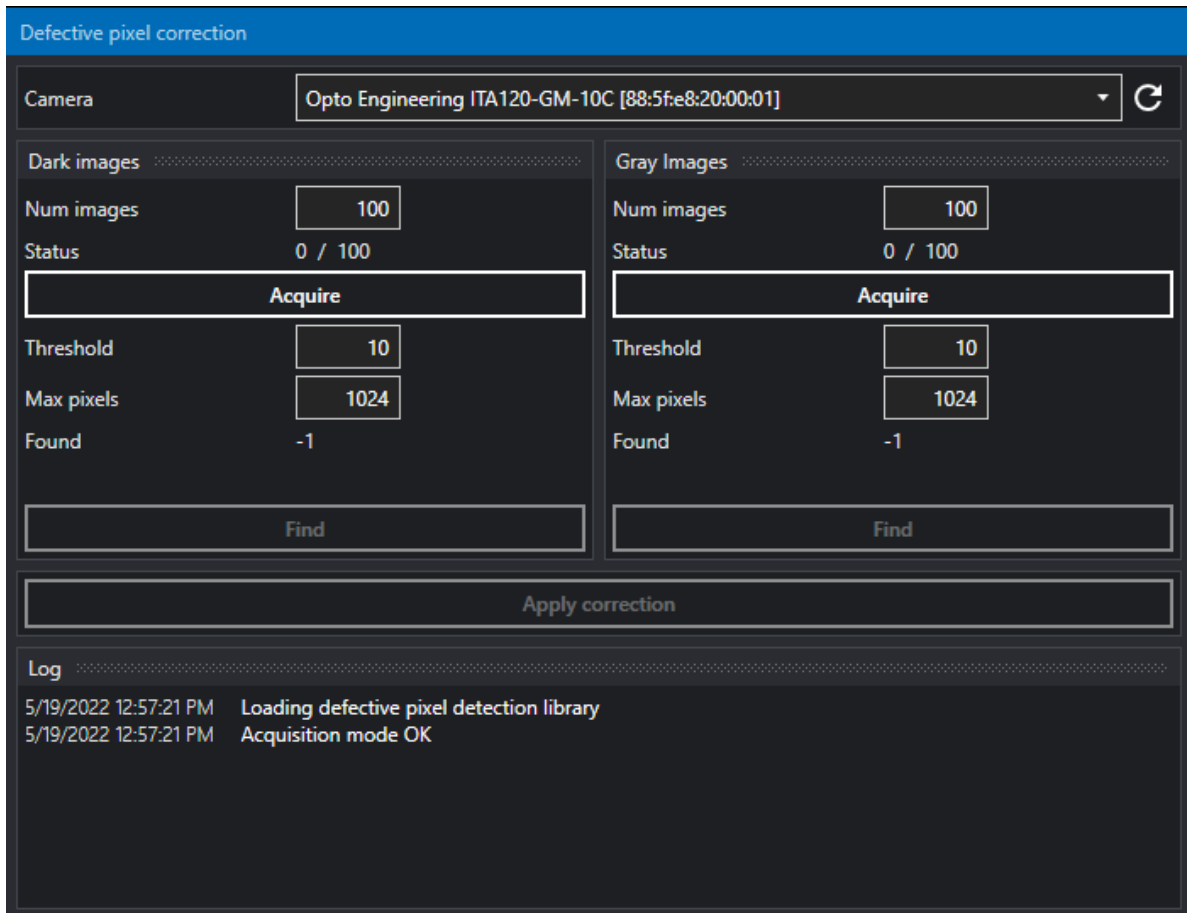


Figure 23: 결함 픽셀 보정 마법사.

7. 최대 채도 레벨의 평균 밝기가 50%인 이미지를 얻으려면 센서를 균일한 광원(권장 균일도: >97%)에 노출합니다. 노출 시간을 조정하여 원하는 수준에 도달할 수 있습니다. 어두운 이미지를 촬영할 때는 동일한 노출 시간을 사용해야 한다는 점을 명심하세요.
8. *Gray images* 패널에서 *Acquire* 버튼을 클릭하여 회색 이미지의 두 번째 배치를 얻습니다.
9. 같은 패널에서 *Find* 버튼을 클릭하여 핫픽셀과 콜드픽셀을 감지합니다.
10. *Apply correction*를 클릭하여 카메라에 데이터를 업로드합니다.

이 변경 사항을 영구적으로 적용하려면 현재 사용자 세트를 저장해야 합니다. 기본 사용자 세트를 로드하면 공장 출하시 결함이 있는 픽셀 보정이 복원됩니다.

4.7.6 색상 보정 마법사

Wizard 메뉴에서 *Color correction* 마법사(그림 24)에 액세스할 수 있습니다. 참조 색상 검사기(그림 25)를 사용하면 특정 조명 조건에서 카메라를 보정하고 최적의 컬러 렌더링을 얻을 수 있습니다. 색 보정 매트릭스에 대한 자세한 내용은 섹션 6.7.1을 참조하세요.

올바른 보정을 수행하려면 다음 단계를 따르세요:

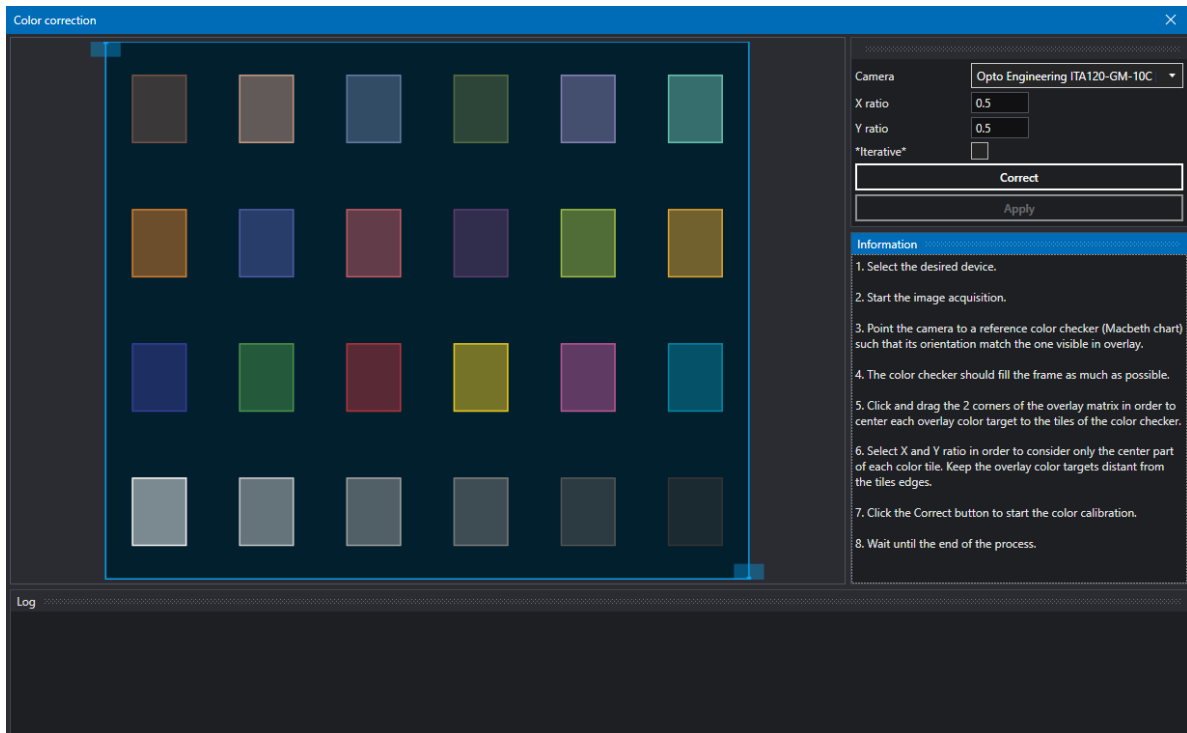


Figure 24: 색상 보정 마법사.

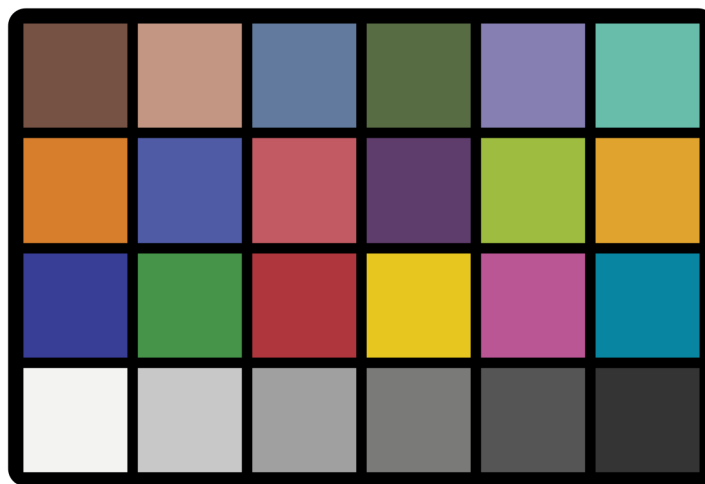


Figure 25: 참조 색상 검사기.

1. 원하는 디바이스를 선택합니다.
2. 이미지 촬영을 시작합니다.
3. 색상 보정 마법사(Wizard > Color correction)를 엽니다(그림: 26).
4. 카메라의 방향이 오버레이에 표시되는 방향과 일치하도록 참조 색상 검사기(맥베스 차트)를 가리

킵니다.

5. 색상 검사기는 가능한 한 프레임을 채워야 합니다(그림 27).
6. 오버레이 매트릭스의 두 모서리를 클릭하고 드래그하여 각 오버레이 색상 대상을 색상 검사기의 타일 중앙에 배치합니다.
7. 각 색상 타일의 중앙 부분만 고려하려면 X 및 Y 비율을 선택합니다. 오버레이 색상 대상은 타일 가장자리에서 멀리 떨어져 있어야 합니다.
8. *Correct* 버튼을 클릭하여 색상 보정을 시작합니다.
9. 프로세스가 끝날 때까지 기다리세요.

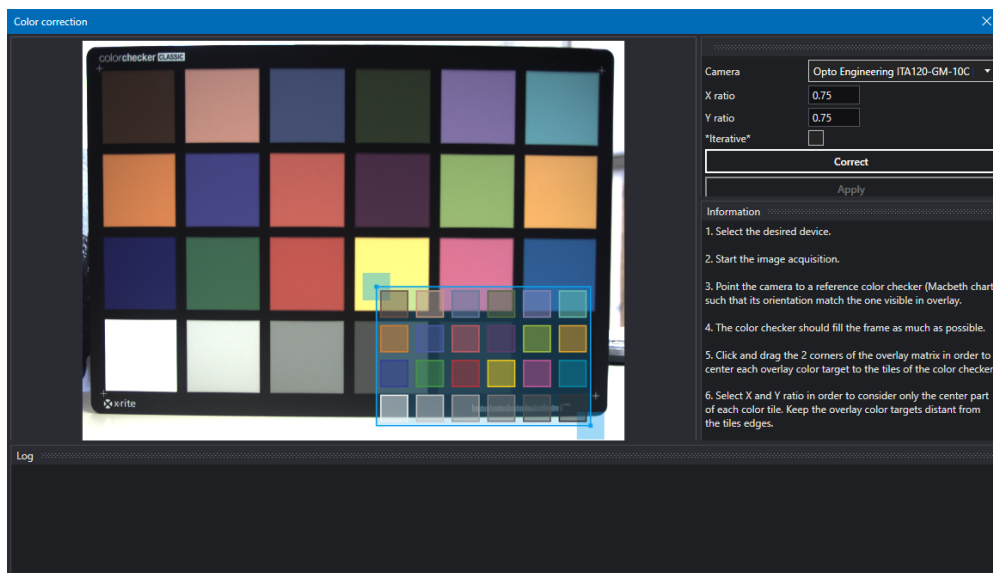


Figure 26: 색상 보정 마법사 창입니다.

이 변경 사항을 영구적으로 적용하려면 현재 사용자 세트를 저장해야 합니다. 기본 사용자 세트를 로드하면 공장 색상 보정 매트릭스가 복원됩니다.

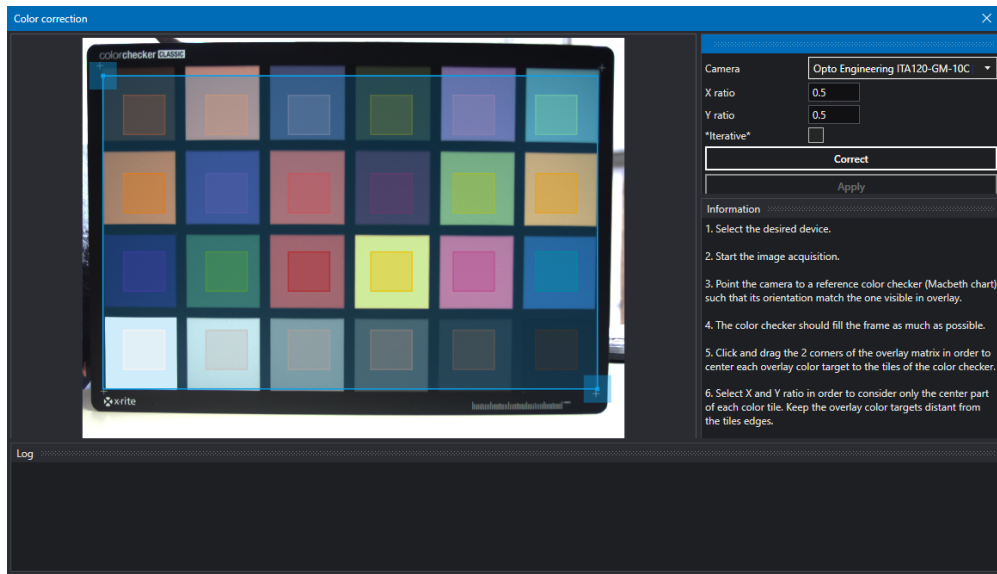


Figure 27: 최적의 결과를 얻으려면 마법사 색상 마스크를 맥베스 색상 차트 타일에 맞춰 정렬하세요.

5 기술 사양

5.1 기술 사양

표 5.1에는 주요 카메라 기능이 요약되어 있습니다.
자세한 내용은 다음 장에서 설명합니다.

특징	표준 버전	리퀴드 렌즈 버전	참조 페이지
이미지 기능			
ADC 해상도	10/12bit ¹	10/12bit ¹	-
이미지 버퍼 크기	384MB	384MB	-
이미지 미러(X/Y)	✓	✓	p.66
ROI 모드	✓	✓	p.64
데시메이션/비닝	✓	✓	p.64
픽셀 형식	Mono8, Mono10Packed, Mono10p, Mono12Packed, Mono12p, RGB8, YUV422, YUV411, BayerRG8, BayerRG10p, BayerRG10Packed, BayerRG12p, BayerRG12Packed, Polarized ²	Mono8, Mono10Packed, Mono10p, Mono12Packed, Mono12p, RGB8, YUV422, YUV411, BayerRG8, BayerRG10p, BayerRG10Packed, BayerRG12p, BayerRG12Packed, Polarized ²	-
LUT/감마 보정	✓	✓	p.79
Test pattern	✓	✓	p.67
이득	✓	✓	p.76
블랙 레벨	✓	✓	p.81
자동 노출	✓	✓	p.82
자동 게인	✓	✓	p.82
결함 있는 픽셀 보정	✓	✓	p.112
Debayering	✓ ³	✓ ³	-
화이트 밸런스	✓ ³	✓ ³	p.77
색상 보정 매트릭스	✓ ³	✓ ³	p.86
Chunk data	✓	✓	p.105
카메라 기능			
상태 LED 표시기	✓	✓	p.60

OS 호환성	Windows 10, 11 (64 bit)	Windows 10, 11 (64 bit)	p.22
PoE(이더넷을 통한 전원 공급)	✓	✓	-
기가비트 이더넷	✓	✓	-
패킷 재전송 옵션	✓	✓	-
고정 IP/DHCP	✓	✓	-
IEEE 1588 (PTP)	✓	✓	-
광 절연 입력	2	2	p.59
광 절연 출력	4	1	p.59
온도 센서	Image sensor, FPGA	Image sensor, FPGA	-
사용자 집합	Factory + 2 user sets	Factory + 2 user sets	-
원격 FW 업데이트	✓	✓	p.34
버스트 획득	✓	✓	-
Trigger hardware	✓	✓	-
Trigger software	✓	✓	-
타이머	2	2	p.95
카운터	4	4	p.95
인코더 제어	1 ⁴	1 ⁴	p.95
논리 블록	4	4	p.98
논리 함수	OR, AND, LUT	OR, AND, LUT	p.99
직렬 통신	RS232/485		p.107
리퀴드 렌즈 컨트롤러		✓	p.109
인증 및 규정 준수			
GigEVision 규정 준수	✓	✓	-
GenICam 규정 준수	✓	✓	-
CE 인증서	✓	✓	p.11
Shock 그리고 Vibrations	✓	✓	p.12
RoHS	✓	✓	p.13
REACH	✓	✓	p.13
WEEE	✓	✓	p.13
환경			
보관 온도	-10°C - 60°C	-10°C - 60°C	p.15
보관 습도	RH < 80%	RH < 80%	p.15
작동 케이스 온도 ⁵	-25°C - 65°C	-25°C - 65°C	p.15
작동 주변 온도 ⁶	-25°C - 50°C	-25°C - 50°C	p.15
작동 습도	RH < 80%	RH < 80%	p.15

¹ 센서별 데이터.

² BayerRG 픽셀 포맷의 경우 BayerGR, BayerGB, BayerBG도 사용 가능한 픽셀 포맷에 포함됩니다. 편광 픽셀 형식에는 모노 및 컬러, 8, 10p, 10Packed, 12p 및 12Packed 변형이 모두 포함됩니다.

³ 흑백 센서에는 사용할 수 없습니다.

⁴ 호환되는 인코더 인터페이스는 6.10 단락을 참조하세요.

⁵ 카메라 본체 전면에서 측정한 케이스 온도입니다.

⁶ 렌즈가 없고 방열판이 없는 최대 주변 온도. 적절한 방열(예: 금속판을 통해 카메라를 장착하는 경우)을 통해 더 높은 작동 온도를 달성할 수 있습니다.

5.2 전기 사양

표 7에는 카메라의 모든 전기 사양이 요약되어 있습니다.

I/O 디지털 핀에 대한 자세한 설명은 5.7(페이지.59) 단락에서 확인할 수 있습니다.

매개변수	MIN	TYP	MAX	UNIT
일반				
공급 전압	12	-	24	[V]
전력 소비량 ¹	-	-	5	[W]
디지털 입력				
입력 전압	0	-	30	[V]
입력 고전압 임계값	2.2	-	-	[V]
입력 저전압 임계값	-	-	1.9	[V]
디지털 출력				
출력 전압	0	-	+Vcc ²	[V]
출력 전류	-	-	50 ³	[mA]

¹ 62368-1에 따른 PS2 및 부속서 Q.1에 따른 LPS 제품에 공급하는 데 사용되는 최대 전력은 100W 미만입니다.

² 디지털 출력 + 핀에 연결된 외부 전원 공급 장치. 62368-1에 따른 PS2 및 부속서 Q.1에 따른 LPS 제품에 공급하는 데 사용되는 최대 전력은 100W 미만이어야 합니다.

³ 출력 전류는 외부 부하 또는 적절한 외부 저항에 의해 제한되어야 합니다.

Table 7: 전기 사양

표 8에는 Itala 카메라가 외부 장치에 의해 트리거될 때 최소/최대 입력 지연 결과가 나와 있습니다. 열 입력 전압은 트리거링 신호 전압 레벨을 정의하고 열 **최소 입력 지연** 및 **최대 입력 지연**는 트리거 오버랩이 비활성화된 경우 커넥터의 디지털 입력에서 센서 획득 트리거까지 신호 전파 시간을 나타냅니다. 최대 지연과 최소 지연의 차이는 입력 트리거 신호의 샘플링으로 인한 지터입니다. 최소한의 지연으로 입력 트리거 신호를 처리하기 위해 고성능 입력 아이솔레이터가 설계에 사용됩니다.

입력 전압(V)	최소 입력 지연 (us)	최대 입력 지연 (us)
TRIGGERING DEVICE (RISING-EDGE LOGIC)		
3.3	1.5	2.5
5	1.5	2.5
12	1.5	2.5
24	1.5	2.5
TRIGGERING DEVICE (FALLING-EDGE LOGIC)		
3.3	1.5	2.5
5	1.5	2.5
12	1.5	2.5

24

1.5

2.5

Table 8: 외부 장치에 의해 Itala 카메라가 트리거될 때 최소 및 최대 입력 지연 시간

표 9에는 Itala 카메라가 외부 장치를 트리거할 때 최소/최대 출력 지연의 결과가 나와 있습니다. 공급 전압 옆은 *OPTO REF V+* 핀에 연결된 전압을 나타내고, 부하 저항 옆은 광절연 출력 포트에 연결된 부하를 나타냅니다.

공급 전압(V)	부하 저항(옴)	최대 출력 지연(μs)	측정 출력 전압(V)	측정 출력 전류(mA)
카메라 출력 신호(라이징 엣지 로직)				
3.3	150	3.5	2.1	14.0
	330	3.5	3.0	8.8
	560	3.4	3.2	5.6
	1000	3.3	3.2	3.2
5	330	3.5	4	12.1
	560	3.5	4.5	8.0
	1000	3.5	4.7	4.7
	2200	3.4	4.8	2.2
12	330	3.8	8.5	25.6
	560	3.8	10.2	18.2
	1000	3.7	11.4	11.3
	2200	3.6	12.0	5.4
24	560	4.0	16.5	29.5
	1000	4.0	21.0	21.0
	2200	3.9	23.2	10.6
	4700	3.8	23.7	5.1
카메라 출력 신호(폴링 엣지 로직)				
3.3	150	6.6	2.1	14.2
	330	17.3	3.0	9.1
	560	27.3	3.1	5.6
	1000	34.8	3.2	3.2
5	330	9.6	4.0	12.2
	560	20.6	4.6	8.2
	1000	30.7	4.7	4.7
	2200	42.2	4.8	2.2
12	330	1.8	8.4	25.6
	560	4.7	10.2	18.2
	1000	12.0	11.4	11.4

	2200	31.3	12.0	5.4
	560	1.5	17.0	30.3
	1000	4.0	21.2	21.2
24	2200	15.8	23.3	10.6
	4700	36.9	23.8	5.1

Table 9: Itala 카메라 출력 신호의 최대 출력 지연 및 전기 측정값

5.3 센서 광학 응답

일반적으로 모든 1세대 Sony IMX 센서는 동일한 광학 반응을 보입니다.
흑백 및 컬러 센서의 상대 투과율은 그림 28 및 그림 29에 나와 있습니다.
이미지 센서 제품군에 대한 정보를 검색하려면 1.5 섹션을 참조하세요.

일반적으로 모든 2세대 Sony IMX 센서는 동일한 광학 반응을 보입니다.
흑백 및 컬러 센서의 상대 투과율은 그림 30 및 그림 31에 나와 있습니다.
이미지 센서 제품군에 대한 정보를 검색하려면 1.5 섹션을 참조하세요.

일반적으로 모든 4세대 Sony IMX 센서는 평균적으로 동일한 광학 반응을 보입니다.
흑백 및 컬러 센서의 상대 투과율은 그림 32 및 그림 33에 나와 있습니다.
이미지 센서 제품군에 대한 정보를 검색하려면 1.5 섹션을 참조하세요.

Sony IMX990 SenSWIR™에 대한 상대 투과율 sensor is shown in Fig.34.
이미지 센서 제품군에 대한 정보를 검색하려면 1.5 섹션을 참조하세요.

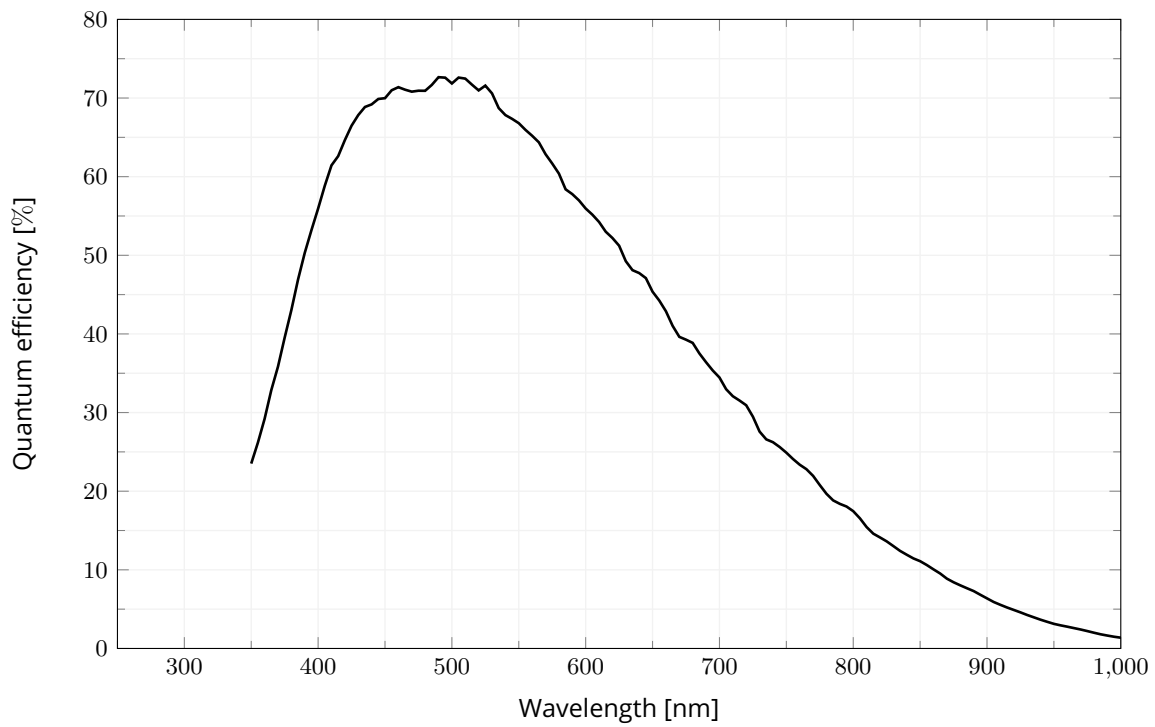


Figure 28: 1세대 Sony IMX 흑백 센서.

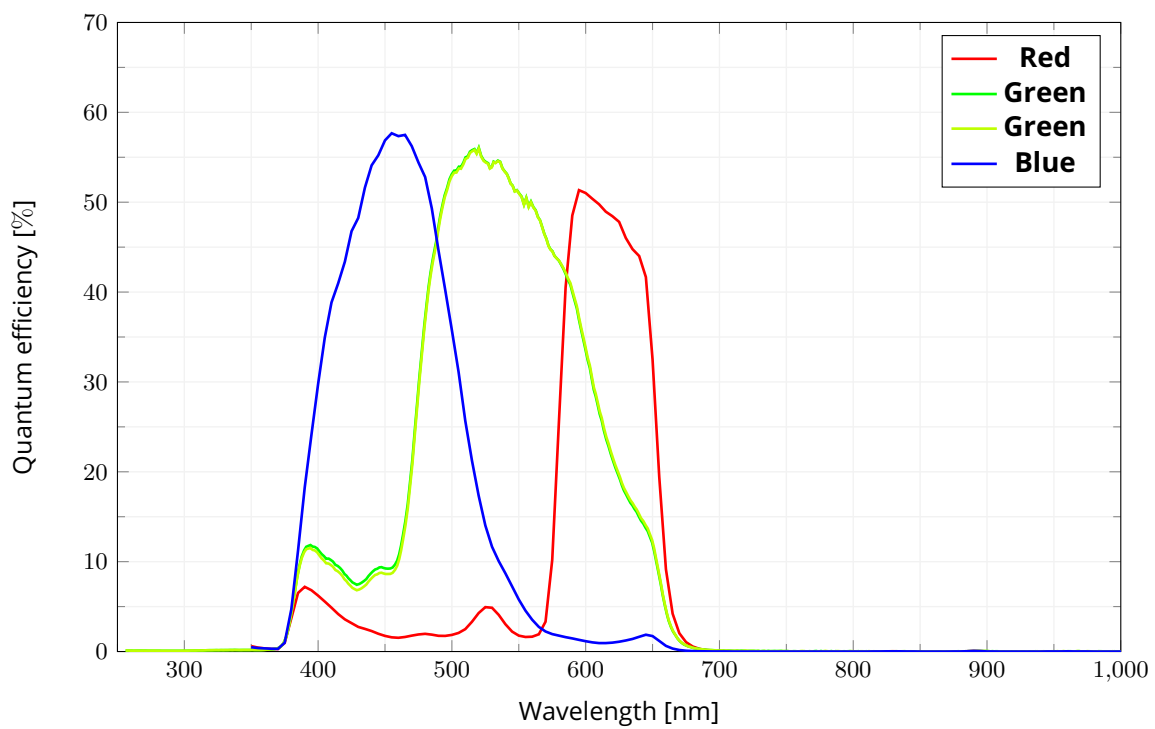


Figure 29: 1세대 Sony IMX 컬러 센서.

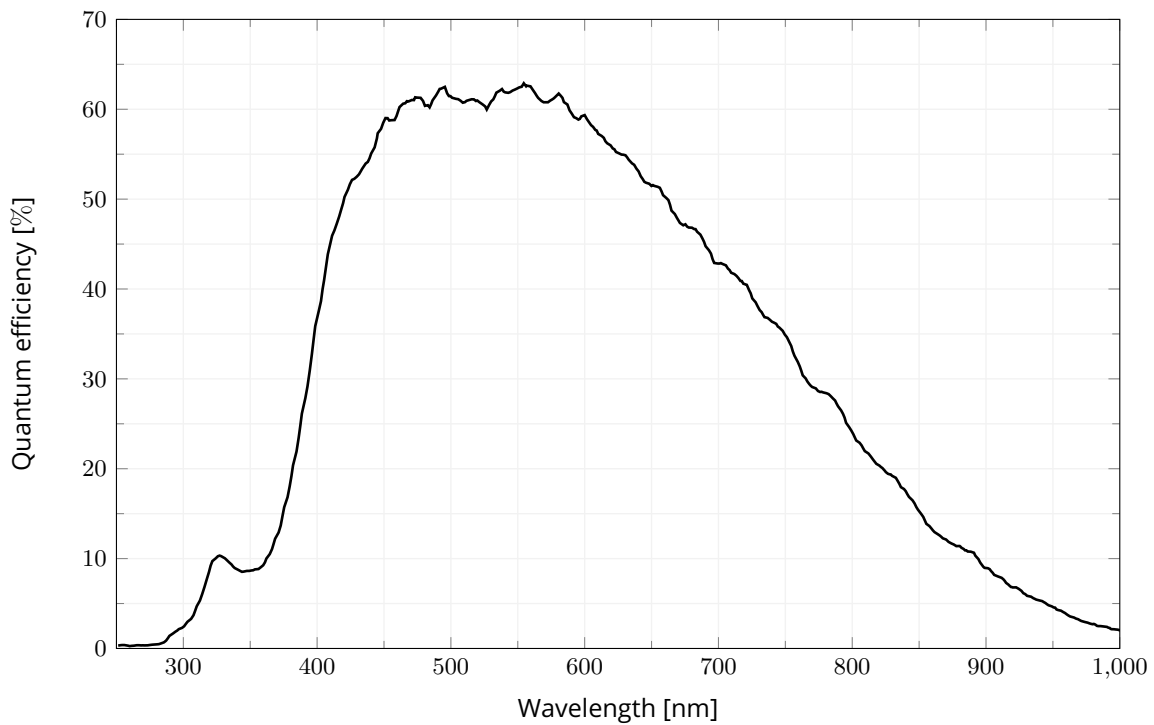


Figure 30: 2세대 Sony IMX 흑백 센서.

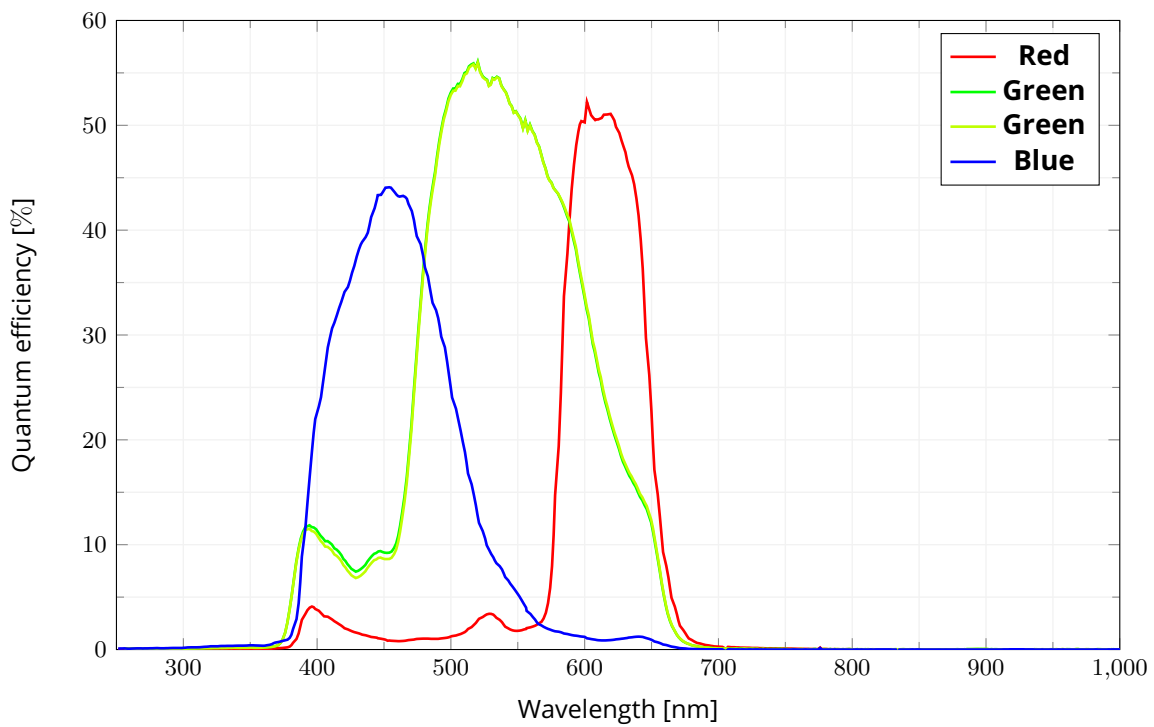


Figure 31: 2세대 Sony IMX 컬러 센서.

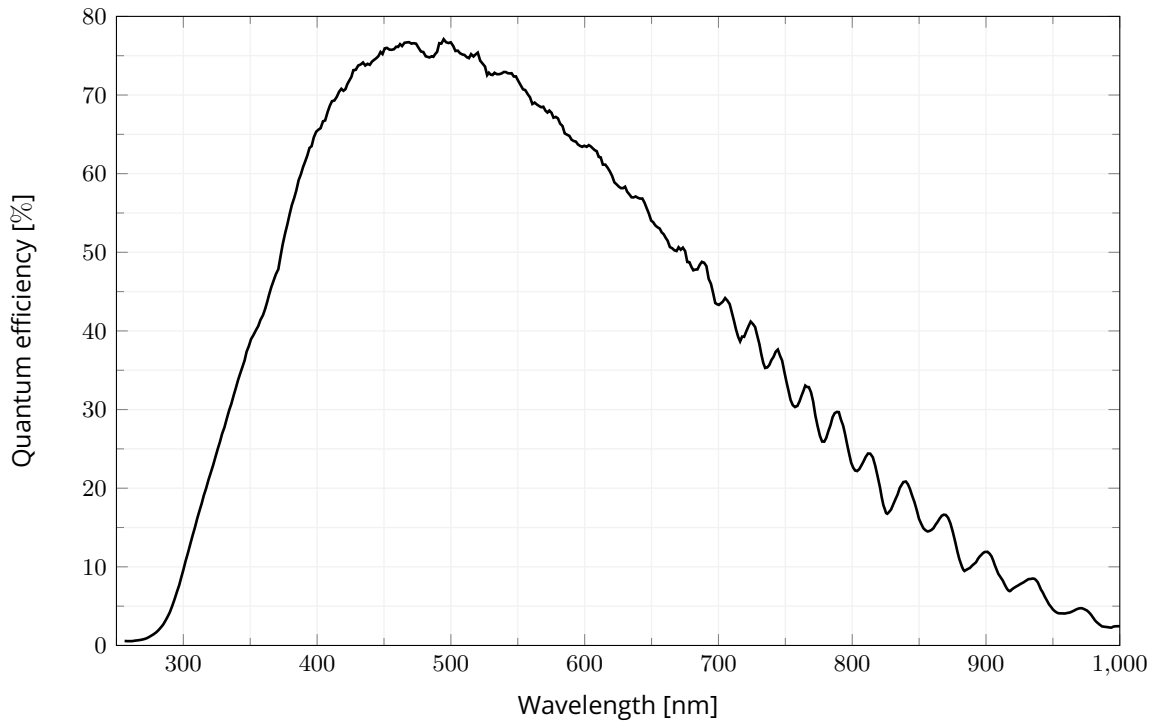


Figure 32: 4세대 Sony IMX 흑백 센서.

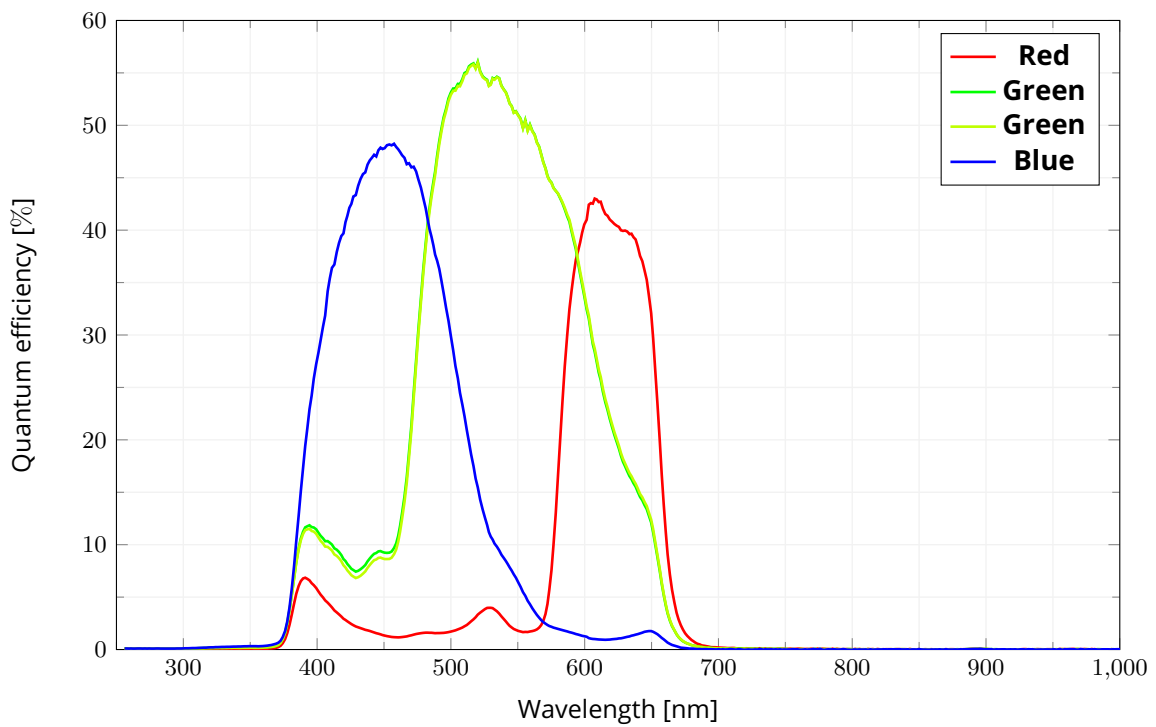


Figure 33: 4세대 Sony IMX 컬러 센서.

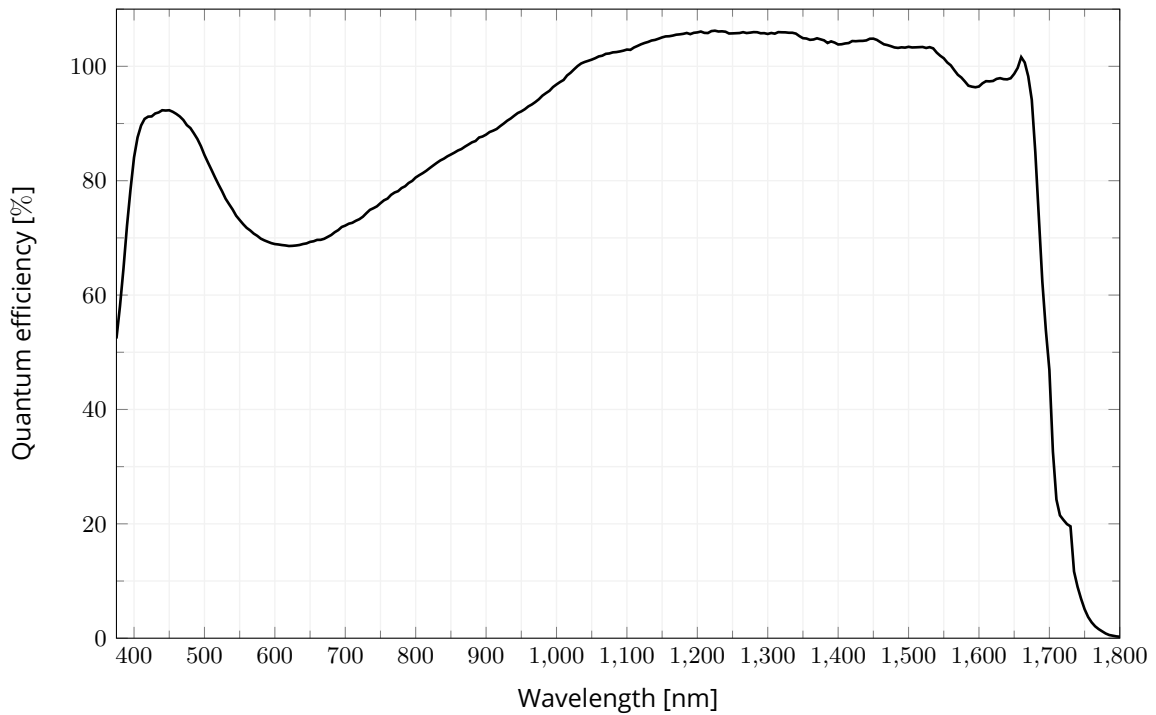
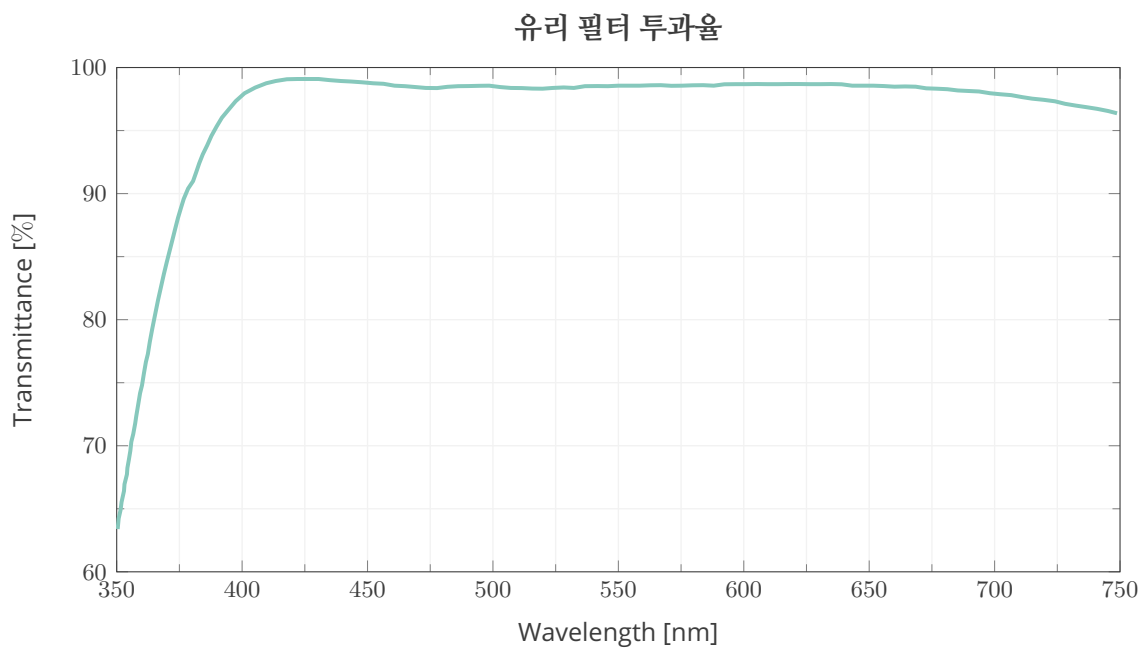


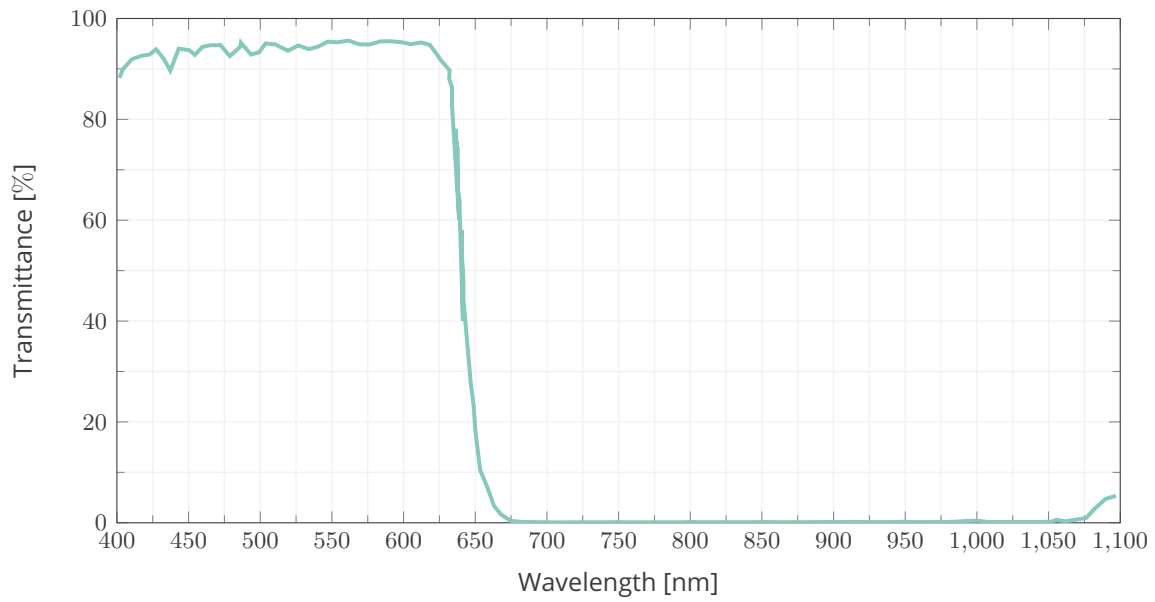
Figure 34: Sony IMX990 SenSWIR™ monochrome sensor.

5.4 광학 필터

다음 그림은 Itala 카메라 시리즈에 사용 가능한 광학 필터의 투과율 특성을 보여줍니다.



IR 컷 필터 투과율



5.5 기계적 사양

5.5.1 치수 도면

ITALA G - G.EL

TYPE 1 도면(그림 35)은 최대 1.2인치 이미지 포맷의 센서가 장착된 모든 카메라를 나타냅니다. 여기에는 표준 **C mount**(직경 1인치, 1인치당 32나사)이 장착되어 있으며 플랜지 거리는 **17.526 mm**입니다.

TYPE 2 도면(그림 36)은 4/3" APS-C 이미지 포맷의 센서가 장착된 모든 카메라를 나타냅니다. 여기에는 플랜지 거리가 **12 mm**인 **M42x1** 나사산 마운트가 장착되어 있습니다.

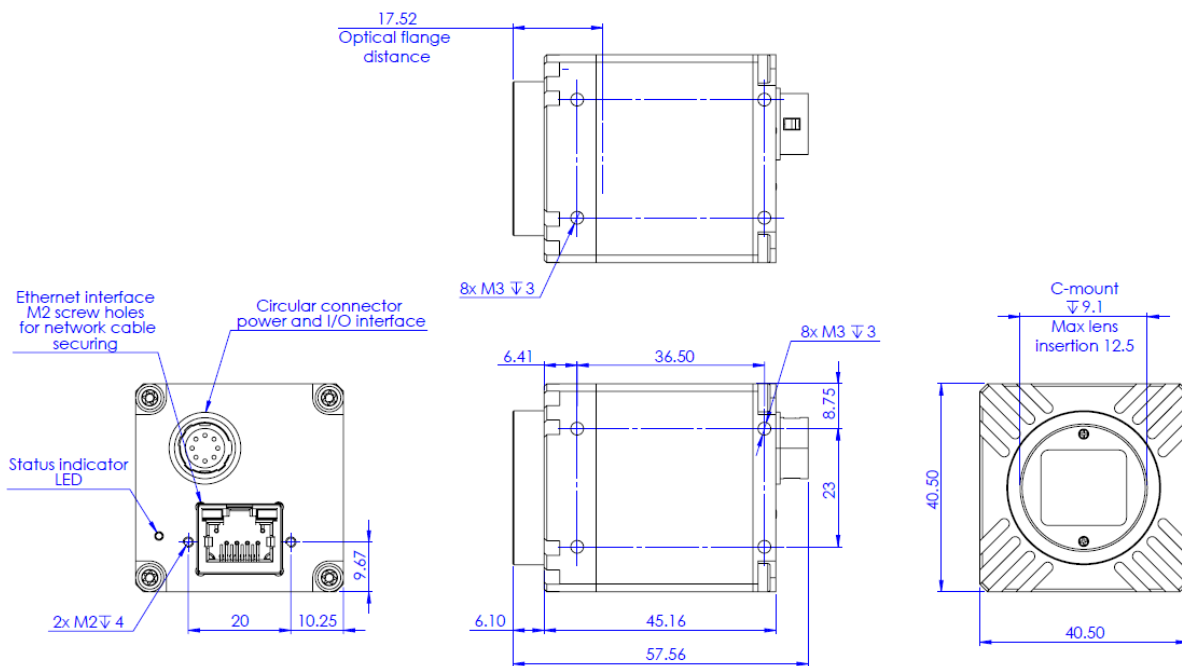


Figure 35: TYPE 1 dimensional drawings.

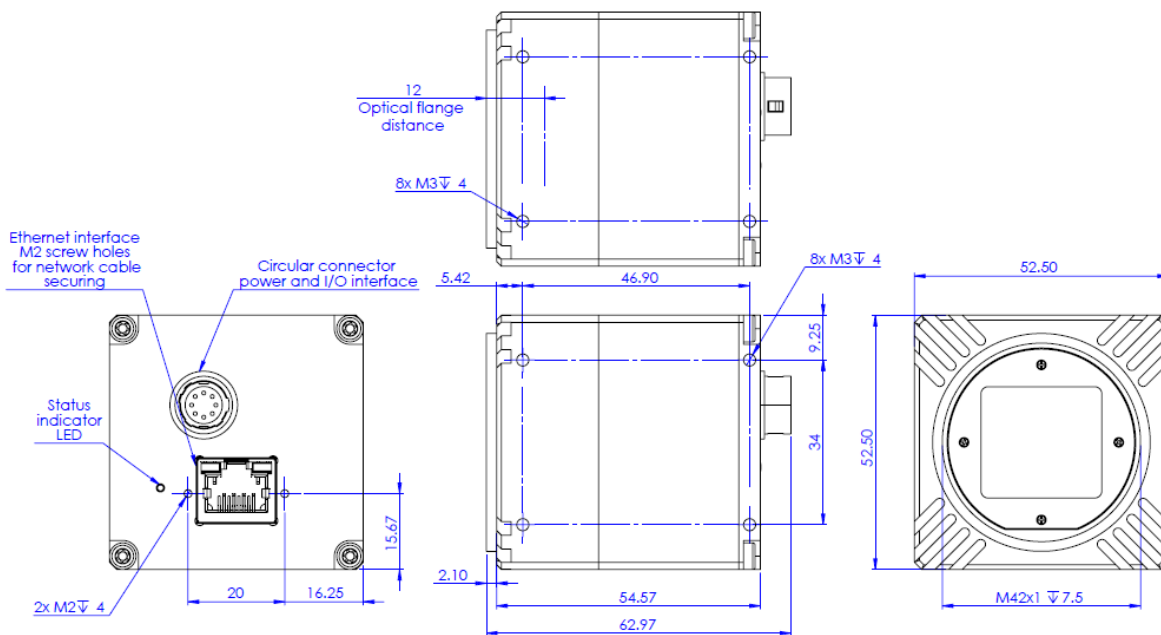


Figure 36: TYPE 2 dimensional drawings.

ITALA G.IP

그림 37의 도면은 모든 IP67 카메라를 나타냅니다. 여기에는 표준 **C mount**(직경 1인치, 인치당 32나사)이 장착되어 있으며 플렌지 거리는 **17.526 mm**입니다.

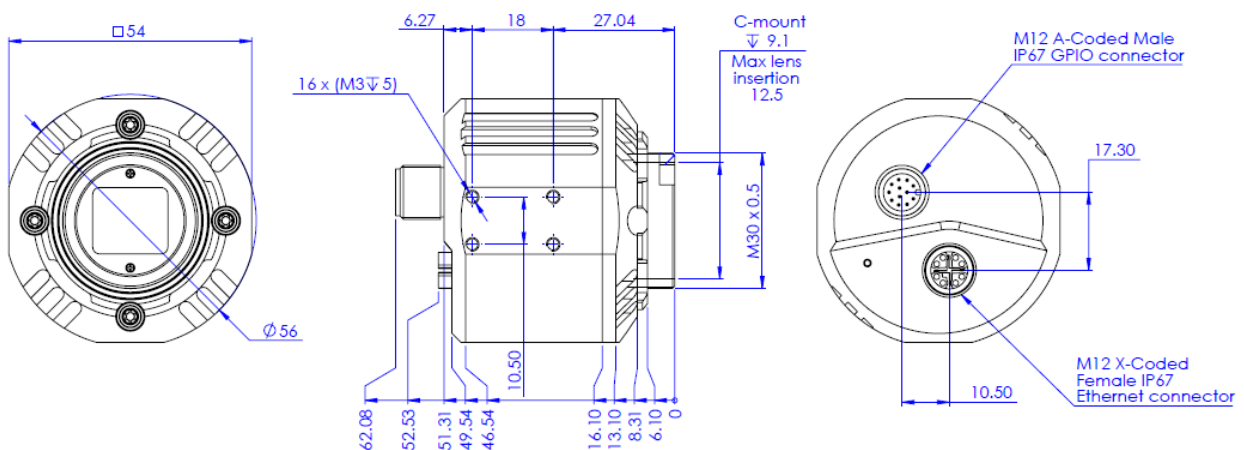


Figure 37: ITALA G.IP dimensional drawings.

5.5.2 GigE Vision 기계적 요구 사항

Itala 카메라는 GigE Vision의 기계적 요구 사항을 준수합니다. 특히 채택된 표준은 *GigE Vision Mechanical Supplement*에서 TYPE090로 정의된 표준입니다.

5.5.3 센서 센터링 데이터

모든 카메라는 조립 후 센서가 올바르게 중앙에 있는지 확인하기 위해 테스트를 거칩니다. 최적의 이미징 성능을 보장하기 위해 렌즈 마운트를 기준으로 6개의 자유도 모두에서 측정이 이루어집니다. 표 10 및 11에는 그림 38을 기준으로 센서 중심을 잡기 위한 팁 생산 값이 나와 있습니다.

축	공칭	3 σ
Roll	0°	0.4°
Yaw	0°	0.3°
Pitch	0°	0.5°
Horizontal shift (x)	0 mm	0.2 mm
Vertical shift (y)	0 mm	0.2 mm
FD (z)	17.53 mm	0.11 mm

Table 10: C 마운트 카메라용 센서 센터링

축	공칭	3 σ
Roll	0°	0.6°
Yaw	0°	0.3°
Pitch	0°	0.5°
Horizontal shift (x)	0 mm	0.2 mm
Vertical shift (y)	0 mm	0.2 mm
FD (z)	12 mm	0.2 mm

Table 11: J 마운트 카메라용 센서 센터링

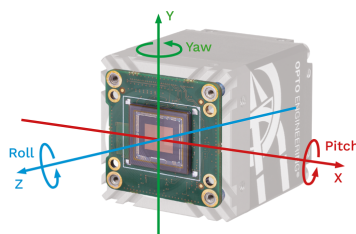


Figure 38: 센서 자유도.

5.6 커넥터 및 핀아웃

ITALA G - G.EL

카메라에는 두 개의 커넥터가 있습니다:

- **나사 잠금장치가 있는 표준 RJ45 커넥터**
이미지 스트리밍을 위한 연결 및 (선택 사항) PoE를 통한 카메라 전원 공급을 위한 연결.
- **12핀 원형 커넥터 (P/N: HR10G-10R-12PB(71))**
이 커넥터에는 전원 공급, 트리거, 동기화, 직렬 통신, 리퀴드 렌즈 드라이버 등 다목적 핀이 있습니다. 핀아웃은 고정되어 있지 않으며 카메라 모델(표준 또는 리퀴드 렌즈 컨트롤러 포함)에 따라 다릅니다. 두 카메라 모델의 핀아웃을 확인하려면 표 12를 참조하세요.

PIN	표준	리퀴드 렌즈
1	GND	GND
2	+VIN	+VIN
3	Opto OUT 3	Lens -
4	Opto IN 0	Opto IN 0
5	Opto OUT 2	Lens +
6	Opto OUT 0	Opto OUT 0
7	Opto REF GND	Opto REF GND
8	RS232 RX	Lens SCL
9	RS232 TX	Lens SDA
10	Opto REF V+	Opto REF V+
11	Opto IN 1	Opto IN 1
12	Opto OUT 1	Lens +3.3V

Table 12: 표준 및 리퀴드 렌즈 컨트롤러 버전 모두에 대한 Itala 핀아웃.

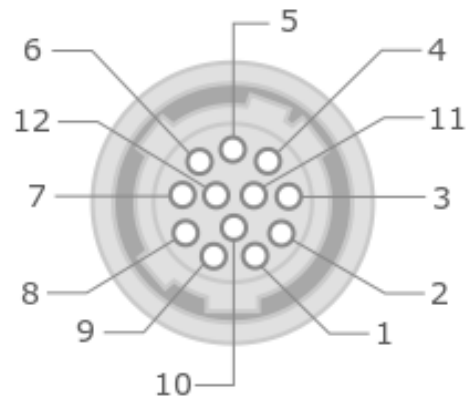


Figure 39: 12핀 원형 커넥터 핀아웃(카메라 전면도)

참고: CBGPIO001 케이블을 사용하는 경우 Opto Engineering® 웹사이트에서 '색상 대 기능' 연관성을 확인하세요.

ITALA G.IP

카메라에는 두 개의 커넥터가 있습니다:

- **M12 X-코딩 암 IP67 이더넷 커넥터 (P/N: 394811-E)**
이미지 스트리밍을 위한 연결 및 (선택 사항) PoE를 통한 카메라 전원 공급을 위한 연결.
- **M12 A-코드 수형 IP67 GPIO 커넥터 (P/N: 494518-E)**
이 커넥터에는 전원 공급, 트리거, 동기화, 직렬 통신 등 다목적 핀이 있습니다.

PIN	표준
1	GND
2	+VIN
3	Opto OUT 3
4	Opto IN 0
5	Opto OUT 2
6	Opto OUT 0
7	Opto REF GND
8	RS232 RX
9	RS232 TX
10	Opto REF V+
11	Opto IN 1
12	Opto OUT 1

Table 13: IP67 버전용 Itala 핀아웃.

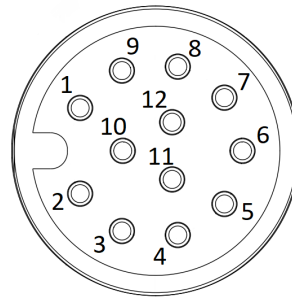


Figure 40: IP67 12핀 원형 커넥터 핀아웃(카메라 전면도).

참고: RT-MSAS-12BFFM-SL8Dxx 케이블을 사용하는 경우 Opto Engineering® 웹사이트에서 '색상 대 기능' 연관성을 확인하세요.

5.7 I/O 회로

I/O 커넥터의 모든 입력 및 출력 핀은 전기적으로 절연되어 있습니다.
모든 전기 사양과 최대 전압/전류 정격은 표 7(페이지.46)에 나와 있습니다.

5.7.1 광 절연 입력

광절연 입력 토폴로지는 그림 41에 개략적으로 나와 있습니다.

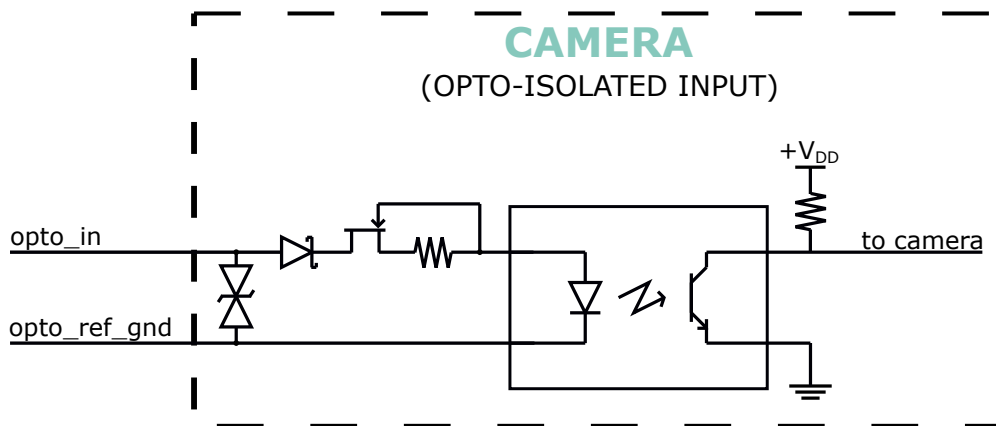


Figure 41: 광 절연 입력 토폴로지.

고속 입력 아이솔레이터는 최소한의 전파 지연으로 입력 트리거 신호를 처리하기 위해 설계에 사용됩니다. 고전압 스파이크에 대한 대책으로 TVS 다이오드가 사용되며 직렬 다이오드는 입력 극성 반전을 방지합니다. 또한 입력 전류를 자동으로 조정하기 위해 전류 제한 회로도 포함되어 있습니다.

참고: 광절연 입력 회로가 손상되면 더 이상 사용할 수 없게 되므로 주의하세요.

일부 배선도 예시(광절연 시스템 및 비절연 시스템 모두)는 '배선 연결 예시' 장(7.1)에 나와 있습니다.

5.7.2 광 절연 출력

광절연 출력 토폴로지는 그림 42에 개략적으로 나와 있습니다.

출력 핀에 실수로 연결이 잘못되었을 경우 바이패스 다이오드가 트랜지스터를 보호하여 전류의 대체 경로를 제공합니다. 광절연 출력 핀의 기준 전압은 전원 공급 장치 전압과 다를 수 있지만 표 7에 나열된 최대 사양을 초과해서는 안 됩니다.

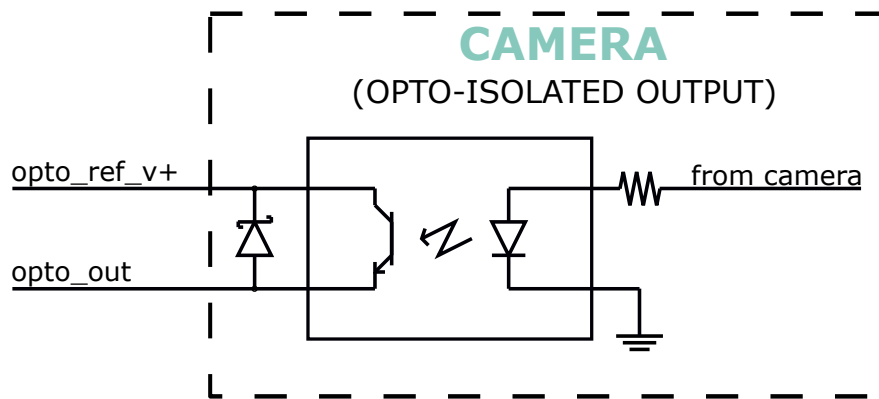


Figure 42: 광 절연 출력 토폴로지.

5.8 LED 및 표시기

Itala에는 카메라 뒷면 커넥터 옆에 LED 표시등이 장착되어 있습니다. 이 표시기는 카메라의 현재 상태를 보여줍니다. 색상 코드는 표 14에 나열되어 있습니다.

색상

카메라 상태

Condition: camera working		
● 노란색 점멸		카메라 시작 부팅(시작 시)
● 노란색 고정		카메라 준비
● 녹색		카메라 트리거
Condition: camera during firmware update		
● 보라색		부팅 모드의 카메라
● 보라색/청록색 깜박임		카메라가 업데이트 중입니다.
Condition: fault		
● 빨간색 고정		하드웨어 오류 - FPGA 오류
● 빨간색이 빠르게 깜박임 - 기간: 500ms		하드웨어 오류 - RAM 오류
● 빨간색이 느리게 깜박임 - 마침표: 4s		하드웨어 오류 - 이미지 센서 오류

Table 14: LED 색상과 카메라 상태 비교

6 카메라 기능

이 장에서는 Itala 카메라 시리즈의 표준 및 사용자 지정 기능에 대한 요약を提供합니다. 기능은 *Standard Feature Naming Convention (SFNC)* 및 *GenICam* 명명법에 따라 정의됩니다. 다음 섹션에서는 각 기능에 대한 자세한 설명을 제공합니다.

6.1 Device Control

이 섹션에는 장치의 제어 및 정보와 관련된 기능이 포함되어 있습니다. 이는 주로 열거 과정에서 디바이스를 식별하고 디바이스 자체에 대한 정보를 얻는 데 사용됩니다. 표 15에는 모든 Device Control 매개변수가 나열되어 있습니다.

기능	설명	인터페이스	액세스
DeviceType	장치 유형을 반환합니다.	IEnumeration	R
DeviceScanType	디바이스 센서의 스캔 유형	IEnumeration	R
DeviceVendorName	디바이스 제조업체 이름	IString	R
DeviceModelName	장치 모델	IString	R
DeviceManufacturerInfo	장치에 대한 제조업체 정보	IString	R
DeviceVersion	장치 버전	IString	R
DeviceFirmwareVersion	장치의 펌웨어 버전	IString	R
DeviceSerialNumber	장치 일련 번호	IString	R
DeviceUserID	사용자 프로그래밍 가능 장치 식별자	IString	RW
DeviceTLType	장치의 전송 레이어 유형	IEnumeration	R
DeviceTLVersionMajor	장치의 전송 계층 주요 버전	Integer	R
DeviceTLVersionMinor	장치의 전송 계층 마이너 버전	Integer	R
DeviceLinkSelector	제어할 장치의 링크를 선택합니다.	Integer	RW
DeviceLinkSpeed	지정된 링크에서 협상된 전송 속도를 나타냅니다.	Integer	R
DeviceLinkThroughputLimitMode	DeviceLinkThroughputLimit의 활성화 여부를 제어합니다.	IEnumeration	RW
DeviceLinkThroughputLimit	선택한 링크에서 디바이스가 스트리밍할 데이터의 최대 대역폭을 제한합니다.	Integer	RW
DeviceLinkHeartbeatMode	링크의 하트비트 활성화 또는 비활성화	IEnumeration	RW

DeviceLinkHeartbeatTimeout	특정 링크의 현재 하트비트 타임아웃을 제어합니다.	IFloat	RW
DeviceLinkCommandTimeout	지정된 링크의 명령 시간 제한을 나타냅니다. 이는 해당 링크에서 전송된 명령에 대한 디바이스의 최대 응답 시간에 해당합니다.	IFloat	RW
DeviceReset	장치를 전원 켜짐 상태로 초기화합니다. 재설정 후에는 장치를 다시 검색해야 합니다. 일부 전송 계층에서는 장치의 실제 리셋을 시작하기 전에 DeviceReset 명령의 승인이 필요합니다.	ICommand	W
DeviceFeaturePersistenceStart	모든 스트리밍 가능한 기능의 지속을 준비하기 위해 장치와 GenICam XML에 지시합니다.	ICommand	W
DeviceFeaturePersistenceEnd	기능 지속성 종료 시점을 디바이스에 알립니다.	ICommand	W
DeviceRegistersStreamingStart	일관성을 확인하지 않고 레지스터 스트리밍을 위해 장치 준비하기	ICommand	W
DeviceRegistersStreamingEnd	등록자 스트리밍 종료 알림	ICommand	W
DeviceTemperatureSelector	온도를 측정할 장치 내 위치를 선택합니다.	IEnumeration	RW
DeviceTemperature	장치 온도(섭씨 단위)(°C)	IFloat	R
oeDevicePressure	장치 내부 압력(hPa)	IFloat	R

Table 15: 디바이스 제어 기능

6.1.1 Bandwidth limit

DeviceLinkThroughputLimit 기능을 사용하면 카메라 데이터 스트리밍에 사용할 수 있는 대역폭을 제한할 수 있습니다. 최대 대역폭을 제어하기 위해 전송 레이어 패킷 사이에 지연이 균일하게 삽입됩니다. 이는 **GevSCPD** 섹션의 **Transport Layer Control** 기능을 통해 패킷 간 지연 값을 직접 설정하는 것과 동일합니다. 데이터 전송에 적절한 지연을 설정하면 카메라가 전송 인터페이스 제한을 '오버런'하는 것을 방지할 수 있습니다.

대역폭 제한은 설치된 대역폭이 단일 디바이스의 대역폭 합계보다 낮은 멀티 카메라 시스템을 설정할 때 특히 유용합니다. 각 디바이스에 적절한 제한을 설정하면 네트워크에서 충돌을 최소화하여 성능을 극대화하고 전반적인 안정성을 향상시킬 수 있습니다.

6.2 Image Format Control

Image Format Control 섹션에서는 이미지 크기 및 형식을 구성하는 방법에 대해 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
SensorWidth	센서의 유효 폭(픽셀)	Integer	R
SensorHeight	센서의 유효 높이(픽셀)	Integer	R
SensorPixelWidth	감광성 픽셀 단위의 x 방향 물리적 크기(피치)	IFloat	R
SensorPixelHeight	감광성 픽셀 단위의 y 방향 물리적 크기(피치)	IFloat	R
SensorName	이미징 센서의 제품명	String	R
WidthMax	이미지의 최대 너비(픽셀 단위)	Integer	R
HeightMax	이미지의 최대 높이(픽셀 단위)	Integer	R
Width	디바이스에서 제공하는 이미지의 너비(픽셀 단위)	Integer	RW
Height	디바이스에서 제공하는 이미지의 높이(픽셀 단위)	Integer	RW
OffsetX	원점에서 관심 영역까지의 수평 오프셋(픽셀 단위)	Integer	RW
OffsetY	원점에서 관심 영역까지의 수직 오프셋(픽셀 단위)	Integer	RW
BinningHorizontalMode	BinningHorizontal을 사용할 때 가로 감광성 셀을 결합하는 데 사용할 모드를 설정합니다.	Enumeration	RW
BinningHorizontal	함께 결합할 가로 감광 셀의 수	Integer	RW
BinningVerticalMode	BinningVertical을 사용할 때 세로형 감광성 셀을 결합하는 데 사용할 모드를 설정합니다.	Enumeration	RW
BinningVertical	함께 결합할 수직 감광 셀의 수	Integer	RW
DecimationHorizontalMode	DecimationHorizontal를 사용할 때 가로 해상도를 줄이는 데 사용되는 모드를 설정합니다.	Enumeration	RW
DecimationHorizontal	이미지의 수평 하위 샘플링	Integer	RW
DecimationVerticalMode	DecimationVertical을 사용할 때 수직 해상도를 줄이는 데 사용되는 모드를 설정합니다.	Enumeration	RW
DecimationVertical	이미지의 수직 하위 샘플링	Integer	RW

ReverseX	기기에서 전송한 이미지를 가로로 뒤집기	IBoolean	RW
ReverseY	기기에서 전송한 이미지를 세로로 뒤집기	IBoolean	RW
PixelFormat	기기에서 제공하는 픽셀 형식	IEnumeration	RW
TestPattern	장치에서 이미지 소스로 생성되는 테스트 패턴의 유형을 선택합니다.	IEnumeration	RW

Table 16: Image Format Control 기능

6.2.1 이미지 ROI

Width, Height, OffsetX, OffsetY 매개변수는 이미지 형식을 변경하고 전체 해상도 이미지의 일부만 스트리밍하는 데 사용됩니다. 특히 오프셋은 ROI(관심 영역)의 변위를 설정하고 폭과 높이 매개변수는 이미지의 유효 치수를 설정합니다.

OffsetX와 **Width**의 합계는 **WidthMax** 값을 초과할 수 없으며, **OffsetY**와 **Height**의 합계는 **HeightMax**을 초과할 수 없습니다.

WidthMax 및 **HeightMax**은 센서에 따라 다르며 사용자가 설정할 수 없습니다.

그림에 이러한 매개변수에 대한 그래픽 설명이 나와 있습니다.

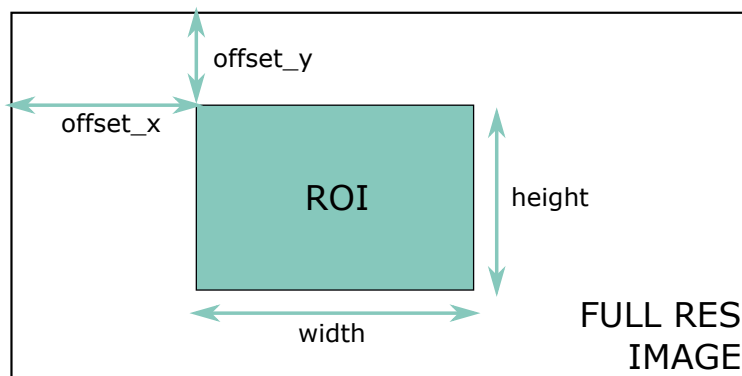


Figure 43: 이미지 ROI 매개변수.

6.2.2 Binning

비닝 모드는 애디언트 픽셀의 값을 합산하여 카메라 감도를 높이는 데 사용되며, 유효 해상도가 낮아진다는 단점이 있습니다.

그림 44에 표시된 것처럼 **2x1 binning**을 수행하면 X축의 이미지 해상도는 절반으로 줄어들지만 전체 이미지 밝기는 두 배로 증가합니다(두 개의 어디언트 픽셀이 결합되었기 때문). **2x2 binning**을 수행하면 이미지 해상도는 초기 해상도의 4분의 1이지만 밝기는 초기 밝기의 4배가 됩니다.

컬러 센서의 경우 바이엘 필터를 고려해야 합니다. 어디언트 픽셀의 크로마 정보가 다르기 때문에 그림

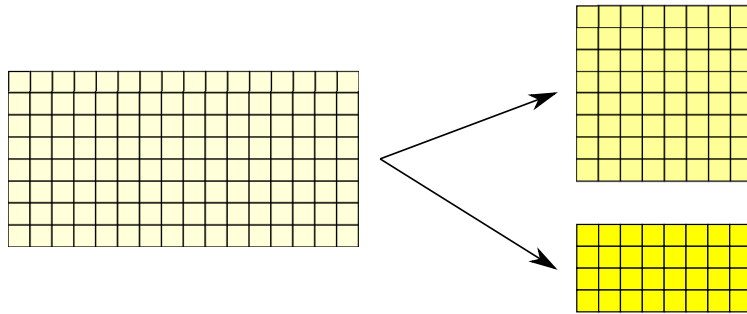


Figure 44: 비닝의 예: 위 그림에서는 2x1 비닝이 수행되고 아래 그림에서는 2x2 비닝이 적용됩니다.

45에 표시된 것처럼 대체 픽셀에서 비닝이 수행됩니다. 이렇게 하면 크로마 정보가 알고리즘 아티팩트의 영향을 받지 않습니다.

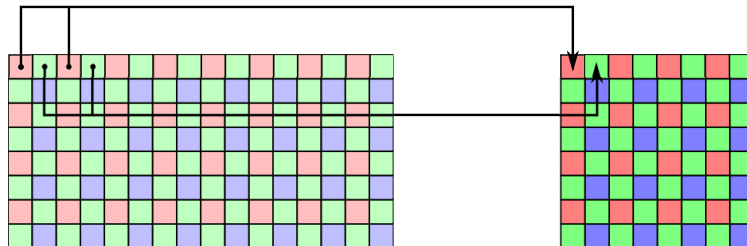


Figure 45: 컬러 센서에 대한 비닝의 예: 위 그림에서는 2x1 비닝이 수행됩니다.

6.2.3 데시메이션

데시메이션 모드는 서브 샘플링된 이미지를 얻기 위해 픽셀을 버리는 데 사용됩니다.

데시메이션 모드에는 카메라의 프레임 속도가 증가하는 등 몇 가지 장점이 있습니다.

위 그림에는 데시메이션의 두 가지 예가 나와 있습니다. 위 그림에서는 **2x1 데시메이션**이 적용되어 두 픽셀보다 한 픽셀만 고려되므로 결과 이미지가 초기 수평 해상도의 절반이 되고, 아래 그림에서는 **4x1 데시메이션**이 적용되어 네 픽셀보다 한 픽셀만 획득됩니다. 또한 이 경우 결과 가로 해상도가 4배 감소했습니다(4배).

컬러 센서의 경우 바이엘 필터를 고려해야 합니다. 애디언트 픽셀의 크로마 정보가 다르기 때문에 그림 47에 표시된 것처럼 대체 색상을 가진 픽셀을 그룹화하여 데시메이션을 수행합니다. 이렇게 하면 크로마 정보가 알고리즘 아티팩트의 영향을 받지 않습니다.

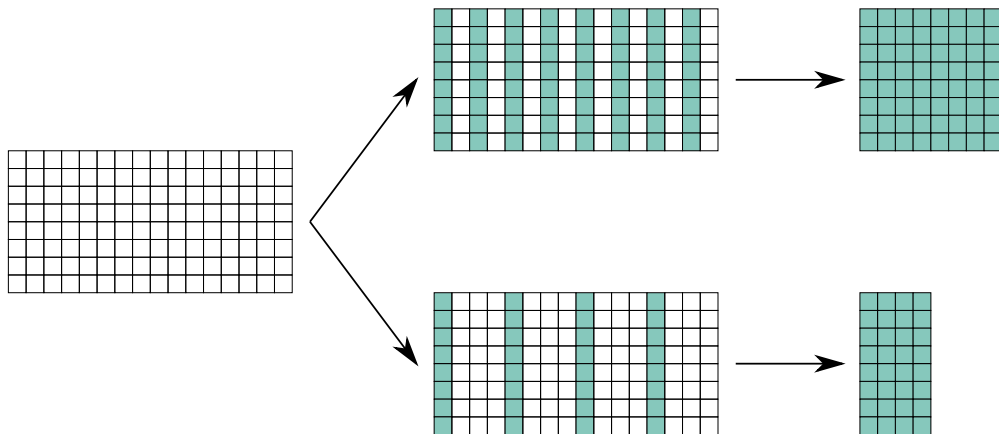


Figure 46: 데시메이션의 예: 위 그림에서는 2x1 데시메이션이 수행되고 아래 그림에서는 4x1 데시메이션이 적용됩니다.

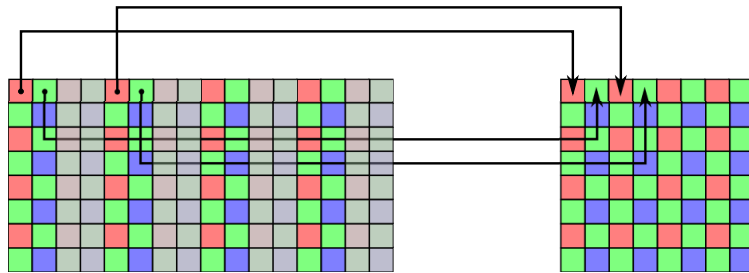


Figure 47: 컬러 센서에 대한 데시메이션의 예: 위 그림에서는 2x1 데시메이션이 수행됩니다.

6.2.4 Readout direction

카메라는 수평 및 수직 방향 모두에서 이미지 미러링을 지원하여 카메라의 장착 위치에 구애받지 않고 통합할 수 있습니다.

그림 48에는 **ReverseX** 및 **ReverseY** 기능의 예가 나와 있습니다.

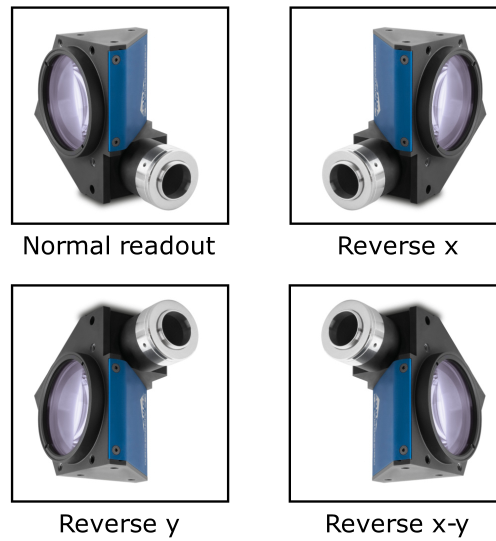


Figure 48: 가능한 네 가지 판독 모드를 모두 표시합니다.

6.2.5 Test pattern

Itala 카메라는 흑백과 컬러의 두 가지 test patterns를 지원합니다.
두 개의 다른 test patterns는 그림 49 및 50에 표시됩니다.

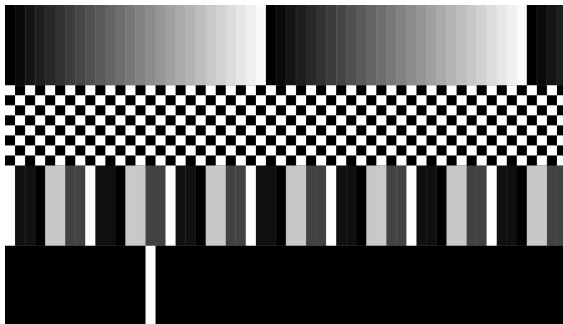


Figure 49: 흑백 test pattern

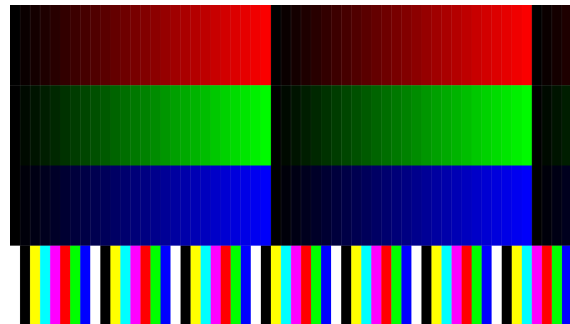


Figure 50: 색상 test pattern

monochrome pattern는 4가지 섹션으로 구성되어 있습니다:

- 검은색에서 흰색까지 고정된 그라데이션 패턴;
- 고정된 체스 패턴;
- 고정 비대칭 막대 패턴(값: 0xC8, 0x10, 0x10, 0x42);
- 검은색 배경에 흰색 움직이는 선이 표시됩니다.

color pattern는 4가지 섹션으로 구성되어 있습니다:

- 검은색에서 빨간색까지 고정된 빨간색 그라데이션 패턴입니다;
- 검은색에서 녹색까지 고정된 녹색 그라데이션 패턴입니다;

- 검은색에서 파란색까지 고정된 파란색 그라데이션 패턴입니다;
- 고정 색상 막대 패턴(R, G, B 좌표의 가능한 모든 조합).

6.3 Acquisition Control

Acquisition Control 섹션에서는 trigger 및 노출 제어를 포함하여 이미지 획득과 관련된 모든 기능에 대해 설명합니다. 여기에서는 촬영을 위한 기본 모델과 장치의 일반적인 동작에 대해 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
AcquisitionMode	장치의 촬영 모드를 설정합니다. 주로 캡처하는 동안 캡처할 프레임 수와 캡처가 중지되는 방식을 정의합니다.	IEnumeration	RW
AcquisitionStart	장치 획득을 시작합니다.	ICommand	RW
AcquisitionStop	현재 프레임이 끝날 때 장치 획득을 중지합니다.	ICommand	RW
AcquisitionBurstFrameCount	각 FrameBurstStart 트리거에 대해 획득할 프레임 수	IInteger	RW
AcquisitionFrameRate	프레임이 캡처되는 획득 속도 (헤르츠 단위)를 제어합니다.	IFloat	RW
AcquisitionFrameRateEnable	AcquisitionFrameRate 기능이 쓰기 가능하고 획득 속도를 제어하는 데 사용되는지 여부를 제어합니다. 그렇지 않으면 노출 시간 등과 같은 다른 기능의 조합에 의해 획득 속도가 암시적으로 제어됩니다.	IBoolean	RW
oeAcquisitionFrameRateLimitMode	획득 프레임 속도를 제한하는 항목을 선택합니다.	IEnumeration	RW
oeResultingFrameRate	결과 촬영 프레임 속도를 표시합니다.	IFloat	RO
oeMaxFrameRate	이미지 압축이 활성화되었을 때 도달할 수 있는 최대 촬영 프레임 속도를 표시합니다.	IFloat	RO
TriggerSelector	구성할 트리거 유형을 선택합니다.	IEnumeration	RW
TriggerMode	선택한 트리거의 활성화 여부를 제어합니다.	IEnumeration	RW
TriggerSoftware	내부 트리거 생성	ICommand	RW

TriggerSource	트리거 소스로 사용할 내부 신호 또는 물리적 입력 라인을 지정합니다.	IEnumeration	RW
TriggerOverlap	이전 프레임 또는 줄과 허용되는 트리거 중첩 유형을 지정합니다. 새 프레임 또는 새 줄에 대해 유효한 트리거가 허용(또는 래치)되는 시기를 정의합니다.	IEnumeration	RW
TriggerDelay	트리거 수신 후 트리거를 활성화하기 전에 적용할 지연을 마이크로초(US) 단위로 지정합니다.	IFloat	RW
ExposureMode	노출의 작동 모드를 설정합니다.	IEnumeration	RW
oeShortExposureEnable	짧은 노출 모드 활성화	IBoolean	RW
oeDualExposureEnable	이중 노출 모드 활성화	IBoolean	RW
ExposureTime	ExposureMode이 타이머이고 ExposureAuto이 꺼짐일 때 노출 시간을 설정합니다.	IFloat	RW
oeWaitTime1	이중 노출 모드에서 첫 번째 노출과 두 번째 노출 사이의 시간 지연.	IFloat	RO
oeExposureTime2	이중 노출 모드에서 초 노출 시간.	IFloat	RO
oeWaitTime2	이중 노출 모드에서 두 번째 노출 후 새로운 촬영을 하기 전에 대기하는 시간입니다.	IFloat	RO
ExposureAuto	ExposureMode이 타이머일 때 자동 노출 모드를 설정합니다.	IEnumeration	RW
oeExposureAutoMin	자동 노출 알고리즘의 하한 설정하기	IFloat	RW
oeExposureAutoMax	자동 노출 알고리즘의 상한 설정	IFloat	RW
oeImageCompressionEnable	이미지 압축 알고리즘 활성화	IBoolean	RW
oeFramesInBuffer	현재 온보드 메모리에 저장된 프레임 수를 표시합니다.	Integer	RO

Table 17: Acquisition Control 특징

6.3.1 Trigger overlap

Exposure Time 및 Frame Readout 관계

기본적으로 **TriggerOverlap** 기능은 OFF로 설정되어 있습니다. 이 경우 그림 51과 같이 현재 프레임 전송이 끝날 때까지 다음 노출 시간이 허용되지 않으므로 노출 시간과 프레임 전송이 겹칠 수 없습니다.

그러나 이 구성에서는 노출 시간과 프레임 전송 사이의 지연 시간이 매우 반복될 수 있습니다. 결론적으로, 유효 카메라 프레임 속도를 낮추는 대신 더 높은 결정성을 얻을 수 있습니다.

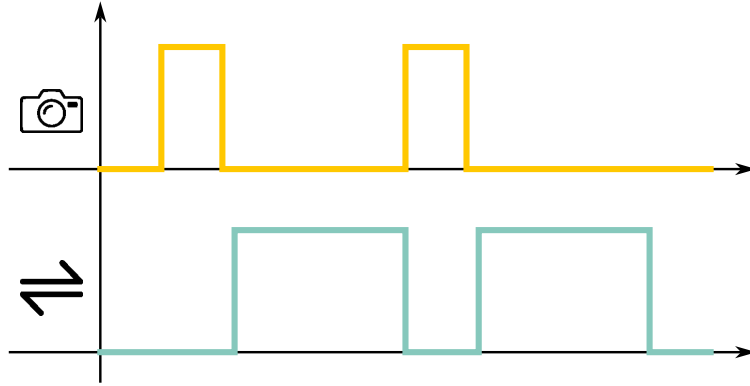


Figure 51: TriggerOverlap를 OFF로 설정하면 지연 시간이 매우 반복 가능하지만 현재 프레임이 내부 메모리로 전송될 때까지 다음 노출 시간을 허용할 수 없습니다. 위에서 아래로 센서 노출 및 판독 신호가 표시됩니다.

TriggerOverlap를 Readout으로 설정하면 노출 시간과 프레임 전송 사이의 지연 시간이 더 높은 불확실성의 영향을 받지만, 센서와 메모리 버퍼 간의 실제 전송 중에 다음 노출이 발생할 수 있습니다. 그림 52에서 볼 수 있듯이 이 모드의 유일한 제한은 다음 두 번의 전송 기간이 겹친다는 것입니다. 결론적으로, 이더넷 대역폭 제한에 따라 프레임 전송 결정성을 낮추는 대신 더 높은 카메라 프레임 속도를 달성할 수 있습니다.

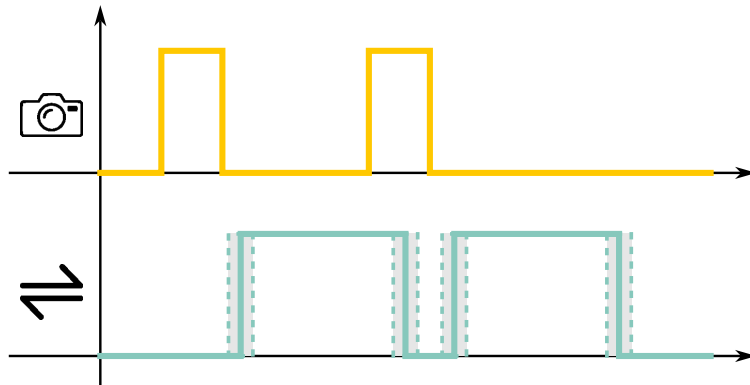


Figure 52: TriggerOverlap를 Readout으로 설정하면 현재 프레임이 내부 메모리로 전송될 때 다음과 같은 노출 시간을 허용할 수 있지만 불확실성이 높아져 지연 시간이 영향을 받습니다. 위에서 아래로 센서 노출 및 판독 신호가 표시됩니다.

판독 모드가 노출 시간에 미치는 영향

ExposureTime 값으로 제한됩니다:

- **ExposureTimeMin**: 사용자가 설정할 수 있는 최소 노출 시간입니다.

- **ExposureTimeMax**: 사용자가 설정할 수 있는 최대 노출 시간입니다.
- **ExposureTimeInc**: 노출 시간 증가/감소를 위한 불연속 단계의 값입니다.

ExposureTimeMax는 *TriggerOverlap* 구성(*Off* 및 *Readout*) 모두에 대해 상수입니다.

ExposureTimeMin과 *TriggerOverlap* = *Off*의 차이는 센서 모델에 따라 다르지만 일반적으로 무시할 수 있는 수준입니다.

*TriggerOverlap*은 주로 **ExposureTimeInc** 값에 영향을 미칩니다.

- *TriggerOverlap* = *Off*의 경우 노출 시간 세분화는 수십 나노초 단위로 매우 미세합니다.
- *TriggerOverlap* = *Readout*의 경우 노출 시간 세분성은 센서 라인 주기, 즉 이미지 센서가 한 라인을 읽는 데 필요한 시간과 밀접한 관련이 있습니다. 이 구성에서 노출 시간 증분은 센서 모델에 따라 다르지만 일반적으로 수십 마이크로초 단위입니다.

어쨌든 사용자가 설정한 **ExposureTime**은 현재 카메라 구성에 따라 장치에서 자동으로 조정됩니다.

6.3.2 Dual Exposure

Dual Exposure 기능을 사용하면 두 프레임을 최대한 가깝게 획득할 수 있으므로 빠르게 움직이는 물체나 다른 광원이 포함된 물체를 더 쉽게 검사할 수 있습니다. 이는 그림 53와 같이 첫 번째 센서 판독값과 두 번째 센서 노출값을 겹쳐서 얻을 수 있습니다.

기본적으로 **oeDualExposureEnable** 기능은 사용할 수 없습니다. Dual Exposure는 **TriggerMode**가 커짐으로 설정되어 있고 **TriggerOverlap**가 판독으로 설정된 경우에만 사용할 수 있습니다. **oeDualExposureEnable**가 커짐으로 설정되면 **AcquisitionBurstFrameCount**는 사라지고 자동으로 2로 설정됩니다.

Dual Exposure는 유효한 **TriggerSource**가 설정된 경우에만 사용할 수 있습니다. trigger은 아래에 설명된 프로세스를 시작합니다:

- 첫 번째 노출 시간 *EXPOSURE TIME 1*은 **ExposureMode** 설정을 따르며, 지속 시간은 하위 섹션 6.3.4에 설명된 대로 *Timed* 또는 *TriggerWidth*이 될 수 있습니다.
- 첫 번째 노출이 완료되면 센서 작동을 위해 *WAIT TIME 1*가 필요합니다. 이 시간은 두 프레임 사이에 달성할 수 있는 최소 시간 간격을 나타냅니다. 이 시간은 고정되어 있습니다.
- *EXPOSURE TIME 2*의 경우, 카메라가 첫 번째 센서 판독 중에 두 번째 노출을 시작하기 때문에 여기서 trigger이 겹치게 됩니다. *EXPOSURE TIME 2*은 *SENSOR READOUT 1*만큼 오래 지속됩니다. 이 시간은 고정되어 있습니다.
- 두 번째 노출 후 *WAIT TIME 2*이 발생하여 센서 작동 및 두 번째 프레임의 센서 판독을 허용합니다. 이 시간은 고정되어 있습니다.

모든 고정 시간은 센서에 따라 다르며 이중 노출 모드에서 올바른 카메라 작동을 위해 필요합니다. 이 값은 센서 구성(*ROI*, *Pixel Format*, *Binning* 및 *Decimation*)에 따라 다르며 **oeWaitTime1**, **oeExposureTime2** 및 **oeWaitTime2** 기능에서 읽을 수 있습니다.

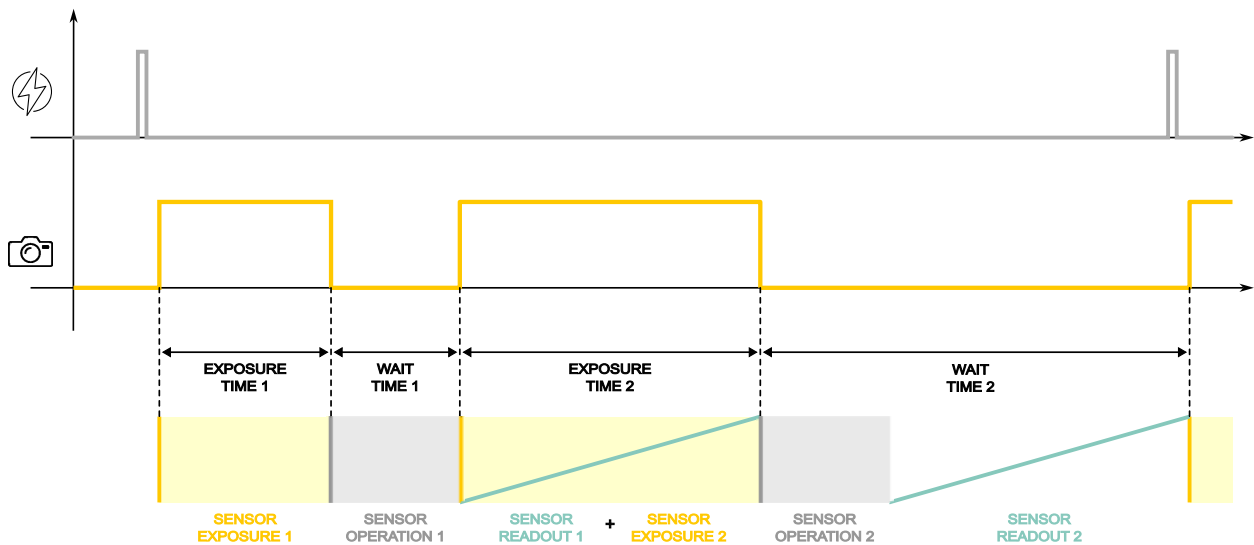


Figure 53: Dual Exposure 타이밍 및 작동. 위에서 아래로 trigger 신호, 센서 노출 신호 및 카메라 작동이 묘사되어 있습니다.

참고: 두 번째 *hardware trigger*은 전체 프로세스가 완료된 후, 즉 *WAIT TIME 2* 이후에만 발생할 수 있다는 점에 유의하세요. *WAIT TIME 1* 또는 *EXPOSURE TIME 2* 또는 *WAIT TIME 2* 중에 발생하는 모든 트리거링 신호는 무시됩니다.

참고: 머신 비전 시스템을 설계할 때 애플리케이션 요구 사항에 따라 카메라 모델을 올바르게 선택하려면 *WAIT TIME 1*을 고려해야 합니다.

참고: *Dual Exposure*이 활성화된 경우 *ChunkExposureTime*은 *EXPOSURE TIME 1*에 설정된 값(즉, *Exposure Time* 필드에 설정된 값)만 표시합니다.

6.3.3 Trigger delay

조명과 노출을 동기화하는 것이 어려울 수 있으므로 **TriggerDelay** 기능을 사용하여 센서의 노출 주기를 외부 조명에 적절히 맞출 수 있습니다.

예를 들어 조명과 카메라 노출을 모두 가능하게 하는 트리거링 장치의 상황을 생각해 보겠습니다. 정렬 상태가 좋지 않은 경우 센서에 의해 모든 빛이 수집되지 않아(그림 54 참조) 조명이 비효율적으로 비춰집니다.

TriggerDelay 기능을 사용하여 Itala 카메라의 노출 시간을 변경하여 일루미네이터를 제 시간에 완전히 커버할 수 있습니다(그림 55 참조)..

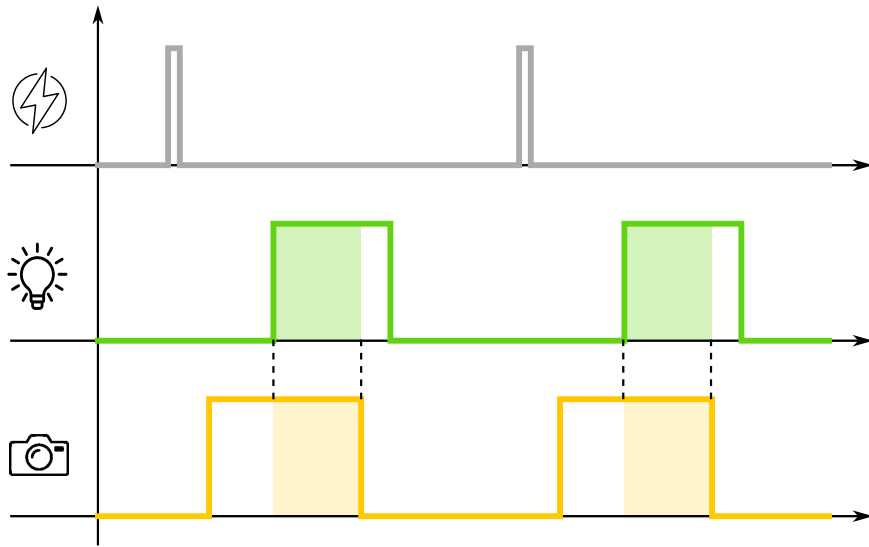


Figure 54: 조명과 카메라 노출 시간 간의 정렬이 잘못되었습니다. 위에서 아래로 trigger 신호, 조명 기간 및 카메라 노출 시간이 표시됩니다.

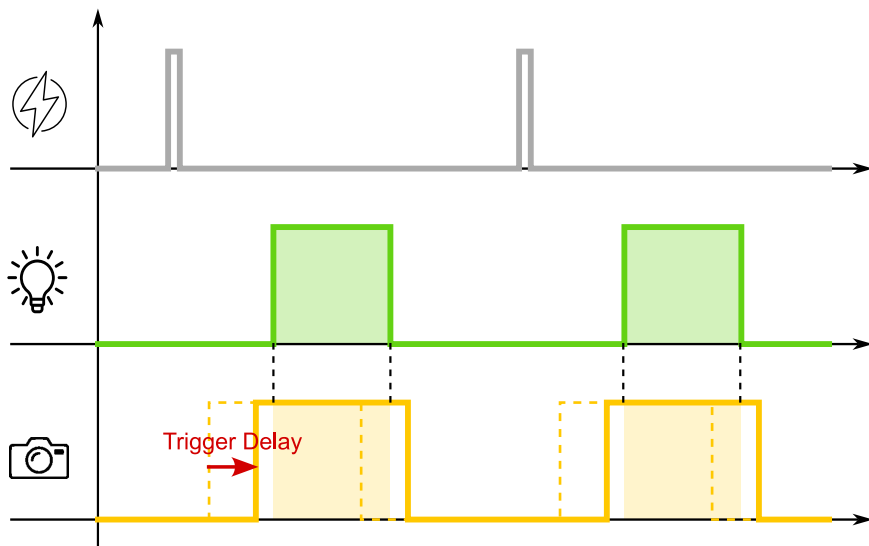


Figure 55: 조명과 카메라 노출 시간을 올바르게 정렬합니다. 위에서 아래로 trigger 신호, 조명 기간 및 카메라 노출 시간이 표시됩니다.

6.3.4 Timed 대 TriggerWidth Exposure Mode

노출 모드는 **Timed** 또는 **TriggerWidth** 중 하나를 선택할 수 있습니다.

Timed Exposure을 선택하면 *ExposureTime* 또는 *ExposureAuto* 기능을 사용하여 센서 노출 시간이 설정됩니다.

이 경우 노출 시간은 다음과 같이 표현할 수 있습니다:

$$SensorExposureTime = ExposureTime \quad (1)$$

예를 들어 *ExposureTime* = 500μs이면 이미지 센서가 500μs에 노출됩니다.

TriggerWidth Exposure를 선택하면 노출 지속 시간은 현재 trigger 신호 펄스의 폭과 동일합니다. 실제로 일부 이미지 센서의 경우 실제 노출 시간은 다음과 같이 계산할 수 있습니다:

$$SensorExposureTime = TriggerPulse + ExposureOffset \quad (2)$$

어디에:

- *SensorExposureTime*은 이미지 센서의 전체 노출 시간입니다.
- *TriggerPulse*는 외부 trigger 신호와 동일합니다.
- *ExposureOffset*는 이미지 센서가 빛을 수집하는 추가적인 고유 주기입니다.

이 경우 카메라에 공급되는 trigger 펄스가 500μs와 같으면 센서 노출 오프셋의 고유 기여도도 고려해야 하므로 전체 노출 시간이 500μs보다 길어집니다.

일반적으로 노출 오프셋은 이미지 센서에 따라 다르며 단위/수십 마이크로초 단위로 설정됩니다.

참고: **TriggerWidth Exposure**를 선택하면 **ExposureTime** 필드가 최대 허용 펄스 폭으로 작동합니다. 더 큰 펄스 폭을 가진 trigger 신호를 제공하면 노출 시간이 **ExposureTime** 필드에 클램핑된 캡처 프레임이 생성됩니다.

참고: **TriggerWidth Exposure**를 선택하면 **ChunkExposureTime**은 **ExposureTime** 필드에 설정된 값을 표시합니다.

6.3.5 Image Compression

이미지 압축 기능을 사용하면 캡처한 프레임을 무손실 알고리즘으로 압축할 수 있습니다.

알고리즘의 압축 비율은 일정한 값이 있는 것이 아니라 가변적이며 캡처한 이미지에 따라 달라집니다. 특히 이 비율은 이미지를 구성하는 픽셀의 엔트로피에 반비례합니다. 따라서 압축률은 이미지 노이즈의 영향을 받기 때문에 낮은 계인 레벨을 사용하는 것이 좋습니다. 일반적인 압축 비율은 1.5에서 2 사이입니다.

이미지 압축을 활성화하면 이미지 페이로드 크기를 줄일 수 있으므로 동일한 대역폭에서 프레임 속도를 높일 수 있습니다. 이는 링크 대역폭이 고정되어 있다고 가정할 때 이미지 페이로드 크기(노출 시간, 촬영 모드, 비닝 및 데시메이션과 같은 기타 이미지 처리 기능과 함께)가 카메라의 프레임 속도를 제어하기

때문입니다(DeviceLinkThroughputLimit 섹션의 6.1.1 함수 참조)..

이미지 압축을 활성화하려면 **oeImageCompressionEnable** 파라미터를 설정하세요. 압축이 활성화되면 카메라가 자동으로 프레임을 압축하고 새 이미지 페이로드 크기를 계산한 후 사용 가능한 모든 대역폭인 (DeviceLinkThroughputLimit)을 차지하도록 새 크기 값으로 프레임 속도를 조정합니다. 그 결과 알고리즘이 카메라의 속도를 최대한 높입니다.
이러한 모든 작업은 압축이 활성화된 상태에서만 카메라가 자동으로 수행하므로 사용자가 할 일은 다른 카메라 매개변수를 구성하는 것뿐입니다.

이미지 압축이 켜져 있을 때만 카메라가 달성할 수 있는 최대 프레임 속도는 **oeMaxFrameRate** 파라미터로 표시되며, 절대 최대 프레임 속도는 이미지 센서의 속도에 의해 정의됩니다.

참고: 이미지 압축은 8비트 크기의 픽셀 형식만 지원합니다: 모노8, 베이어RG8, 베이어GR8, 베이어GB8, 베이어BG8, 폴라라이즈드00모노8, 폴라라이즈드00베이어RG8, 폴라라이즈드00베이어GR8, 폴라라이즈드00베이어GB8 및 폴라라이즈드00베이어BG8입니다.

참고: **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**가 **oeLinkThroughput**로 설정된 경우 이미지 압축이 지원됩니다.

참고: 이미지 압축이 활성화된 경우 청크 데이터는 지원되지 않습니다.

압축 해제 알고리즘은 Opto Engineering® GenTL 프로듀서(.cti)에서 구현되므로 Opto Engineering® GenTL 프로듀서(.cti)를 사용하지 않는 타사 소프트웨어에서는 압축을 해제할 수 없습니다.

그림 56는 두 대의 카메라가 1Gbps의 대역폭을 공유하고 각 카메라에 0.5Gbps의 대역폭이 있는 구현의 예를 보여줍니다. 압축을 통해 2배의 속도를 얻을 수 있다면 두 카메라의 대역폭이 절반임에도 불구하고 동일한 프레임 속도를 얻을 수 있습니다.

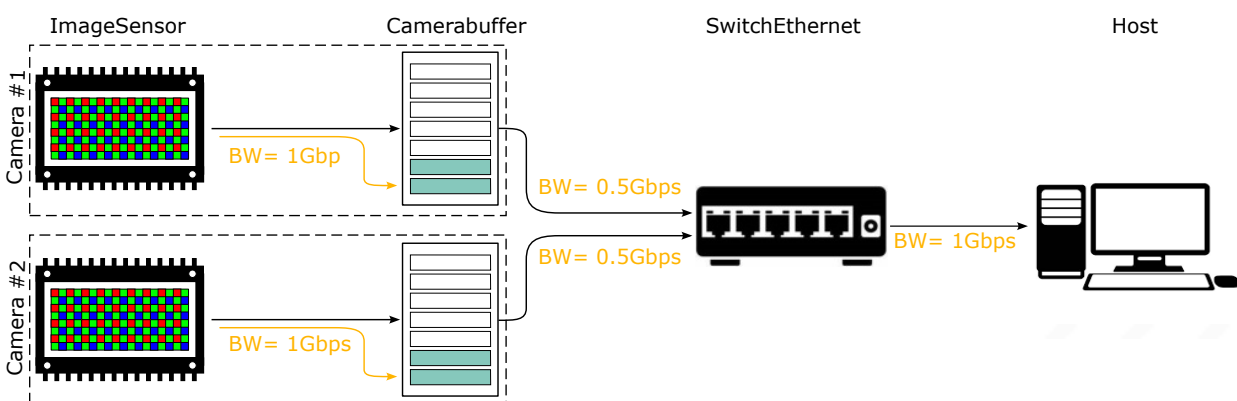


Figure 56: 이미지 압축이 활성화된 멀티 카메라 시스템의 예시입니다.

6.4 Analog Control

이 섹션에서는 게인, 블랙 레벨, 감마 등 이미지의 아날로그 기능에 영향을 미치는 방법에 대해 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
Gain	선택한 게인을 절대 물리적 값으로 제어합니다.	IFloat	RW
GainAuto	자동 게인 제어(AGC) 모드를 설정합니다.	IEnumeration	RW
oeGainAutoMin	자동 게인 알고리즘의 하한 설정	IFloat	RW
oeGainAutoMax	자동 게인 알고리즘의 상한 설정	IFloat	RW
BlackLevel	아날로그 블랙 레벨을 절대적인 물리적 값으로 제어합니다.	IFloat	RW
BalanceRatioSelector	제어할 밸런스 비율을 선택합니다.	IEnumeration	RW
BalanceRatio	선택한 색상 구성 요소의 비율을 제어합니다.	IFloat	RW
BalanceWhiteAuto	컬러 채널 간의 자동 화이트 밸런싱 모드를 제어합니다. 화이트 밸런싱 비율이 자동으로 조정됩니다.	IEnumeration	RW
oeGammaEnable	감마 보정을 활성화합니다. LUT 기능이 비활성화됩니다.	IBoolean	RW
Gamma	픽셀 강도의 감마 보정 제어	IFloat	RW

Table 18: Analog Control 특징

6.4.1 Gain

Gain는 저조도 환경에서도 이미지 밝기를 높이기 위해 픽셀 값에 적용되는 승수입니다. 그러나 센서 게인은 무차별적으로 유용한 신호와 원치 않는 노이즈에 영향을 미칩니다. 그림 57에서 볼 수 있듯이 이미지 밝기는 게인에 비례하여 증가하지만 과도한 노이즈로 인해 게인 값이 높은 경우 이미지 품질이 저하될 수 있습니다.



Figure 57: 다양한 게인 이미지

6.4.2 화이트 밸런스

white balance 기능을 사용하면 컬러 카메라의 세 가지 컬러 채널(R, G, B)의 응답을 조정할 수 있습니다. 일반적으로 컬러 센서는 세 가지 색상 좌표에 대해 서로 다른 감도를 갖는데, 이는 주로 이미지 센서 위에 있는 바이엘 필터의 반응이 다르기 때문입니다.

그림 58(왼쪽 그림)는 컬러 센서의 일반적인 특성을 보여줍니다. 완벽하게 균일한 외부 조명(즉, 평면 스펙트럼)의 경우에도 픽셀 응답이 균일하지 않으므로(회색 레벨의 평균값이 다름) 녹색 픽셀이 빨간색과 파란색 픽셀보다 밝아집니다.

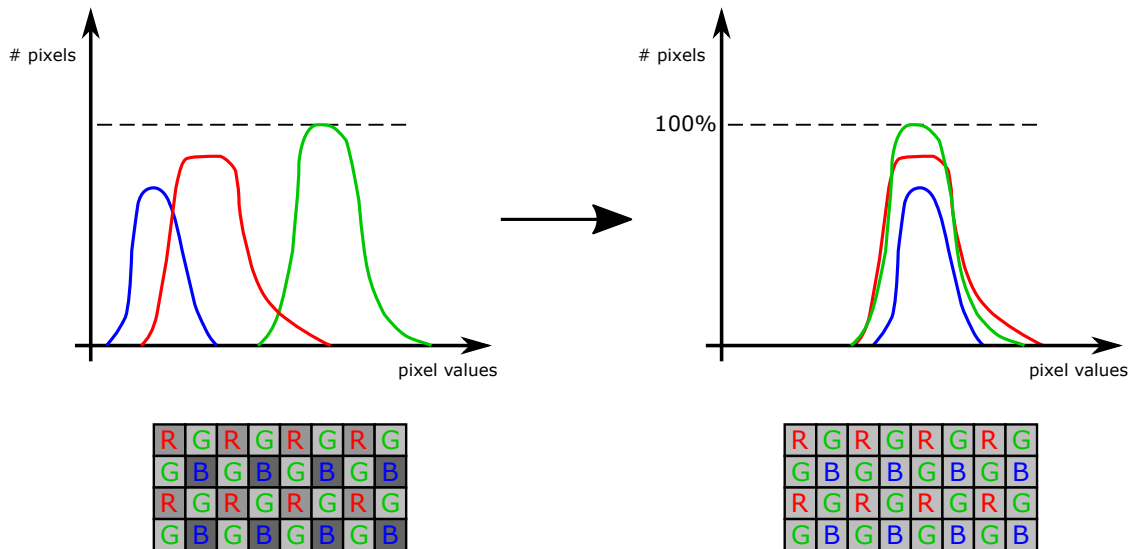


Figure 58: 왼쪽은 컬러 센서의 일반적인 스펙트럼 감도 히스토그램입니다. 오른쪽은 화이트 밸런스 카메라의 히스토그램입니다.

이러한 불균일성을 해결하기 위해 세 가지 색상 채널에 스케일링 계수를 적용할 수 있습니다:

$$R_{out} = K_{red} * R_{in} \quad (3)$$

$$G_{out} = K_{green} * G_{in} \quad (4)$$

$$B_{out} = K_{blue} * B_{in} \quad (5)$$

이 작업을 더욱 단순화하기 위해 색상 채널을 일정하게 유지할 수 있습니다(일반적으로 녹색은 베이어 타일의 기본 색상이므로 녹색으로 유지). 따라서 빨간색 및 파란색 채널의 화이트 밸런스 계수는 다음과 같이 쓸 수 있습니다:

$$R_{out} = K_{red} * R_{in} \quad (6)$$

$$G_{out} = G_{in} \quad (7)$$

$$B_{out} = K_{blue} * B_{in} \quad (8)$$

어디에:

$$K_{red} = G_{in} / R_{in} \quad (9)$$

$$K_{blue} = G_{in} / B_{in} \quad (10)$$

마지막 방정식에서와 같이 **BalanceRatio**를 사용하면 K_{red} 및 K_{blue} 계수를 설정할 수 있는 반면 K_{green} 은 1로 고정됩니다.

화이트 밸런스 절차의 효과는 그림 58(오른쪽 그림)에 나와 있습니다. 세 채널이 균등화되고 평균 회색 레벨이 동일하게 표시됩니다.

Itala 카메라는 세 가지 색상 좌표의 균형을 자동으로 맞출 수 있는 기능을 제공하는데, 이를 위해서는 **BalanceWhiteAuto** 기능을 활성화해야 합니다.

BalanceWhiteAuto 알고리즘은 회색 세계 근사치에 의존합니다. 이 가정은 균형이 잘 잡힌 컬러 이미지에서 존재하는 모든 색상의 평균이 중성 회색이라는 전제를 바탕으로 합니다.

따라서 완벽한 화이트 밸런스를 얻으려면 다음 단계를 수행하세요:

- free-run 획득을 시작합니다;
- 이미지의 모든 ROI(관심 영역)를 커버하는 균일한 샘플(예: 흰색 중성 배경)을 삽입해야 합니다;
- BalanceWhiteAuto(*Continuous mode* 또는 *Once mode*)을 활성화합니다;
- *Continuous mode* 자동 화이트 밸런스의 경우, 보정을 수행한 후 BalanceWhiteAuto을 비활성화합니다;
- 균일한 중립 배경을 제거합니다;
- 이제 카메라의 균형이 잡히고 사용할 준비가 되었습니다.

자동 화이트 밸런스 절차의 예는 그림 59에 나와 있습니다. 왼쪽에는 보정되지 않은 이미지가 표시되고 오른쪽에는 화이트 밸런스가 보정된 사진이 표시됩니다.

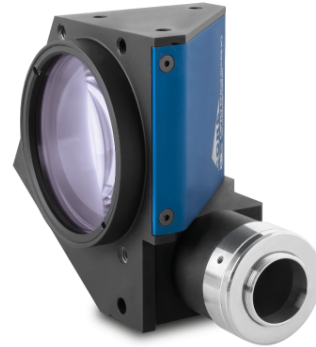
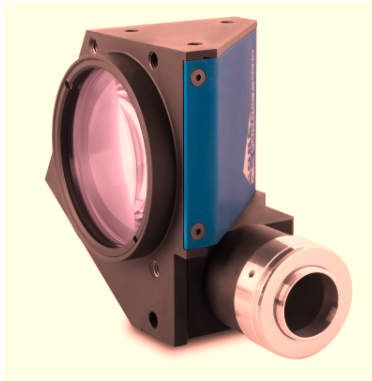


Figure 59: 왼쪽에는 보정되지 않은 이미지가 표시되고 오른쪽에는 화이트 밸런스가 보정된 사진이 표시됩니다.

6.4.3 Gamma correction

감마 보정은 11 공식을 따르는 비선형 연산입니다:

$$V_{out} = V_{in}^{\gamma} \quad (11)$$

여기서 V_{out} 는 감마 보정 후 픽셀 n 의 그레이 레벨, V_{in} 은 픽셀 n 의 그레이 레벨, γ 는 비선형 변환에 사용되는 계수로, **Gamma** 기능으로 설정합니다.

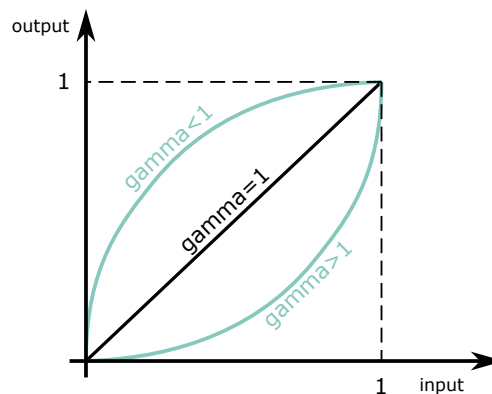


Figure 60: $\gamma = 1$, $\gamma < 1$ 및 $\gamma > 1$ 에 대한 감마 보정 곡선입니다. X축과 Y축이 정규화되었습니다.

이 작업은 그림 60에 명확하게 나와 있습니다. '검정' 및 '흰색' 픽셀은 보정 후에도 동일하게 유지되지만, 다른 회색 픽셀은 비선형 곡선에 다시 매핑되어 γ 값에 따라 어둡거나 밝은 특징을 향상시킵니다.

그림 61에는 감마 보정 적용 예시가 나와 있습니다.

$\gamma < 1$ 는 어두운 영역의 값 범위를 확장하고 밝은 영역은 압축하므로 이미지의 어두운 부분의 특징을 볼 때 유용합니다. 반대로 $\gamma > 1$ 는 어두운 영역의 값 범위를 압축하고 밝은 영역은 확장하므로 이미지의 밝은 부분의 특징을 볼 때 유용합니다.

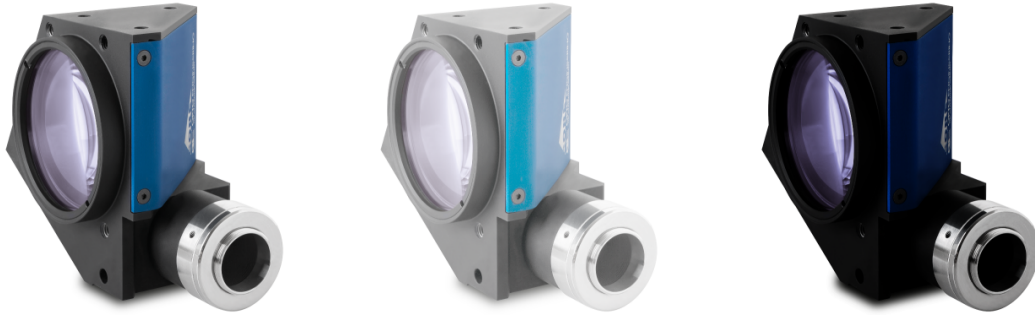


Figure 61: 서로 다른 γ 값으로 촬영한 이미지: 왼쪽 $\gamma = 1$, 가운데 $\gamma < 1$, 오른쪽 $\gamma > 1$

LUT 기능이 활성화된 경우 감마 보정을 사용할 수 없다는 점에 유의하세요(섹션 6.6.1 참조).

6.4.4 Black level

BlackLevel은 이미지의 모든 픽셀에 추가할 수 있는 회색 레벨로 표시되는 오프셋 값입니다. 이미지에 black level 값을 추가하면 픽셀 히스토그램이 채도 수준으로 이동하는 효과가 있습니다(그림 62 참조).

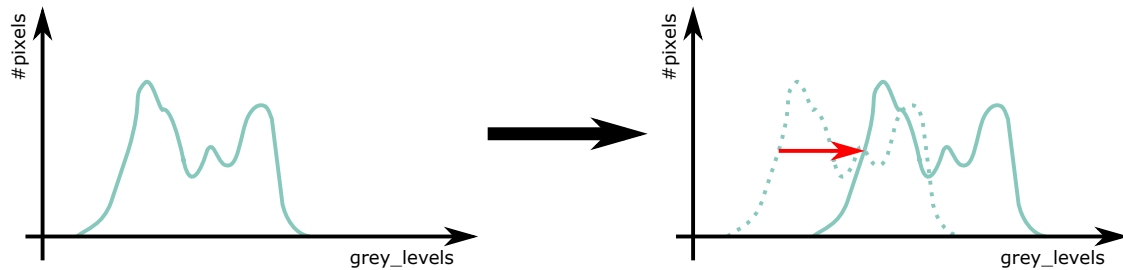


Figure 62: black level는 픽셀 히스토그램을 더 높은 픽셀 값으로 이동시킵니다.

6.5 OE Auto Functions Control

이 섹션에는 자동 노출 및 자동 게인 제어와 관련된 모든 기능이 포함되어 있습니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
oeAutoTargetBrightness	자동 게인 및 자동 노출 기능에서 사용하는 이미지의 원하는 밝기 수준(% 단위)	Integer	RW
oeResultingBrightness	이미지의 실제 밝기 수준(% 단위)	Integer	R
oeAutoDampingFactor	자동 게인 및 자동 노출 기능에서 알고리즘 진동을 줄이기 위해 사용하는 제어 값(% 단위)	Integer	RW
oeAutoConfidence	자동 게인 및 자동 노출 기능에서 사용하는 목표 값 주변의 히스테리시스입니다. 값이 클수록 이미지 안정성이 향상되지만 밝기 오차가 증가합니다.	Integer	RW
oeAutoAOIWidth	자동 함수 계산에 사용되는 영역의 너비(픽셀 단위)	Integer	RW
oeAutoAOIHeight	자동 함수 계산에 사용되는 영역의 높이(픽셀 단위)	Integer	RW
oeAutoAOIOffsetX	원점에서 자동 함수 계산에 사용되는 영역까지의 수평 오프셋 (픽셀 단위)	Integer	RW

oeAutoAOIOffsetY	원점에서 자동 함수 계산에 사용되는 영역까지의 수직 오프셋 (픽셀 단위)	Integer	RW
------------------	--	---------	----

Table 19: OE Auto Functions Control 특징

6.5.1 OE Autoexposure/Autogain

충분한 밝기를 얻기 위해 필요한 정확한 노출 시간을 미리 알 수 없거나 시간 경과에 따라 대상의 조도가 변하는 경우, **autoexposure** 및 **autogain** 기능을 사용하면 외부 조명 조건이 일정하지 않더라도 안정적인 밝기 수준을 얻을 수 있습니다.

예를 들어, 그림 63을 살펴보면 촬영 시작 시(즉, 첫 번째 캡처) 이미지의 평균 그레이 레벨 값은 50입니다. 일반적으로 좋은 노출은 전체 스케일 범위의 절반(8비트 이미지의 경우 약 127) 중앙에 위치하므로 전체 다이내믹의 평균 그레이 레벨 값은 50%를 **oeAutoTargetBrightness** 기능에서 설정할 수 있습니다. 따라서 그림 63에서 볼 수 있듯이 원하는 밝기인 127을 달성하기 위해 평균 그레이 레벨 값이 자동으로 조정됩니다.

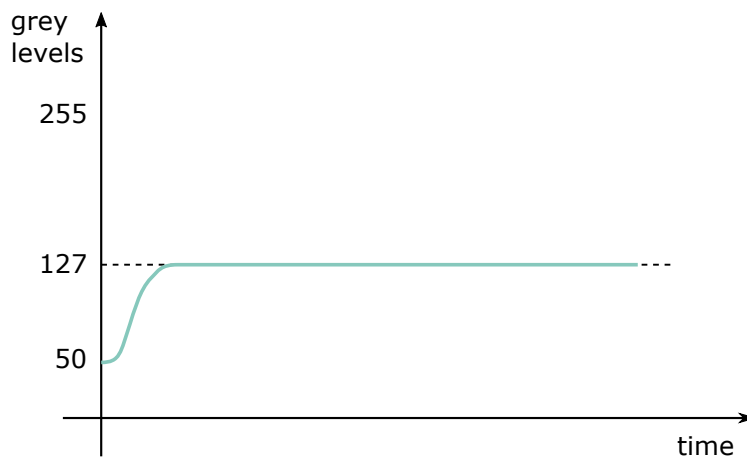


Figure 63: autoexposure가 활성화되었을 때의 시간 경과에 따른 평균 회색 레벨 값의 변화입니다.

노출 시간이 지속적으로 조정되는 것을 방지하기 위해 **oeAutoConfidence** 기능으로 특정 임계값을 설정할 수 있습니다. 이렇게 하면 알고리즘이 외부의 작은 조명 변동에 더 민감해지고 일정한 그레이 레벨 변동이 있는 경우에만 활성화됩니다(그림 64 참조).

autogain/autoexposure 알고리즘의 동작은 **oeAutoDampingFactor** 노드를 통해 조정할 수 있습니다. 이 파라미터의 값이 낮으면 안정성은 높지만 응답 속도가 느려지고, 반대로 값이 높으면 알고리즘의 속도는 빨라지지만 불안정한 동작이 발생할 수 있습니다(그림 65 참조).

조명 조건이 좋지 않은 경우 원하는 밝기 수준에 도달하기 위해 긴 노출 시간이 필요하며, 경우에 따라 이러한 상황으로 인해 카메라 프레임 속도가 원치 않게 감소할 수 있습니다.

이 조건을 피하기 위해 autoexposure 알고리즘에 의해 계산된 노출 시간을 고정하고 제한할 수 있는 최

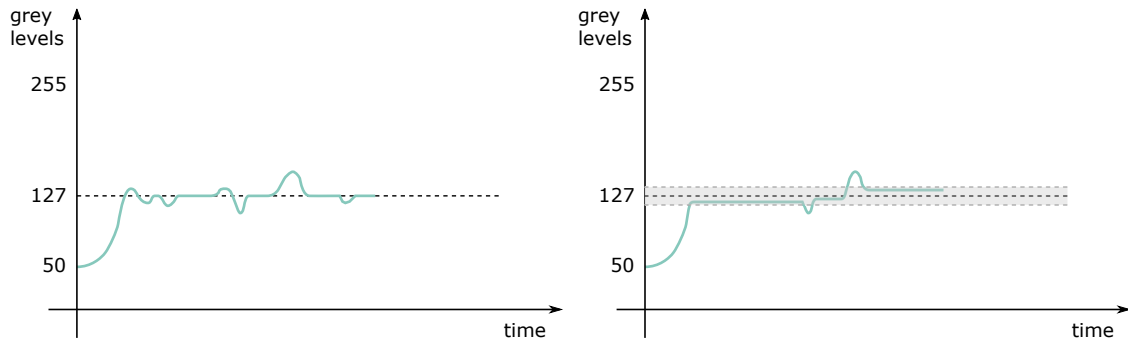


Figure 64: 외부 조명의 변화(왼쪽 그림)로 인한 노출 시간의 지속적인 조정은 목표 밝기(오른쪽 그림) 주변에 신뢰도 값을 추가하여 속도를 늦출 수 있습니다.

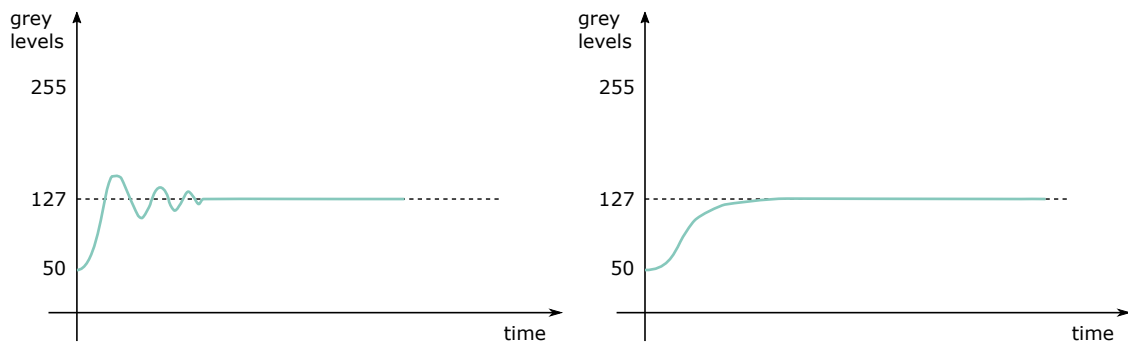


Figure 65: 감쇠 계수가 낮은 경우(왼쪽 그림) 알고리즘은 응답이 빠르지만 진동이 증가할 수 있으며, 감쇠 계수가 높은 경우(오른쪽 그림) 알고리즘은 안정적이지만 수렴하는 데 시간이 오래 걸릴 수 있습니다.

소 및 최대 노출 시간을 설정할 수 있습니다(예: 각각 **oeExposureAutoMin** 및 **oeExposureAutoMax**). 예를 들어 그림과 같이 원하는 밝기를 얻기 위해 필요한 노출 시간이 **oeExposureAutoMax** 값보다 큰 경우, 목표 회색 레벨에 도달할 수는 없지만 결과 프레임 속도는 지나치게 긴 노출 시간으로 영향을 받지 않습니다.

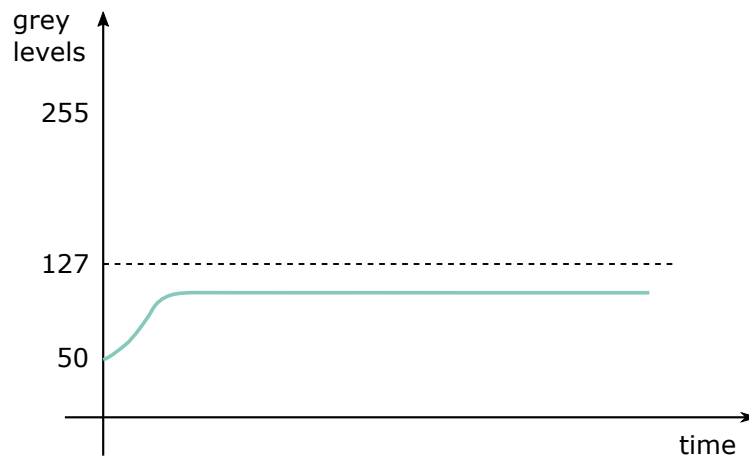


Figure 66: oeExposureAutoMax를 설정하면 목표 밝기에 도달하지 못할 수 있지만 장시간 노출이 방지되어 카메라 프레임 속도가 저하되는 것을 방지할 수 있습니다.

6.6 LUT Control

이 장의 기능에서는 Look-up table (LUT) 관련 기능에 대해 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
LUTSelector	제어할 LUT를 선택합니다.	IEnumeration	RW
LUTEnable	선택한 LUT를 활성화합니다.	IBoolean	RW
LUTIndex	선택한 LUT에서 액세스할 계수의 인덱스(오프셋)를 제어합니다.	Integer	RW
LUTValue	LUTSelector가 선택한 LUT의 LUTIndex 항목 값을 반환합니다.	Integer	RW

Table 20: LUT Control 특징

6.6.1 LUT

LUT (Look-up-table) 기능을 사용하면 픽셀 수준에서 변환을 설정할 수 있습니다. LUT 입력의 특정 그레이 레벨을 새로운 그레이 레벨 값으로 대체할 수 있습니다. 동일한 그레이 레벨 값을 가진 모든 픽셀은 동일한 방식으로 처리됩니다.

첫 번째 그래프에서는 LUT가 적용되지 않아 출력 그레이 레벨이 입력 그레이 레벨과 같고(예: 그레이 레벨 127은 LUT의 출력에서도 127로 유지됨), 두 번째 그래프에서는 이진 임계값이 적용되어 그레이 레벨 값이 127(8비트 이미지의 경우) 미만인 모든 픽셀은 0(검정)으로 설정되고 나머지 픽셀은 255(흰색)로 설정되어 있음을 볼 수 있습니다.

그림 68에는 이전 두 가지 변환의 결과가 나와 있습니다.

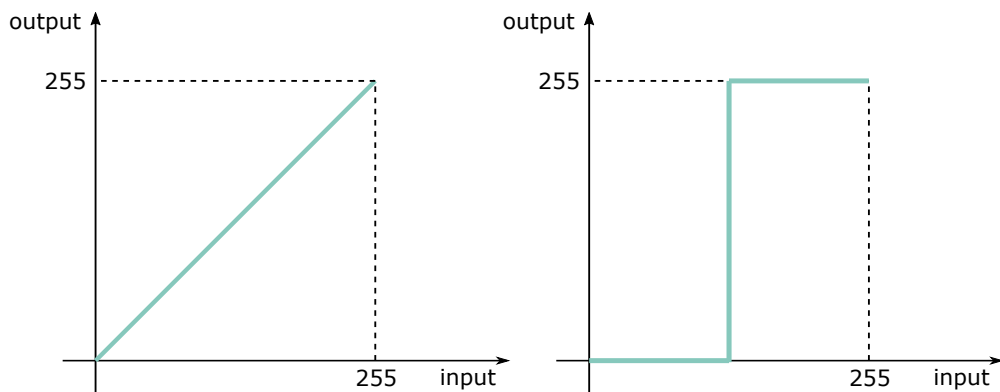


Figure 67: 두 가지 일반적인 인투아웃 전송 함수: 왼쪽에는 LUT가 적용되지 않고 오른쪽에는 이진 임계값이 채택됩니다.

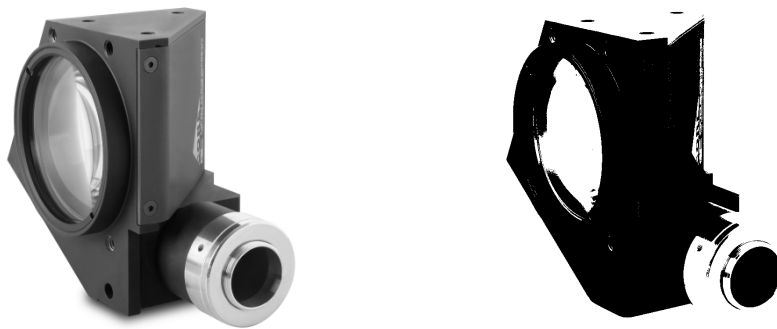


Figure 68: 왼쪽에는 LUT가 적용되지 않고 오른쪽에는 이진 임계값이 채택됩니다.

감마 기능이 활성화된 경우 LUT를 사용할 수 없습니다(섹션 6.4.3 참조).
Itala View의 LUT 마법사에 대한 자세한 내용은 4.7.4 섹션을 참조하세요.

6.7 Color transformation control

Color Transformation 섹션에서는 디바이스의 색상 변환과 관련된 모든 기능에 대해 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	액세스
ColorTransformationSelector	다양한 색상 변환 기능으로 제어할 색상 변환 모듈을 선택합니다.	IEnumeration	RW
ColorTransformationEnable	선택한 색상 변환 모듈을 활성화합니다.	IBoolean	RW

ColorTransformationValueSelector	선택한 색상 변환 모듈에서 액세스할 변환 행렬의 계인 계수 또는 오프셋을 선택합니다.	IEnumeration	RW
ColorTransformationValue	트랜스폼 행렬 내에서 선택한 계인 팩터 또는 오프셋 값을 나타냅니다.	IFloat	RW

Table 21: Color Transformation Control 특징

6.7.1 Color Correction Matrix (CCM)

이미지의 색상은 카메라 컬러 필터와 무엇보다도 조도에 따라 달라지기 때문에 좋은 색 충실도를 얻는 것은 어려울 수 있습니다.

조명은 애플리케이션에 따라 다르므로 적절한 색 충실도를 얻기 위해 색상을 보정해야 하는 경우가 있습니다.

Color Correction Matrix (CCM)을 사용하면 다음과 같이 계인/오프셋에 작용하여 이미지의 출력 색상을 조정할 수 있습니다:

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Gain00 & Gain01 & Gain02 \\ Gain10 & Gain11 & Gain12 \\ Gain20 & Gain21 & Gain22 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Offset_0 \\ Offset_1 \\ Offset_2 \end{bmatrix}$$

여기서 R', G', B' 은 보정된 색상 좌표이고, R, G, B 는 보정되지 않은 색상 좌표입니다.

계인 및 오프셋은 사용자가 자유롭게 편집할 수 있지만, 우수한 보정을 위해 마법사가 이미 개발되어 Itala View에서 사용할 수 있습니다. 이 보정 절차의 단계를 보려면 4.7.6 단락을 참조하세요.

색 보정 매트릭스는 색 공간 간 변환에도 사용됩니다. 예를 들어, YUV 픽셀 포맷을 선택하면 카메라가 자동으로 올바른 계수를 로드하여 RGB에서 YUV 색 공간으로 전환합니다:

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix}$$

CCM 계수를 적절하게 조정하려면 섹션 4.7.6을 참조하세요.

6.7.2 올바른 색상 보정을 수행하는 방법

Itala 카메라로 올바른 색상 보정을 수행하려면 Itala View를 사용할 수 있으며 다음 단계를 수행할 수 있습니다:

1. 적절한 조명이 주어지면 *Horizontal line profile* 탭(중앙 하단 패널)을 선택하고 색상 검사기 하단에 그레이스케일 값만 포함하는 ROI를 그립니다(그림 69).
2. 표시된 이미지의 각 그레이스케일 타일은 색상 검사기에 의해 부과된 기준값과 일치해야 합니다. 따라서 이 완벽한 일치를 달성하려면 *ExposureTime*과 *Gamma* 값을 조정해야 합니다(그림 70). 지금은 녹색 채널만 고려하세요(현재 픽셀 값은 이미지 표시 패널의 오른쪽 하단에 표시됨).

3. 녹색 채널이 올바르게 조정되면 *BalanceRatioSelector* 및 *BalanceRatio* 기능을 사용하여 빨간색 및 파란색 채널에 대해 동일한 작업을 수행합니다.
이 단계에서는 *Balance white auto* 기능을 사용하지 말고 *Horizontal line profile* 탭을 계속 모니터링하세요. R, G, B 커브가 겹쳐지면 화이트 밸런스가 최적으로 설정됩니다(그림 71).
4. 이제 *Tool*의 Itala View 패널에 있는 전용 마법사를 사용하여 색상 보정을 수행할 수 있습니다: *Color Correction Wizard*의 올바른 사용에 대한 지침은 4.7.6 단락(그림 72)에 나와 있습니다.
보정이 완료되면 결과는 그림 73에 표시된 것과 유사합니다.

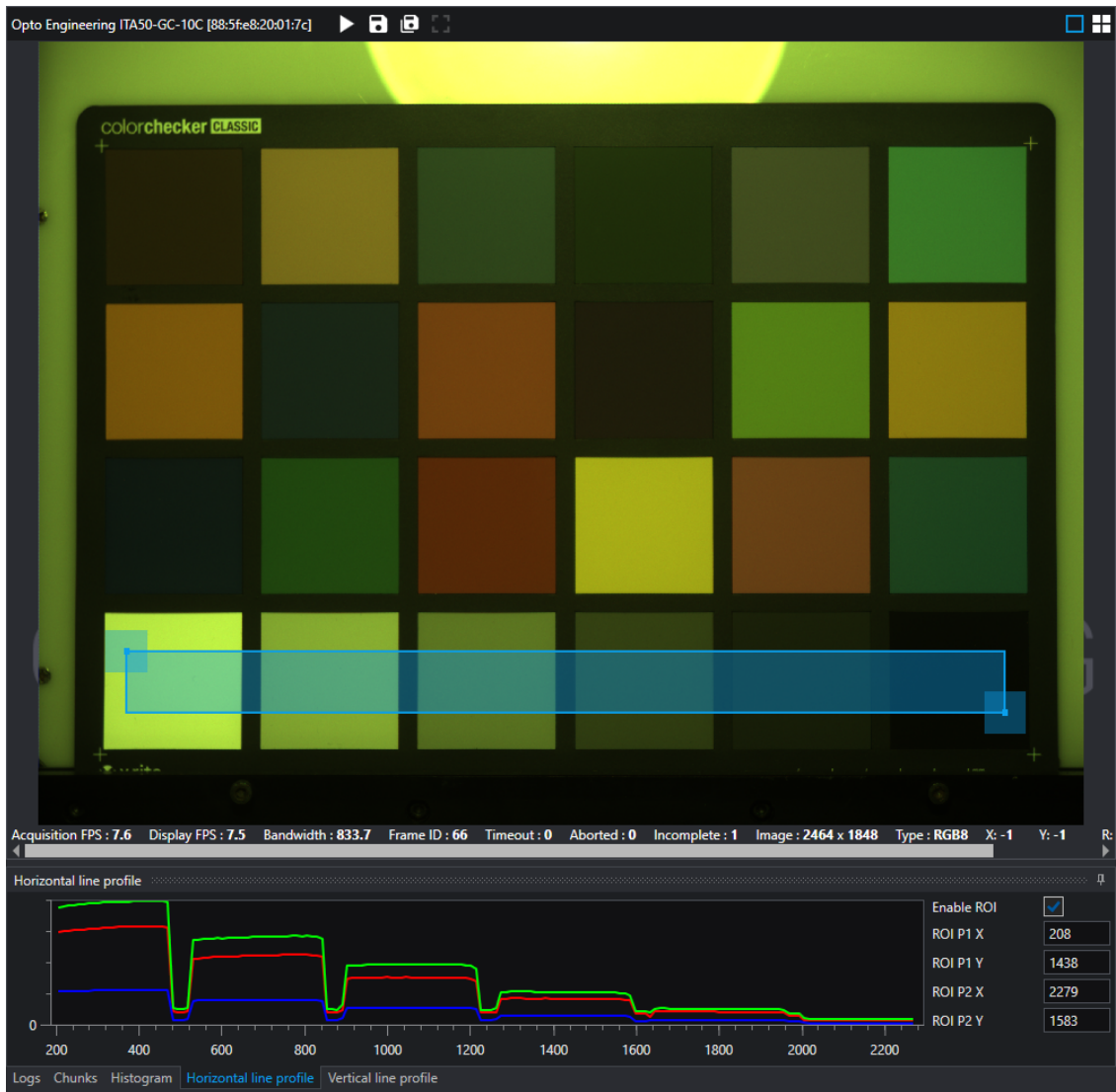


Figure 69: 색상 보정 절차의 첫 번째 단계: 적절한 ROI(색상 검사기의 그레이스케일 타일만 포함)를 설정하고 수평선 프로파일러에 결과를 표시합니다.

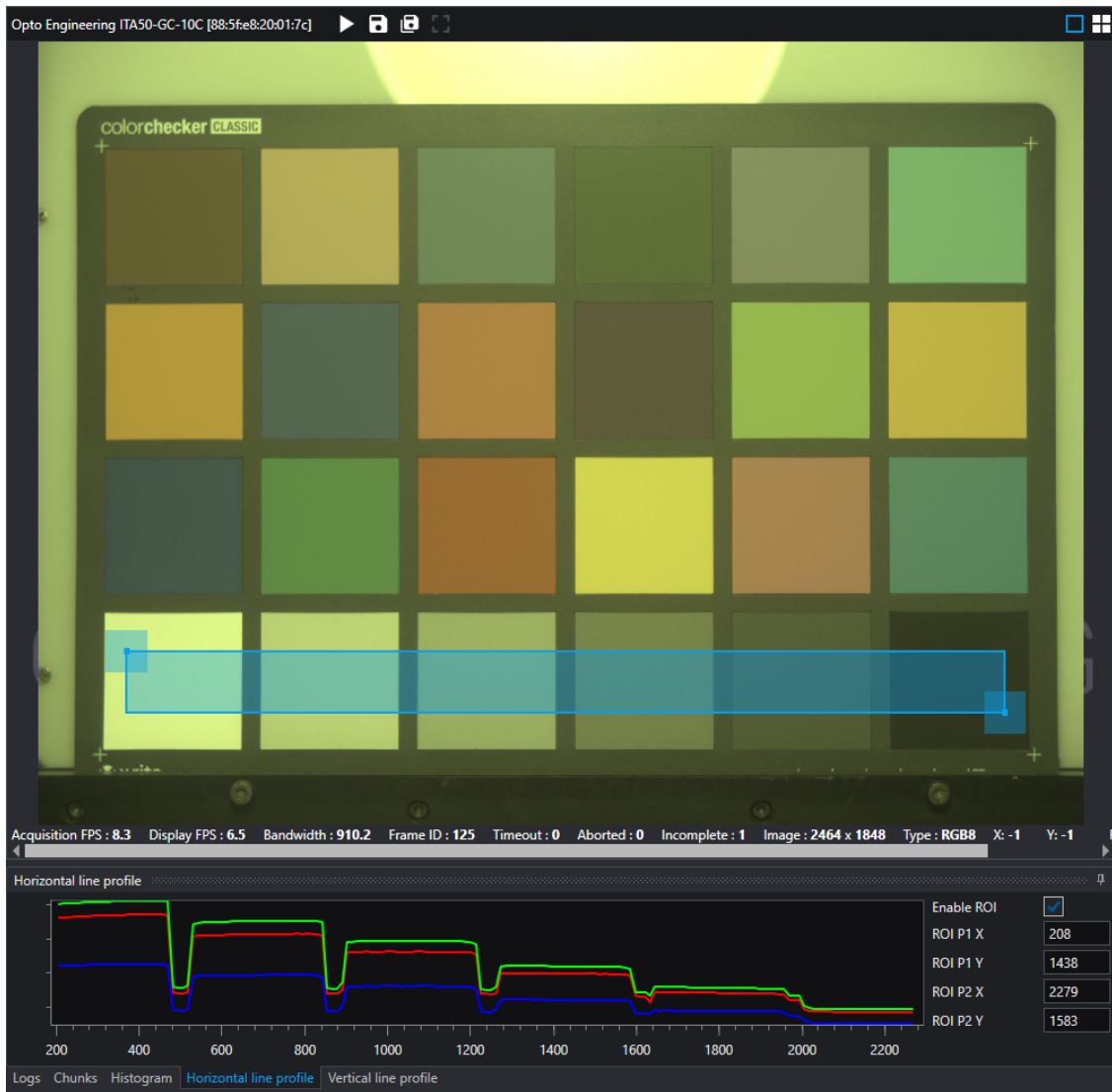


Figure 70: 색상 보정 절차의 두 번째 단계입니다: 녹색 채널이 색상 검사기에 의해 부과된 값과 일치하도록 *Exposure Time* 및 *Gamma*을 조정합니다.

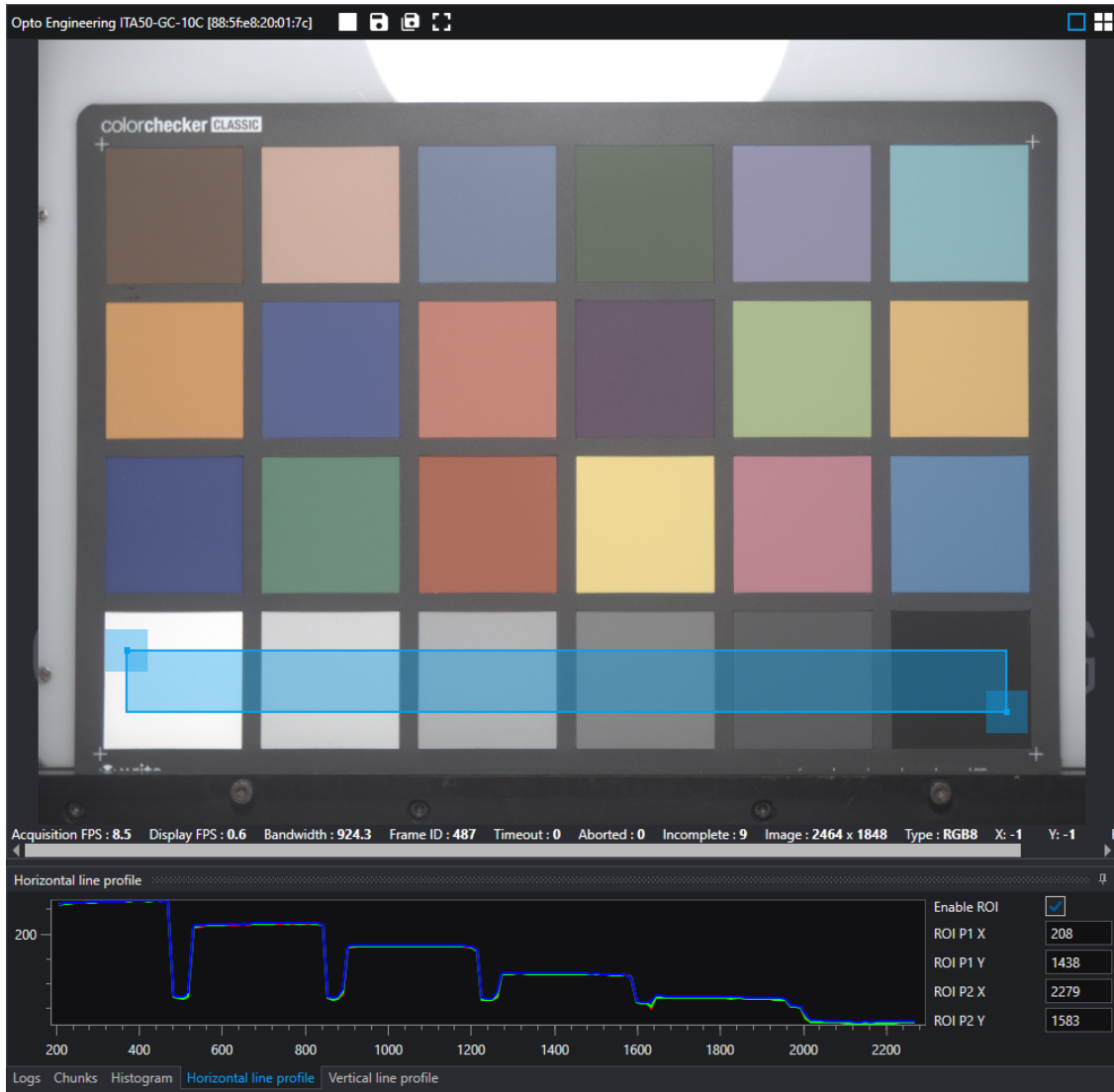


Figure 71: 색상 보정 절차의 세 번째 단계: *BalanceRatio* 기능을 사용하여 빨간색 및 파란색 채널을 조정하여 수평선 프로파일 탭에서 세 가지 색상 곡선이 모두 겹쳐지도록 합니다.

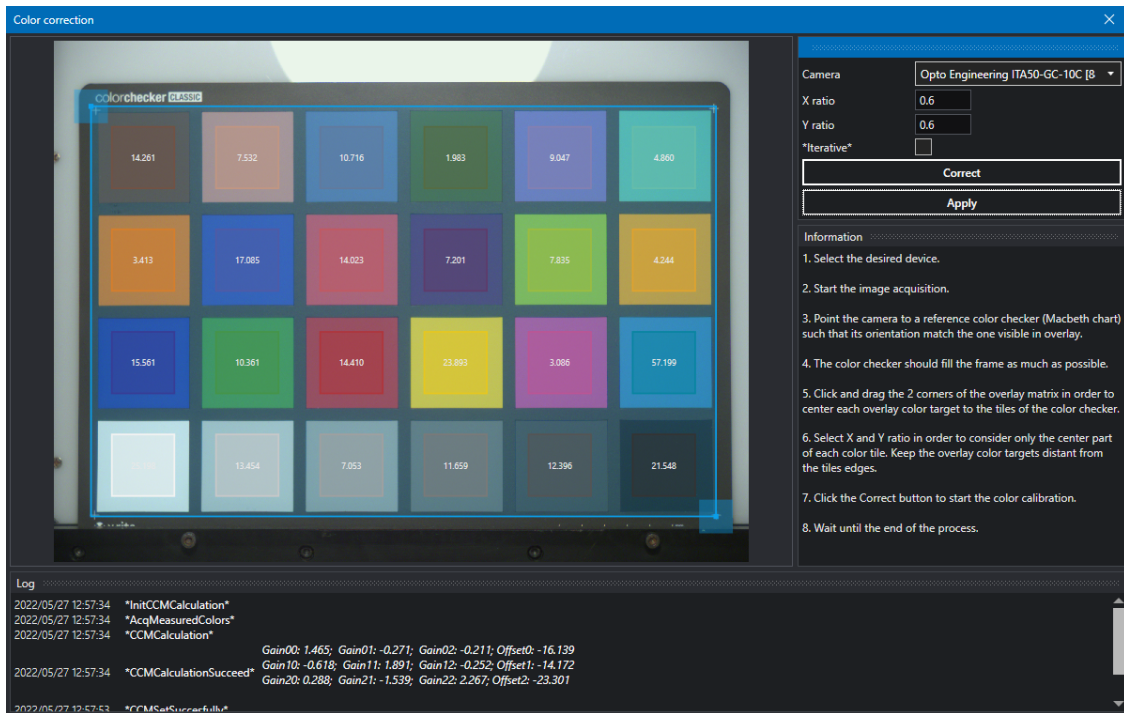


Figure 72: 색상 보정 절차의 네 번째 단계: Itala View의 *Color Correction Wizard*을 사용하여 마법사의 팁에 따라 색상 보정을 수행합니다.

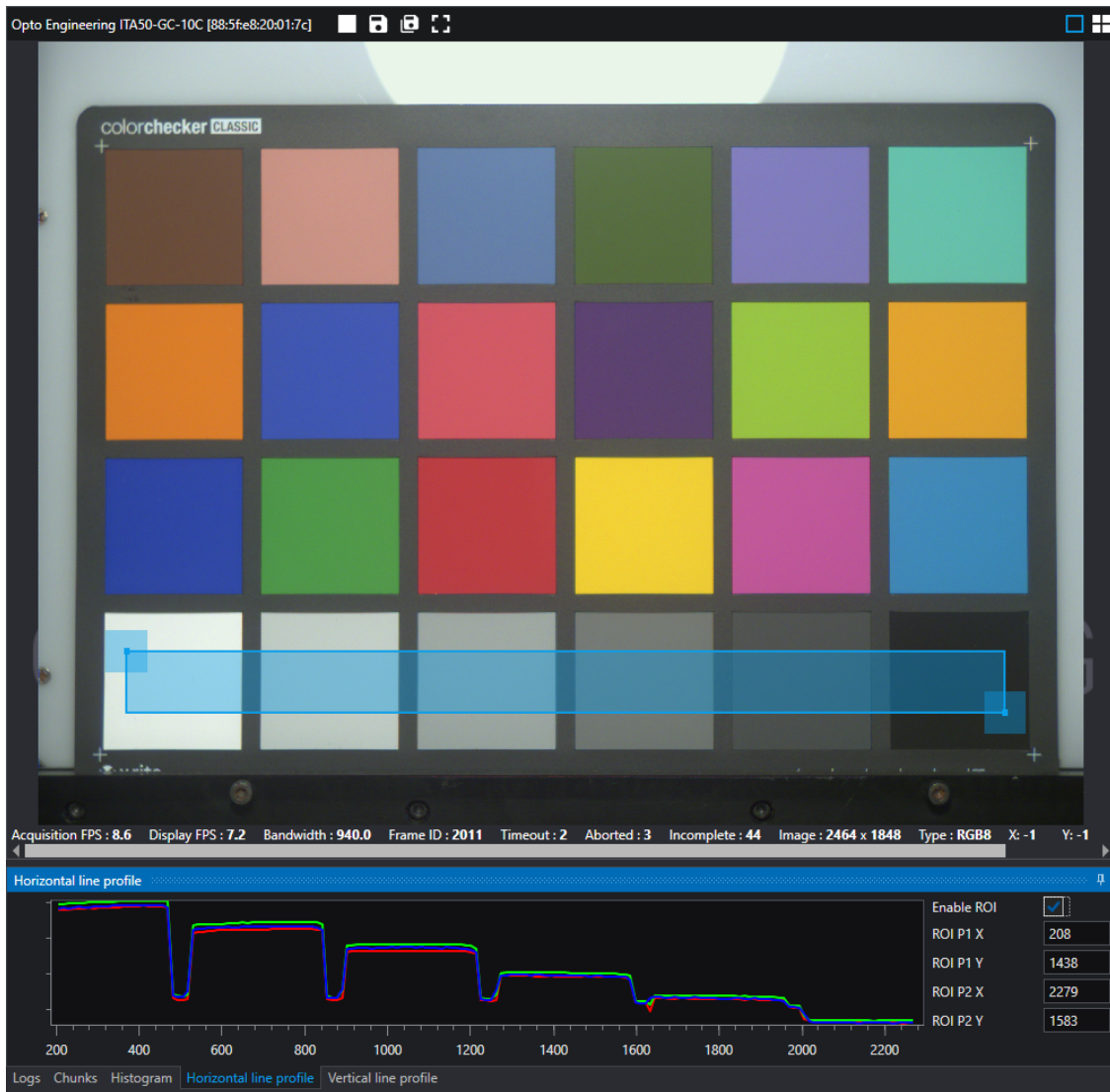


Figure 73: 색상 보정 절차 후 색상 검사기.

6.8 Digital I/O Control

Digital I/O 장에서는 장치의 일반 입력 및 출력 신호를 제어하는 데 필요한 기능을 다룹니다. 여기에는 타이머, 카운터 트리거를 위한 입력 및 출력 제어 신호와 사용자 구성 가능한 입력 또는 출력 비트와 같은 정적 신호가 포함됩니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
LineSelector	구성할 외부 장치 커넥터의 물리적 라인(또는 핀) 또는 전송 계층의 가상 라인을 선택합니다.	IEnumeration	RW
LineMode	물리적 회선을 신호 입력 또는 출력에 사용할지 여부를 제어합니다.	IEnumeration	RW
LineInverter	선택한 입력 또는 출력 라인의 신호 반전을 제어합니다.	IBoolean	RW
LineStatus	선택한 입력 또는 출력 라인의 현재 상태를 반환합니다.	IBoolean	R
LineStatusAll	폴링 시점에 사용 가능한 모든 라인 신호의 현재 상태를 단일 비트 필드로 반환합니다.	IInteger	R
LineSource	선택한 라인에서 출력할 내부 획득 또는 I/O 소스 신호를 선택합니다.	IEnumeration	RW
oeDebounceEnable	입력 디바운스 회로를 활성화합니다. 이를 통해 입력 신호를 필터링하고 스푸리어스 커뮤테이션을 무시할 수 있습니다.	IBoolean	RW
oeDebounceAmount	유효한 입력으로 인식되기 위해 입력 신호가 일정하게 유지되어야 하는 시간입니다.	IFloat	RW
oePulseGeneratorEnable	LineSource로 지정된 신호의 상승 에지에서 생성된 펄스로 출력 신호를 오버라이드합니다.	IBoolean	RW
oePulseGeneratorPeriod	출력 신호 펄스의 지속 시간을 설정합니다.	IFloat	RW
UserOutputSelector	UserOutputValue으로 설정할 사용자 출력 레지스터의 비트를 선택합니다.	IEnumeration	RW
UserOutputValue	UserOutputSelector이 선택한 비트의 값을 설정합니다.	IBoolean	RW
UserOutputValueAll	사용자 출력 레지스터의 모든 비트 값을 설정합니다.	IInteger	RW

UserOutputValueAllMask	사용자 출력 레지스터에 쓰기 전에 UserOutputValueAll으로 지정된 값에 쓰기 마스크를 적용하도록 설정합니다.	Integer	RW
------------------------	---	---------	----

Table 22: Digital I/O Control 특징

6.8.1 I/O stage

디지털 I/O 블록에는 입력 트리거 신호와 동기화 출력을 위한 온보드 처리 단계가 포함되어 있습니다.

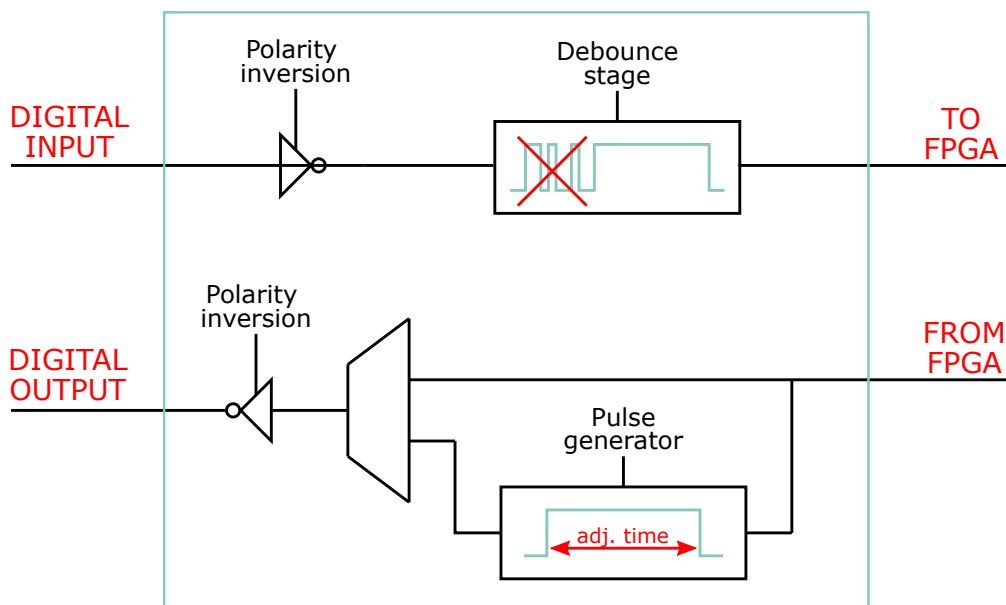


Figure 74: 디지털 I/O 스테이지 표현.

LineInverter 기능은 입력 트리거가 활성-낮음 로직과 함께 작동할 때, 즉 폴링 에지를 감지해야 할 때 활성화해야 합니다. 이 기능은 동기화 출력에도 적용됩니다.

외부 트리거는 바운스로 알려진 가짜 원치 않는 펄스 또는 스파이크가 특징일 수 있습니다. 이러한 이유로 디바운스 단계가 처리 체인에 포함되었습니다.

oeDebounceAmount 기능은 임계값 수준을 설정합니다. 지속 시간이 oeDebounceAmount보다 짧은 신호는 스푸리어스 펄스로 간주되어 폐기되고, 그 외의 신호는 유용한 신호로 간주됩니다.

디바운스 단계는 입력 신호가 스푸리어스인지 여부를 선택하기 전에 oeDebounceAmount의 기간이 지나야 하기 때문에 본질적으로 입력 트리거 처리에 지연을 가져옵니다.

출력 동기화 신호는 조건이 충족될 때 어설트하는 내부 생성 펄스(예: TimerEnd, CounterEnd, Encoder-Out, ...)와 전용 펄스 발생기 중에서 선택할 수 있습니다. 두 번째 접근 방식을 사용하면 펄스 지속 시간을 선택할 수 있다는 장점이 있지만 첫 번째 경우에는 생성된 신호가 한 클록 주기만 지속되고 너무 빨라서 슬레이브 장치에서 감지할 수 없을 수 있다는 단점이 있습니다.

oePulseGeneratorEnable 기능은 **LineSource** 조건이 충족될 때 펄스 발생기를 트리거할 수 있으며,

oePulseGeneratorPeriod 기능은 온타임을 설정합니다.

6.9 Counter and Timer Control

이 섹션에는 카운터 및 타이머 제어 및 모니터링과 관련된 모든 기능이 나열되어 있습니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
CounterSelector	구성할 카운터를 선택합니다.	IEnumeration	RW
CounterEventSource	카운터를 증가시킬 소스가 될 이벤트를 선택합니다.	IEnumeration	RW
CounterResetSource	카운터를 초기화할 소스가 될 신호를 선택합니다.	IEnumeration	RW
CounterDuration	CounterEnd 이벤트가 생성되기 전 기간(또는 이벤트 수)을 설정합니다.	Integer	RW
CounterValue	선택한 카운터의 현재 값을 읽거나 씁니다.	Integer	RW
CounterReset	선택한 카운터의 소프트웨어 재설정을 수행하고 시작합니다.	ICommand	RW
TimerSelector	구성할 타이머를 선택합니다.	IEnumeration	RW
TimerTriggerSource	타이머를 시작할 트리거의 소스를 선택합니다.	IEnumeration	RW
TimerDuration	타이머 펄스의 지속 시간 (마이크로초)을 설정합니다.	IFloat	RW
TimerDelay	타이머를 시작하기 전에 트리거 수신 시 적용할 지연 시간 (마이크로초)을 설정합니다.	IFloat	RW
TimerValue	선택한 타이머의 현재 값 (마이크로초 단위)을 읽거나 씁니다.	IFloat	RW
TimerReset	선택한 타이머의 소프트웨어 재설정을 수행하고 시작합니다.	ICommand	RW

Table 23: Counter and Timer Control 특징

6.10 Encoder Control

이 섹션에는 쿼드러처 인코더의 제어 및 모니터링을 위한 모든 기능이 나열되어 있습니다. 구적 인코더는 증분, 로터리 및 샤프트 인코더라고도 합니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
EncoderSelector	구성할 인코더를 선택합니다.	IEnumeration	RW
EncoderSourceA	인코더의 A 입력 소스가 될 신호를 선택합니다.	IEnumeration	RW
EncoderSourceB	인코더의 B 입력 소스가 될 신호를 선택합니다.	IEnumeration	RW
EncoderMode	인코더 카운트가 지터 필터링이 있는 FourPhase 모드를 사용할지, 지터 필터링이 없는 HighResolution 모드를 사용할지 선택합니다.	IEnumeration	RW
EncoderDivider	인코더 출력 펄스 신호를 생성하는데 필요한 인코더 증분/감소 횟수를 설정합니다.	Integer	RW
EncoderOutputMode	인코더 인터페이스가 유효한 인코더 출력 신호를 생성하기 위한 조건을 선택합니다.	IEnumeration	RW
EncoderValue	선택한 인코더의 위치 카운터 현재 값을 읽거나 씁니다.	Integer	RW
EncoderResetSource	인코더를 리셋할 소스가 될 신호를 선택합니다.	IEnumeration	RW
EncoderReset	선택한 인코더의 소프트웨어 재설정을 수행하고 인코더를 시작합니다.	ICommand	RW

Table 24: Encoder Control 특징

6.10.1 Encoder interface

Itala는 인크리멘탈 인코더를 모니터링하는 데 사용할 수 있습니다. 직교 인코더의 A-B 핀은 Itala 카메라의 광절연 입력 핀에 연결할 수 있습니다. 전기 사양은 표 7 및 표 5.1에 나와 있습니다.

Itala 인코더 인터페이스의 최대 입력 주파수는 약 30KHz입니다. 이는 주로 광절연 회로의 응답 시간 때문입니다.

참고: 입력 주파수가 공칭 사양보다 높은 경우 샘플링 오류가 발생할 수 있으며, 결과적으로 인코더 모니터링 중에 오류가 발생할 수 있습니다.

6.10.2 Encoder output mode

EncoderOutputMode 기능은 다음 두 가지 주행 모드 중 하나를 선택합니다(그림 75 참조):

- **direction mode:** 인코더 위치가 한 방향으로만 증가합니다.
이동 방향이 변경되면 인코더 카운터는 이동 방향이 다시 변경될 때까지 카운팅을 중지합니다.
이 구성에서는 모션 반전이 고려되지 않습니다.
- **position mode:** 인코더 위치가 한 방향으로만 증가합니다.
이동 방향이 변경되면 인코더 카운터는 이동 방향이 다시 변경될 때까지 감소하기 시작합니다.
따라서 이 구성에서는 모션 역방향이 고려됩니다.

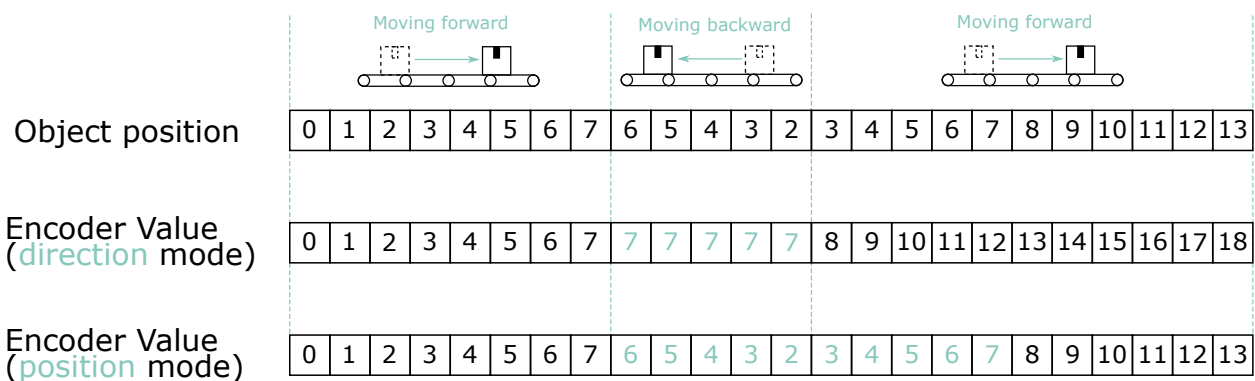


Figure 75: 인코더 블록의 두 가지 구동 모드: (위 그림) **direction mode** 및 (아래 그림) **position mode**.

6.10.3 Encoder mode

인코더 카운터는 두 가지 방식으로 증가/감소할 수 있습니다:

- **High resolution mode:** Encoder A 또는 Encoder B 신호의 모든 정류에 대해 인코더 카운터가 업데이트(증가 또는 감소)됩니다.
- **4-phase mode:** 전체 사이클마다(즉, 00 - 10 - 11 - 01 시퀀스마다) 인코더 카운터가 업데이트(증분 또는 감소)됩니다.

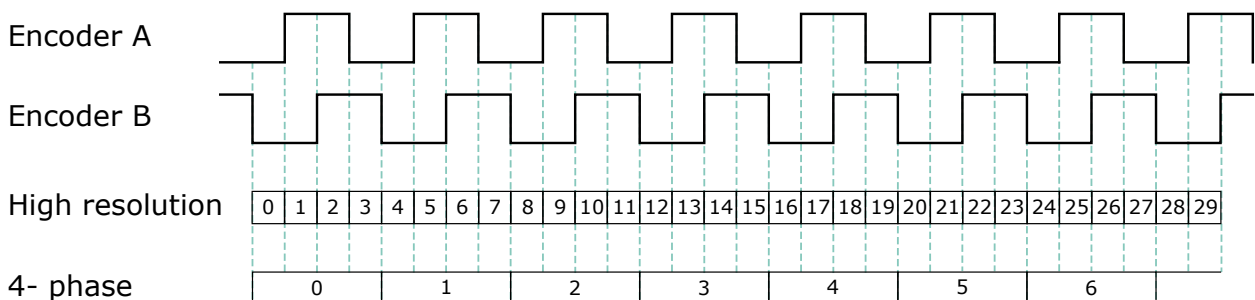


Figure 76: 인코더 모드: 고해상도(위) vs 4상(아래).

6.10.4 인코더값 래핑 관리

EncoderValue는 0에서 65535 사이의 양수 값입니다.

인코더 출력 모드가 **position mode**로 설정되면 **EncoderValue** 계산에서 역방향 동작이 고려됩니다. 이 값은 음수가 될 수 없으므로 그림 77에 표시된 것처럼 역방향으로 이동하면 인코더가 65535에서 0으로 역 카운트됩니다.

이 시나리오에서 역방향 모션이 올바르게 관리되지 않으면 스푸리어스 펄스가 발생할 수 있습니다.

EncoderDivider이 20000으로 설정된 다음 예시를 살펴보겠습니다.

또한 **EncoderValue**를 15000, 즉 **EncoderDivider**보다 작은 값으로 만드는 여러 후진 단계를 고려합니다. 정방향 모션이 다시 시작되면 **EncoderValue**가 **EncoderDivider**(즉, 20000)과 같을 때 스푸리어스 인코더 펄스가 발생합니다.

원치 않는 인코더 펄스를 방지하려면 다음 조건을 충족해야 합니다:

$$\text{Maximum backward steps} < (2^{16} - 1) - \text{Encoder Divider} \quad (12)$$

Eq.11를 보장할 수 없는 경우, 사용자 애플리케이션에서 스푸리어스 인코더 펄스를 관리해야 합니다.

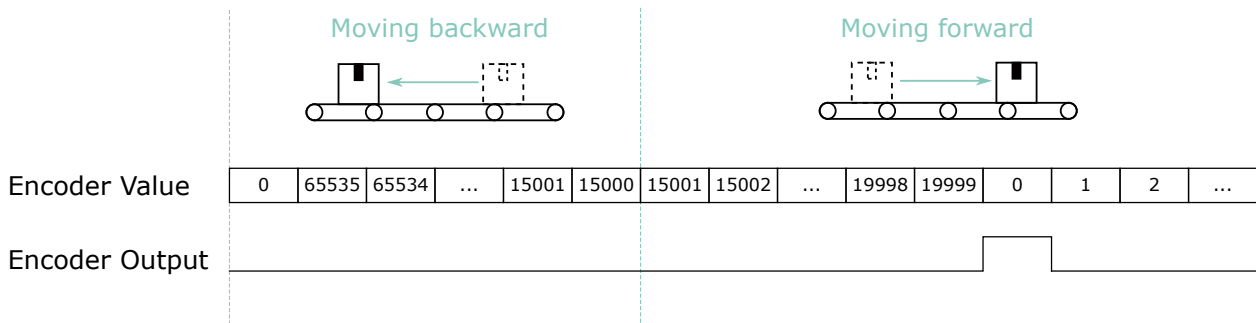


Figure 77: 스푸리어스 펄스 생성의 예: 먼저 역방향 동작을 적용하여 **EncoderValue** 표시기가 **EncoderDivider**보다 낮아지도록 합니다. 그런 다음 정방향 모션이 복원되면 **EncoderValue**가 **EncoderDivider**과 같을 때 스푸리어스 펄스가 생성됩니다.

6.11 Logic Block Control

Logic Block Control 섹션에서는 Logic Block 요소의 제어 및 신호 생성과 관련된 모델 및 기능에 대해 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
LogicBlockSelector	구성할 로직 블록을 지정합니다.	IEnumeration	RW
LogicBlockFunction	구성할 논리 블록의 조합 논리 함수를 선택합니다.	IEnumeration	RW

LogicBlockInputNumber	로직 블록의 활성 신호 입력 수를 지정합니다.	Integer	R
LogicBlockInputSelector	구성할 로직 블록의 입력을 선택합니다.	Integer	RW
LogicBlockInputSource	로직 블록에 입력할 소스 신호를 선택합니다.	Enumeration	RW
LogicBlockInputInverter	선택한 로직 블록 입력 소스 신호가 반전된 경우 선택합니다.	Boolean	RW
LogicBlockLUTIndex	선택한 LUT에서 액세스할 진리 테이블의 인덱스를 제어합니다.	Integer	RW
LogicBlockLUTValue	선택한 LUT의 인덱스 LogicBlockLUTIndex에 있는 항목과 연결된 값을 읽거나 씁니다.	Boolean	RW
LogicBlockLUTValueAll	LogicBlockLUTIndex을 무시하고 선택한 LUT의 모든 출력 비트 값을 한 번의 액세스로 설정합니다.	Integer	RW

Table 25: Logic Block Control 특징

6.11.1 Logic block 모듈

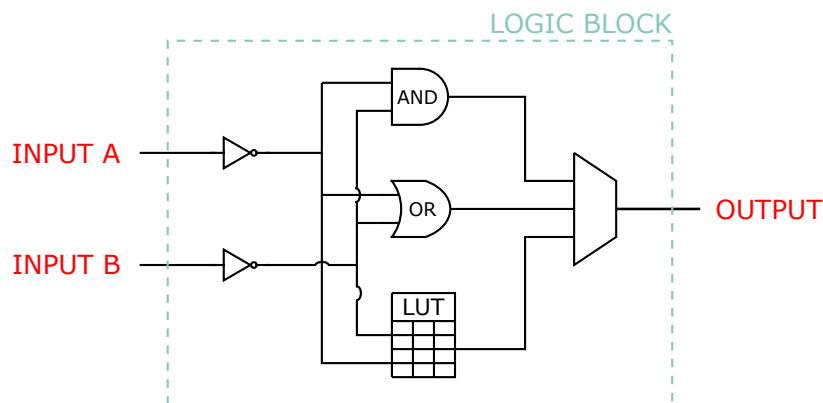


Figure 78: logic block 셀의 단순화된 도식입니다.

logic block module은 주로 두 가지 입력 조건에 따라 출력 신호를 생성하는 데 사용됩니다. 이 블록은 세 가지 논리 함수가 특징입니다(그림 78 참조):

- **AND:** 두 입력이 모두 HIGH인 경우 logic block의 출력은 HIGH입니다;
- **OR:** 입력 중 하나 이상이 HIGH인 경우 logic block의 출력은 HIGH입니다;
- **LUT:** 사용자가 루트의 진리 테이블을 자유롭게 컴파일할 수 있습니다;

최대한의 유연성을 확보하기 위해 이 블록의 입력에 **반전 단계**도 포함되었습니다.

LogicBlockLUTIndex	Input A	Input B	LogicBlockLUTValue
0	0	0	LogicBlockLUTValue[0]
1	0	1	LogicBlockLUTValue[1]
2	1	0	LogicBlockLUTValue[2]
3	1	1	LogicBlockLUTValue[3]

Table 26: LUT 컴파일 예시.

6.12 Action Control

Action 장에서는 장치의 Action Signals과 관련된 모든 기능에 대해 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
ActionUnconditionalMode	기본 제어 채널이 닫혀 있어도 동작 명령이 처리되는 무조건 동작 명령 모드를 활성화합니다.	IEnumeration	RW
ActionDeviceKey	디바이스가 동작 명령의 유효성을 확인할 수 있는 디바이스 키를 제공합니다.	Integer	W
ActionQueueSize	scheduled action commands 대기열의 크기를 나타냅니다. 이 숫자는 특정 시점에 대기열에 대기할 수 있는 최대 scheduled action commands 개수를 나타냅니다.	IEnumeration	R
ActionSelector	추가 액션 설정을 적용할 액션 시그널을 선택합니다.	Integer	RW
ActionGroupKey	디바이스가 액션 프로토콜 메시지 수신 시 액션의 유효성을 검사하는데 사용할 키를 제공합니다.	Integer	RW
ActionGroupMask	디바이스가 액션 프로토콜 메시지 수신 시 액션의 유효성을 검사하는데 사용할 마스크를 제공합니다.	Integer	RW

Table 27: Action command Control 특징

6.12.1 Action Command

Action Command를 사용하면 이더넷 네트워크에서 거의 동시에 하나 이상의 GigE 카메라에서 동작을 트리거할 수 있습니다. 동작 신호는 시스템이 이더넷 네트워크 지연 시간의 영향을 받기 때문에 하드웨어 트리거처럼 모든 장치에서 동기화되지 않으며, 따라서 신호가 동시에 장치에 도달하지 않습니다. 어쨌든 액션 명령을 사용하면 사용자는 카메라를 트리거하기 위해 다른 하드웨어 연결을 피하고 이더넷 회선만

사용할 수 있습니다. 또한 동작 명령 트리거는 하나의 명령만 모든 카메라에 전달되므로 여러 대의 카메라에서 소프트웨어 트리거보다 낫습니다.

Itala 카메라는 하나의 동작 명령을 지원하므로 사용자는 ActionDeviceKey, ActionGroupKey 및 Action-GroupMask를 구성할 수 있습니다. 카메라는 명령 정보가 구성된 액션 명령과 일치하는지 확인한 다음 트리거를 생성합니다. 하나 이상의 장치를 트리거해야 하는지 여부에 따라 유니캐스트 또는 브로드캐스트 모드로 명령을 전송할 수 있습니다.

카메라에서 트리거의 동기화를 개선하려면 **Scheduled Action Commands**를 사용해야 합니다(6.12.2).

6.12.2 Scheduled Action Command

Scheduled Action Commands를 사용하면 나노초 단위로 미래의 특정 시간에 하나 이상의 디바이스에서 트리거 동작을 생성할 수 있습니다. **PTP** 기능을 활성화하고 카메라를 PTP 마스터 시계와 동기화하는 것(6.20.1 참조)이 유일한 두 가지 요구 사항이며, 그렇지 않으면 예약된 동작 요청이 처리되지 않습니다. 예약된 작업 제어의 아키텍처를 설명하는 블록 다이어그램은 그림 79에 나와 있으며 아래에서 자세히 설명합니다.

사용자가 예약 동작을 보내면 카메라는 하드웨어를 통해 명령 정보가 구성된 동작 명령과 일치하는지 확인합니다. 그런 다음 예약된 동작에 과거에 시간 태그가 있으면 해당 동작이 즉시 처리되고 그렇지 않으면 하드웨어 동작 시간 대기열에 추가되며 대기열의 깊이는 4이므로 최대 4개의 예약된 동작을 처리할 수 있습니다. 대기열이 가득 차면 추가 명령은 무시됩니다. 작업 타임스탬프가 기준 시간보다 작거나 같으면 대기열에서 제거되고 노출 제어에 대한 하드웨어 트리거가 어설트됩니다.

ACK 메시지가 요청되면 가능한 상태 코드는 다음과 같습니다:

- **GEV_STATUS_NO_REF_TIME:** 카메라에 마스터 시계에 동기화된 기준 시간이 없는 경우. 예약된 작업 요청이 처리되지 않습니다.
- **GEV_STATUS_ACTION_LATE:** 카메라가 과거에 시간 태그가 포함된 예약된 동작 명령을 수신한 경우(디바이스 타임스탬프 기준).
- **GEV_STATUS_OVERFLOW:** 타임스탬프 대기열이 가득 차서 카메라가 예약할 동작 명령을 받은 경우.

예약된 작업이 센서 노출을 트리거하도록 구성되고 하드웨어 처리로 인해 발생하는 하드웨어 지연은 이를 보정하고 트리거 시간의 정확성을 향상시키기 위해 타임스탬프에서 제거됩니다.

TriggerOverlap가 켜져 있으면 노출 시간과 프레임 전송 사이의 지연 시간이 더 높은 불확실성의 영향을 받으므로 예약 동작을 사용하더라도 프레임 획득 시 지터가 TriggerOverlap가 꺼져 있을 때보다 더 커집니다.

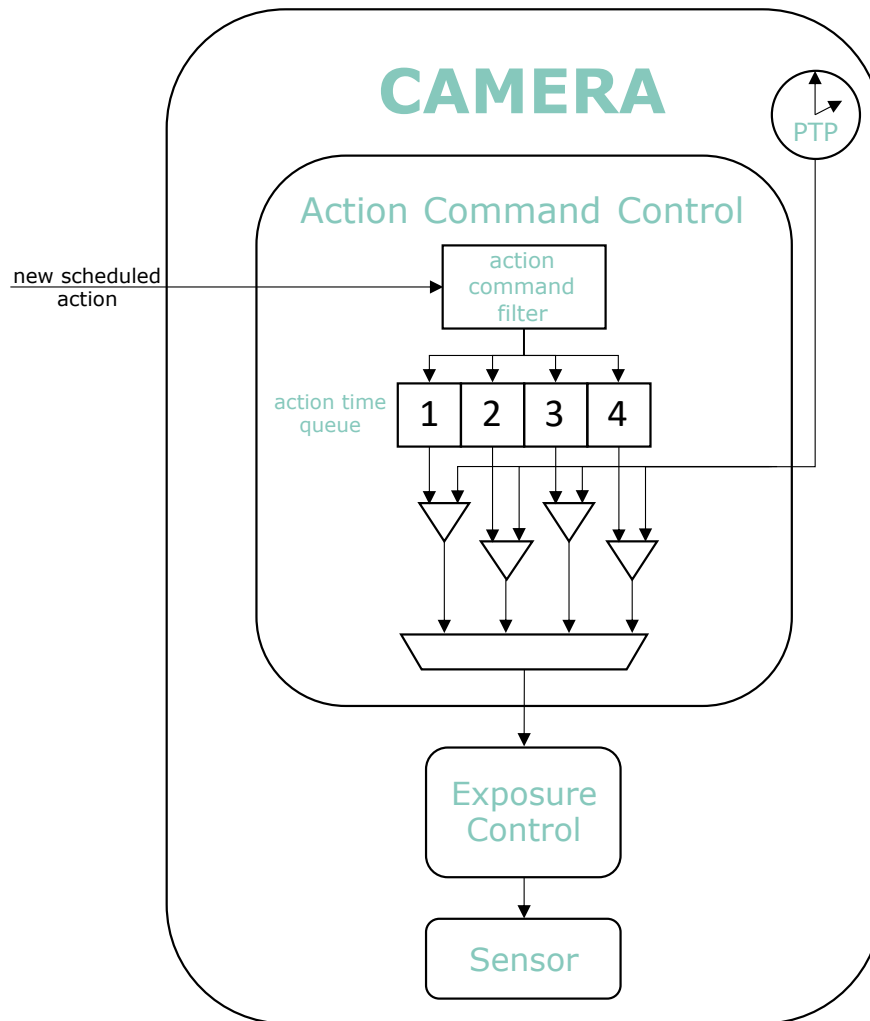


Figure 79: 예약된 작업 명령 블록 다이어그램.

6.13 Event Control

이 섹션에서는 호스트 애플리케이션에 대한 이벤트 생성을 제어하는 방법에 대해 설명합니다. 이벤트는 내부 이벤트 발생을 알리기 위해 호스트 애플리케이션에 전송되는 메시지입니다. 이벤트는 일반적으로 호스트 애플리케이션을 디바이스에서 발생하는 일부 이벤트와 동기화하는 데 사용됩니다.

기능	설명	인터페이스	액세스
EventSelector	호스트 애플리케이션에 신호를 보낼 이벤트를 선택합니다.	IEnumeration	RW
EventNotification	선택한 이벤트 발생에 대한 호스트 애플리케이션에 대한 알림을 활성화 또는 비활성화합니다.	IEnumeration	RW

EventExposureEndData	ExposureEnd 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리입니다.	ICategory	-
EventFrameTriggerMissedData	FrameTriggerMissed 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리입니다.	ICategory	-
EventLine0RisingEdgeData	Line0RisingEdge 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리입니다.	ICategory	-
EventLine1RisingEdgeData	Line1RisingEdge 이벤트와 관련된 모든 속성이 포함된 카테고리입니다.	ICategory	-
EventTestData	Test 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리입니다.	ICategory	-
EventAutofocusDoneData	AutofocusDone 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리입니다.	ICategory	-

Table 28: 이벤트 제어 기능

기능	설명	인터페이스	엑세스
EventExposureEnd	노출 종료 유형의 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다.	Integer	R
EventExposureEndTimestamp	ExposureEnd 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다.	Integer	R
EventExposureEndFrameID	ExposureEnd 이벤트를 생성한 프레임(또는 이미지)의 고유 식별자를 반환합니다.	Integer	R

Table 29: 이벤트 노출 종료 데이터 기능

기능	설명	인터페이스	엑세스
EventFrameTriggerMissed	프레임 트리거 누락된 이벤트 유형의 고유 식별자를 반환합니다.	Integer	R
EventFrameTriggerMissedTimestamp	프레임 트리거 누락 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다.	Integer	R

EventFrameTriggerMissed-FrameID	프레임 트리거 누락 이벤트를 생성한 프레임(또는 이미지)의 고유 식별자를 반환합니다.	Integer	R
---------------------------------	---	---------	---

Table 30: 이벤트 프레임 트리거 누락된 데이터 기능

기능	설명	인터페이스	액세스
EventLine0RisingEdge	라인 0 상승 에지 유형의 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다.	Integer	R
EventLine0RisingEdgeTimestamp	라인 0 상승 에지 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다.	Integer	R
EventLine0RisingEdgeFrameID	라인 0 라이징 엣지 이벤트를 생성한 프레임(또는 이미지)의 고유 식별자를 반환합니다.	Integer	R

Table 31: 이벤트 라인 0 라이징 엣지 데이터 기능

기능	설명	인터페이스	액세스
EventLine1RisingEdge	라인 1 상승 에지 유형의 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다.	Integer	R
EventLine1RisingEdgeTimestamp	라인 1 라이징 엣지 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다.	Integer	R
EventLine1RisingEdgeFrameID	라인 1 라이징 엣지 이벤트를 생성한 프레임(또는 이미지)의 고유 식별자를 반환합니다.	Integer	R

Table 32: 이벤트 라인 1 라이징 엣지 데이터 기능

기능	설명	인터페이스	액세스
EventTest	테스트 이벤트 생성 명령을 사용하여 생성된 테스트 유형의 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다.	Integer	R
EventTestTimestamp	테스트 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다.	Integer	R

Table 33: 이벤트 테스트 데이터 기능

기능	설명	인터페이스	엑세스
EventAutofocusDone	이벤트 자동 초점 유형의 이벤트 고유 식별자를 반환합니다.	Integer	R
EventAutofocusDoneTimestamp	자동 초점 완료 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다.	Integer	R

Table 34: 이벤트 자동 초점 완료 데이터 기능

6.14 User Set Control

이 섹션에서는 디바이스 설정의 전역 제어 기능을 설명합니다. 공장 또는 사용자 정의 설정을 로드하거나 저장할 수 있습니다.

공장 기본값인 User Set를 로드하면 필수 기능만 사용하여 연속 수집을 시작할 수 있는 상태가 보장됩니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
UserSetSelector	로드, 저장 또는 구성할 사용자 세트 기능을 선택합니다.	Integer	RW
UserSetLoad	UserSetSelector에 지정된 사용자 세트를 장치에 로드하고 활성화합니다.	ICommand	RW
UserSetSave	사용자 설정 선택기로 지정한 사용자 집합을 장치의 비휘발성 메모리에 저장합니다.	ICommand	RW
UserSetDefault	장치를 재설정할 때 기본적으로 로드하고 활성화할 사용자 설정 기능을 선택합니다.	IEnumeration	RW

Table 35: 사용자 설정 제어 기능

6.15 Chunk Data Control

이 섹션에서는 chunk data와 관련된 모든 기능에 대해 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
ChunkModeActive	이미지 페이로드에 Chunk data을 포함하도록 활성화합니다.	IBoolean	RW
ChunkSelector	활성화 또는 제어할 Chunk을 선택합니다.	IEnumeration	RW
ChunkEnable	이미지 페이로드에 선택한 Chunk data을 포함할 수 있도록 설정합니다.	IBoolean	RW
ChunkWidth	페이로드에 포함된 이미지의 너비를 반환합니다.	Integer	R
ChunkHeight	페이로드에 포함된 이미지의 높이를 반환합니다.	Integer	R
ChunkOffsetX	페이로드에 포함된 이미지의 오프셋X를 반환합니다.	Integer	R
ChunkOffsetY	페이로드에 포함된 이미지의 오프셋Y를 반환합니다.	Integer	R
ChunkPixelFormat	페이로드에 포함된 이미지의 픽셀 포맷을 반환합니다.	IEnumeration	R
ChunkExposureTime	이미지 캡처에 사용된 노출 시간을 반환합니다.	IFloat	R
ChunkGain	이미지 캡처에 사용된 게인을 반환합니다.	IFloat	R
ChunkBlackLevel	페이로드에 포함된 이미지를 캡처하는 데 사용된 블랙 레벨을 반환합니다.	IFloat	R
ChunkTimestamp	FrameStart 내부 이벤트가 발생한 시점에 페이로드에 포함된 이미지의 타임스탬프를 반환합니다.	Integer	R
ChunkFrameID	페이로드에 포함된 프레임(또는 이미지)의 고유 식별자를 반환합니다.	Integer	R
ChunkSequencerSetActive	페이로드에 포함된 실행 중인 sequencer의 활성 세트의 인덱스를 반환합니다.	Integer	R
ChunkEncoderValue	Encoder 0 이벤트 발생 시점의 FrameStart 값을 반환합니다.	Integer	R
ChunkCounterValue	FrameStart 이벤트 발생 시점의 Counter 0 값을 반환합니다.	Integer	R

Table 36: Chunk mode Control 특징

6.16 OE Serial Interface Control

이 섹션에서는 직렬 통신 기능에 대해 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	액세스
oeSerialEnable	직렬 인터페이스 활성화	IBoolean	RW
oeSerialBaudRate	직렬 인터페이스 전송 속도 선택	IEnumeration	RW
oeSerialMode	직렬 인터페이스 작동 모드 선택	IEnumeration	RW
oeSerialProtocol	직렬 인터페이스에서 사용할 프로토콜을 선택합니다.	IEnumeration	RW
oeSerialSlewRate	직렬 인터페이스 데이터의 슬루 레이트를 선택합니다.	IEnumeration	RW
oeSerialASCIIWriteBuffer	직렬 인터페이스의 문자 쓰기 버퍼	IString	RW
oeSerialASCIIWrite	직렬 인터페이스에서 쓰기 작업 시작	ICommand	RW
oeSerialASCIIReadCount	직렬 입력 버퍼에서 읽을 바이트 수	Integer	RW
oeSerialASCIIReadBuffer	직렬 인터페이스의 문자 읽기 버퍼	IString	R
oeSerialASCIIRead	직렬 입력 버퍼 읽기	ICommand	RW
oeSerialModbusSlaveID	대상 장치의 모드버스 슬레이브 ID	Integer	RW
oeSerialModbusAddress	읽기/쓰기 요청을 위한 슬레이브 레지스터 주소	Integer	RW
oeSerialModbusWriteValue	슬레이브 레지스터 주소에 기록할 값	Integer	RW
oeSerialModbusWrite	"단일 레지스터 쓰기" 요청 전송 (0x06)	ICommand	RW
oeSerialModbusReadValue	슬레이브 레지스터 주소에서 읽을 값	Integer	R
oeSerialModbusRead	"읽기 홀딩 레지스터" 요청 전송 (0x03)	ICommand	RW
oeSerialBinaryWriteBuffer	직렬 인터페이스를 통해 쓰기 위한 바이너리 데이터 버퍼	IRegister	RW
oeSerialBinaryWriteCount	기록할 데이터의 길이	Integer	RW
oeSerialBinaryWrite	직렬 인터페이스에 데이터를 쓰는 명령	ICommand	RW
oeSerialBinaryReadBuffer	직렬 인터페이스에서 읽은 바이너리 데이터	IRegister	R
oeSerialBinaryReadCount	읽을 직렬 바이트 수	Integer	RW
oeSerialBinaryRead	직렬 인터페이스에서 데이터를 읽는 명령	ICommand	RW

Table 37: OE Serial Interface Control 특징

6.16.1 Serial interface

직렬 인터페이스는 직렬 연결을 통해 외부 장치와 통신할 수 있습니다. 이 주변기기는 그림과 같이 **oe-SerialMode** 기능을 통해 **RS232** 또는 **RS485** 트랜시버로 구성할 수 있는 듀얼 모드 주변기기입니다.**80**. 카메라에 연결하려는 외부 장치에 따라 적절한 작동 모드를 선택하세요. RS232 모드의 통신 채널은 전이중이고 RS485 모드의 통신 채널은 반이중입니다.

직렬 인터페이스는 다음과 같이 구성됩니다:

- **Baud Rate:** from 9600 to 115200;
- **Data Bits:** 8 bit;
- **Stop Bits:** 1 bit;
- **Parity:** none.

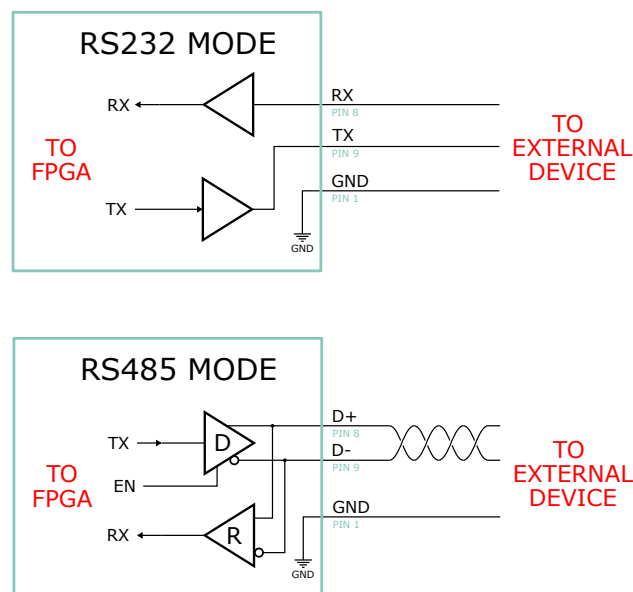


Figure 80: RS232 및 RS485 작동 모드에서 직렬 인터페이스의 등가 회로.



주의: 항상 카메라에 연결되는 외부 장치 사양 **전에**을 확인하고 그에 따라 직렬 모드를 설정하세요. 그렇지 않으면 카메라 또는 외부 장치가 손상될 수 있습니다.

slew rate 컨트롤은 출력 신호 파형의 모양에 영향을 줍니다. **slow** 설정은 부드러운 전환을 생성하고 EMI 방사를 줄일 수 있습니다. **fast** 설정은 가파른 전환을 생성하여 가장 높은 전송 속도를 사용할 수 있습니다. 이 기능은 **RS485** 모드에서만 사용할 수 있습니다.

ASCII 프로토콜:

ASCII 프로토콜을 사용하면 직렬 인터페이스를 통해 ASCII 문자(NULL로 끝나는 문자)를 주고받을 수 있습니다. RS232 및 RS485 모드에서 모두 사용할 수 있습니다.

모드버스 RTU 프로토콜:

모드버스 RTU는 직렬 버스로 연결된 장치 간에 클라이언트/서버 통신을 제공하는 요청/응답 프로토콜입니다. 카메라는 클라이언트처럼 작동하며 **Read Holding Registers** 및 **Write Single Register**와 같은 Modbus RTU 기능 코드의 하위 집합을 구현합니다. RS485 모드에서만 사용할 수 있습니다.

바이너리 프로토콜:

바이너리 프로토콜을 사용하면 직렬 인터페이스를 통해 일반 바이너리 데이터를 주고받을 수 있습니다. RS232 및 RS485 모드에서 모두 사용할 수 있습니다.

6.17 OE Liquid Lens 제어

이 섹션에서는 리퀴드 렌즈 제어와 관련된 모든 기능에 대해 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	액세스
oeLiquidLensEnable	리퀴드 렌즈 컨트롤러 활성화	IBoolean	RW
oeLiquidLensConfigurationData	리퀴드 렌즈에 대한 구성 가져오기	IEnumeration	R
oeLiquidLensSerialNumber	액정 렌즈 일련 번호. 이 문자열은 액정 렌즈의 고유 식별자입니다.	IString	R
oeLiquidLensTemperature	액정 렌즈에 통합된 센서가 판독한 온도(특정 모델에서만 사용 가능)	IFloat	R
oeLiquidLensMode	렌즈 제어 모드 선택	IEnumeration	RW
oeLiquidLensMaxPositiveCurrent	렌즈에 인가할 수 있는 최대 양의 전류	IFloat	RW
oeLiquidLensMaxNegativeCurrent	렌즈에 가해질 수 있는 최대 음의 전류	IFloat	RW
oeLiquidLensCurrent	액체 렌즈 코일 전류 설정	IFloat	RW
oeLiquidLensPower	리퀴드 렌즈 초점력 설정	IFloat	RW

oeLiquidLensResultingCurrent	액체 렌즈 코일 전류 결과	IFloat	R
oeLiquidLensResultingPower	결과적인 리퀴드 렌즈 초점력	IFloat	R
oeLiquidLensAutofocusEnable	자동 초점 컨트롤러 활성화	IBoolean	RW
oeLiquidLensAutofocusAOISize	자동 초점 영역 크기 선택	IEnumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX	원점에서 자동 초점 계산에 사용되는 영역까지의 수평 오프셋(픽셀 단위)	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY	원점에서 자동 초점 계산에 사용되는 영역까지의 수직 오프셋(픽셀 단위)	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusStartCurrent	자동 초점의 현재 값 시작	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStopCurrent	자동 초점에 대한 현재 값 중지	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStartPower	자동 초점 시작 전력 값	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStopPower	자동 초점 정지 전력 값	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusFrameCount	자동 초점을 위해 획득할 프레임 수	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusStart	자동 초점 시작	ICommand	RW
oeLiquidLensAutofocusTriggerSource	자동 초점 트리거 소스로 사용할 내부 신호 또는 물리적 입력 라인을 지정합니다.	IEnumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusStatus	자동 초점 상태를 반환합니다.	IEnumeration	R

Table 38: OE Liquid Lens Control 특징

6.17.1 리퀴드 렌즈 인터페이스

액체 렌즈 인터페이스를 사용하면 카메라 장치에서 직접 리퀴드 렌즈 기술이 적용된 Opto Engineering® 제품을 제어할 수 있습니다. 이를 통해 카메라 SDK와의 통합을 극대화하고 *GigE Vision* 및 *GenTL* 표준 덕분에 타사 소프트웨어와의 호환성을 보장합니다.

인터페이스는 두 가지 모드로 작동할 수 있습니다:

- EEPROM mode;
- manual mode;

EEPROM mode에서는 카메라가 연결된 렌즈를 자동으로 감지하고 내장된 EEPROM에서 보정 데이터를 읽습니다. *GenICam* 기능 트리를 통해 렌즈 속성을 읽고 렌즈 초점력을 직접 설정할 수 있습니다. 또한 EEPROM에는 컨트롤러가 렌즈 전류의 열 보정을 위해 사용하는 온도 센서가 포함되어 있습니다. 이를 통해 광범위한 작동 온도 범위에서 안정적인 초점력을 보장합니다. 또한 렌즈 전류를 직접 제어하고 렌즈 온도에 따라 달라지는 실제 결과 초점력을 확인할 수 있습니다.

이 모드는 호환되는 렌즈가 연결되면 자동으로 선택됩니다.

manual mode에서는 EEPROM이 내장되어 있지 않은 렌즈를 제어하여 작동 코일의 전류를 직접 설정할 수 있습니다. 이 경우 사용자는 올바른 값을 설정하고 렌즈 사양에 명시된 한계를 초과하지 않도록 주의

해야 합니다.

oeLiquidLensConfigurationData는 렌즈에 캘리브레이션 EEPROM이 장착되어 있는지 또는 주변기가 수동 모드로 실행 중인지 여부를 나타냅니다.



주의: 카메라에 연결하기 전에 항상 렌즈 사양을 확인하세요. 렌즈에 캘리브레이션 EEPROM이 장착되어 있지 않은 경우, 렌즈를 연결하는 전류 제한 전에 확인하고 설정하세요. 그렇지 않으면 카메라 또는 액정 렌즈가 손상될 수 있습니다.

6.17.2 자동 초점

자동 초점은 카메라 장치에서 직접 리퀴드 렌즈 기술이 적용된 Opto Engineering® 제품을 제어하는 최적의 초점을 자동으로 찾을 수 있는 완전한 카메라 내 기능입니다.

자동 초점 알고리즘은 전체 프레임에 적용되지 않으므로 **oeLiquidLensAutofocusAOISize** 셀렉터와 **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX** 및 **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY** 기능을 통해 더 작은 AOI를 선택해야 합니다.

oeLiquidLensMode 기능에 따라 전류 또는 전력 범위를 설정해야 합니다.

마지막으로 **oeLiquidLensAutofocusFrameCount** 기능을 사용하면 프레임 수를 설정해야 합니다.

참고: **oeLiquidLensAutofocusStart** 명령이 트리거되면 카메라는 마지막 프레임이 전송될 때까지 기다립니다. 그런 다음 자동 초점이 시작됩니다.

자동 초점이 완료되었는지 확인하려면 **oeLiquidLensAutofocusStatus**를 확인하세요.

자동 초점 성능은 구성에 따라 영향을 받습니다:

1. 전류/전력 범위가 낮을수록 정확도가 향상됩니다.
2. AOI가 작을수록 초점 맞추는 시간이 빨라집니다.
3. 노출 시간이 짧을수록 정확도가 향상되고 초점 맞추는 시간이 빨라집니다.
4. 프레임 수가 많을수록 정확도는 높아지지만 초점 맞추는 시간은 느려집니다.

다음 공식에 따라 예상되는 최소 초점 시간이 결정됩니다:

$$MinAutofocusTime[ms] = 1000 \cdot \frac{N_{frame} - 1}{FPS[s^{-1}]} + t_{exp}[ms] \quad (13)$$

여기서, FPS 값은 센서 ROI를 **oeLiquidLensAutofocusAOISize**로 설정하고 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**를 **oe Sensor Throughput**로 설정하여 평가해야 합니다.

defocus 매개변수는 현재 자동 초점 구성이 정확한 결과를 생성할지 여부를 결정하는 데 도움이 되는 수치입니다. 디포커스 값이 높을수록 초점 정확도가 떨어집니다:

$$defocus[dpt] = slope[dpt/ms] \cdot t_{exp}[ms] \quad (14)$$

where,

$$\text{slope}[dpt/ms] = \frac{\text{PowerRange}[dpt]}{\text{MinAutofocusTime}[ms]} \quad (15)$$

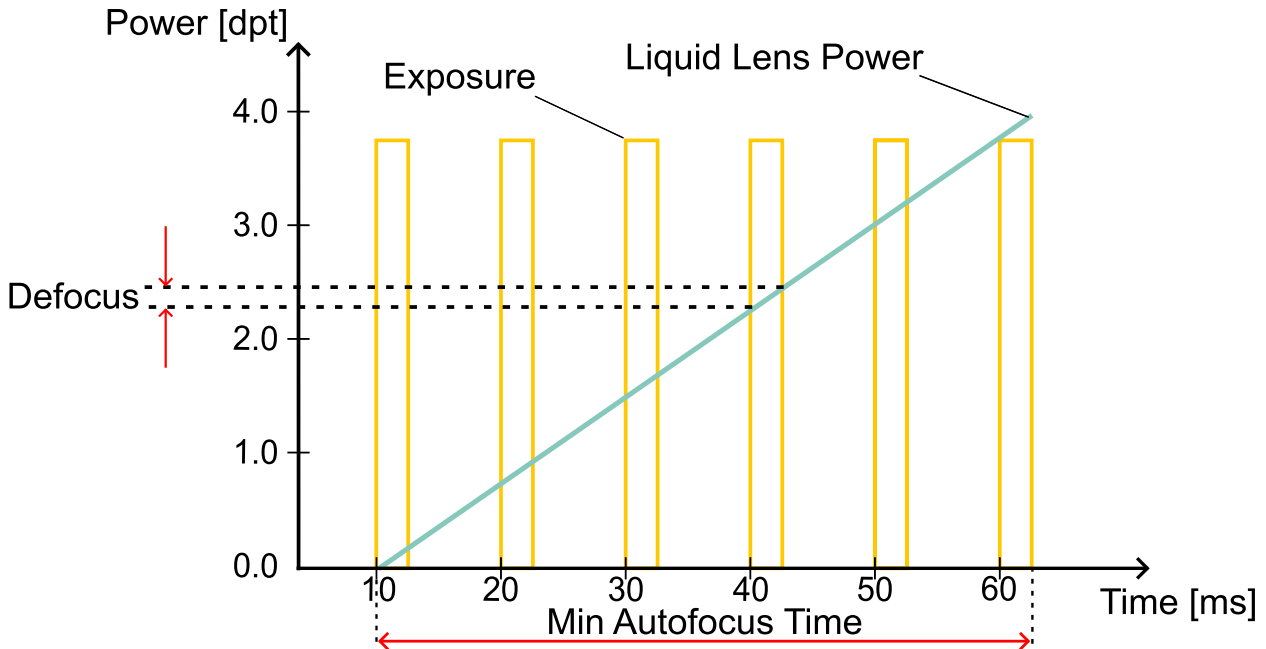


Figure 81: 자동 초점 작동 원리: 노출 시간과 리퀴드 렌즈의 동작이 설명되어 있습니다. 리퀴드 렌즈는 전류/전력 범위에 걸쳐 스위칭을 수행합니다.

참고: 초점 시간은 가변적이며 항상 최소 자동 초점 시간보다 큼니다. 카메라 설정과 자동 초점이 시작되기 전 마지막 프레임을 다운로드하는 데 걸리는 시간에 따라 달라집니다.

참고: **TriggerOverlap**를 **ReadOut**로 설정하면 노출 시작 지터의 영향을 받아 초점 정확도가 떨어질 수 있습니다.

참고: 정확도를 높이려면 SDK를 통해 **dual-pass** 동작을 구현할 수 있습니다. 먼저 거친 패스로 최적의 초점 영역을 결정한 다음, 미세 패스로 더 정확한 결과를 얻을 수 있습니다. 이는 전류/전력 범위에 따라 작동하여 달성할 수 있습니다.

6.18 OE Defective Pixel Correction Control

이 섹션에서는 결함이 있는 픽셀의 보정과 관련된 모든 기능을 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
oeDefectivePixelCount	결함이 있는 픽셀 수를 표시합니다.	Integer	RW
oeDefectivePixelSelector	결함 픽셀 맵 내부의 결함 픽셀 인덱스를 나타냅니다.	Integer	RW
oeDefectivePixelXCoordinate	실제 결함이 있는 픽셀의 수평 좌표를 나타냅니다.	Integer	RW
oeDefectivePixelYCoordinate	실제 결함이 있는 픽셀의 수직 좌표를 나타냅니다.	Integer	RW
oeDefectivePixelWriteMap	카메라 비휘발성 메모리에 결함이 있는 픽셀 맵 쓰기	ICommand	RW

Table 39: OE Defective Pixel Correction Control 특징

6.18.1 결함 있는 픽셀 보정

이미지 센서는 여러 가지 원인(온도, 노화, 우주선, 전리 방사선 등)으로 인해 픽셀 성능 저하의 영향을 받을 수 있습니다.

이러한 효과를 극복할 수 있는 한 가지 방법은 결함 픽셀 보정 전략을 채택하는 것입니다. 이는 결함이 있는 픽셀 값을 거의 양호한 픽셀의 값으로 대체하는 것으로 구성됩니다. 이 알고리즘은 카메라 캡처 파이프라인에서 실시간으로 실행되며 결함 픽셀 좌표 테이블에 의존합니다.

참고: 픽셀 결함 감지 및 보정에 대한 자동 절차는 4.7.5 섹션에 설명되어 있습니다. 여기에는 단일 결함 픽셀 보정에 대한 설명만 나와 있습니다.

oeDefectivePixelCount는 카메라에서 보정된 실제 결함 픽셀의 표시입니다.

결함이 있는 픽셀 좌표는 픽셀 인덱스(**oeDefectivePixelSelector**)를 선택한 후 노드 **oeDefectivePixelXCoordinate** 및 **oeDefectivePixelYCoordinate**에 표시할 수 있습니다.

다음 예는 결함 픽셀 목록에 새 결함 픽셀을 수동으로 추가하는 방법을 보여줍니다. 좌표 (4,2)에 결함이 있는 픽셀이 있다고 가정해 보겠습니다(그림 82 참조). 이 픽셀을 수정합니다:

1. **oeDefectivePixelCount**의 수를 1씩 증가시킵니다;
2. **oeDefectivePixelSelector** 노드에서 사용 가능한 첫 번째 인덱스를 선택합니다. 올바른 인덱스는 초기화되지 않은 **oeDefectivePixelXCoordinate** 및 **oeDefectivePixelYCoordinate** 값을 가진 인덱스입니다(픽셀 열거는 0부터 시작한다는 점에 유의하세요);
3. **oeDefectivePixelXCoordinate** 및 **oeDefectivePixelYCoordinate** 필드에 결함이 있는 픽셀의 좌표를 입력합니다;
4. **oeDefectivePixelWriteMap** 명령으로 새 맵을 온보드 메모리에 저장합니다;

컬러 카메라의 경우, 색상 보정 알고리즘은 애디언트 픽셀의 채도 정보가 다르다는 점을 고려하여 다음 픽셀 값으로 보정을 수행합니다(그림 83 참조).

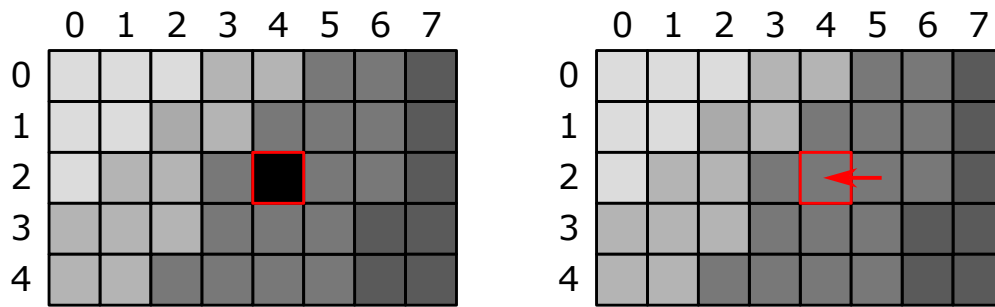


Figure 82: (왼쪽) 좌표(4,2)에 데드 픽셀이 있는 경우. (오른쪽) 가장 가까운 이웃 알고리즘을 통한 오류 수정.

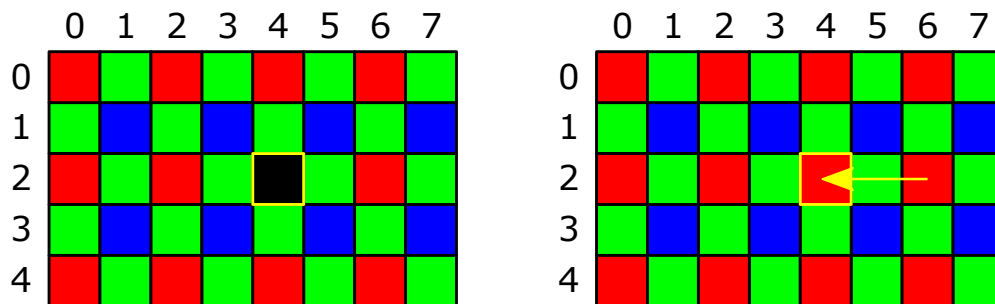


Figure 83: (왼쪽) 좌표(4,2)에 데드 픽셀이 있는 경우. (오른쪽) 가장 가까운 이웃(크로마 정보는 동일) 알고리즘을 통한 오류 보정.

6.19 Test Control

테스트 기능 제어와 관련된 기능이 포함되어 있습니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
TestEventGenerate	테스트 이벤트 생성	ICommand	W

Table 40: Test Control 특징

6.20 Transport Layer Control

이 섹션에서는 Transport Layer control 기능에 대해 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	엑세스
----	----	-------	-----

PayloadSize	스트림 채널의 각 이미지 또는 청크에 대해 전송된 바이트 수를 제공합니다.	Integer	R
PtpEnable	Precision Time Protocol (PTP)을 활성화합니다.	Boolean	RW
oePtpOffsetFromUtc	현재 IEEE 1588 UTC 오프셋을 출력 시간에 적용할 수 있습니다.	Boolean	RW
PtpDataSetLatch	장치의 PTP 클럭 데이터 세트에서 현재 값을 래치합니다.	Command	W
PtpStatus	PTP 시계의 래치 상태를 반환합니다.	Enumeration	R
PtpServoStatus	클럭 서보의 래치 상태를 반환합니다.	Enumeration	R
PtpOffsetFromMaster	PTP 마스터 클럭에서 래치된 오프셋을 나노초 단위로 반환합니다.	Integer	R
PtpClockID	PTP 장치의 래치 클럭 ID를 반환합니다.	Integer	R
PtpParentClockID	PTP 장치의 래치된 상위 클럭 ID를 반환합니다.	Integer	R
PtpGrandmasterClockID	PTP 장치의 래치된 그랜드마스터 시계 ID를 반환합니다.	Integer	R
GevSupportedOptionSelector	기존 지원을 조회할 GEV 옵션을 선택합니다.	Enumeration	RW
GevSupportedOption	선택한 GEV 옵션이 지원되는 경우 반환합니다.	Boolean	R
GevInterfaceSelector	제어할 논리적 링크를 선택합니다.	Integer	RW
GevMACAddress	논리적 링크의 MAC 주소	Integer	R
GevCurrentIPConfigurationLLA	지정된 논리적 링크에서 링크 로컬 주소 IP 구성 체계를 활성화할지 여부를 제어합니다.	Boolean	RW
GevCurrentIPConfigurationDHCP	지정된 논리적 링크에서 DHCP IP 구성 체계를 활성화할지 여부를 제어합니다.	Boolean	RW
GevCurrentIPConfigurationPersistentIP	지정된 논리적 링크에서 퍼시스턴트 IP 구성 체계를 활성화할지 여부를 제어합니다.	Boolean	RW
GevCurrentIPAddress	주어진 논리적 링크의 IP 주소를 보고합니다.	Integer	R
GevCurrentSubnetMask	주어진 논리적 링크의 서브넷 마스크를 보고합니다.	Integer	R

GevCurrentDefaultGateway	주어진 논리적 링크의 기본 게이트웨이 IP 주소를 보고합니다.	Integer	R
GevPersistentIPAddress	이 논리적 링크의 영구 IP 주소를 제어합니다.	Integer	RW
GevPersistentSubnetMask	이 논리적 링크의 퍼시스턴트 IP 주소와 연결된 퍼시스턴트 서브넷 마스크를 제어합니다.	Integer	RW
GevPersistentDefaultGateway	이 논리적 링크의 영구 기본 게이트웨이를 제어합니다.	Integer	RW
GevDiscoveryAckDelay	장치가 검색 명령을 승인하기 위해 대기하는 최대 무작위 지연 시간을 나타냅니다.	Integer	R
GevMCPHostPort	장치가 메시지를 보내야 하는 포트를 제어합니다.	Integer	R
GevMCDA	메시지 채널의 대상 IP 주소를 제어합니다.	Integer	RW
GevMCTT	전송 시간 제한 값을 밀리초 단위로 제공합니다.	Integer	RW
GevMCRC	메시지 채널 메시지가 시간 초과되었을 때 허용되는 재전송 횟수를 제어합니다.	Integer	RW
GevMCSP	이 기능은 메시지 채널의 소스 포트를 나타냅니다.	Integer	R
GevStreamChannelSelector	제어할 스트림 채널을 선택합니다.	Integer	RW
GevSCPIInterfaceIndex	사용할 논리적 링크의 색인	Integer	RW
GevSCPHostPort	선택한 채널의 포트 중 GVSP 송신기가 데이터 스트림을 전송해야 하는 포트 또는 GVSP 수신기가 데이터 스트림을 수신할 수 있는 포트를 제어합니다.	Integer	R
GevSCPSFireTestPacket	테스트 패킷을 전송합니다. 이 기능을 설정하면 디바이스에서 테스트 패킷을 한 번 전송합니다.	Boolean	RW
GevSCPSDoNotFragment	이 기능의 상태는 각 스트림 패킷의 IP 헤더의 "조각화 안 함" 비트에 복사됩니다. 애플리케이션에서 이 기능을 사용하여 스트림 채널에서 패킷의 IP 조각화를 방지할 수 있습니다.	Boolean	RW

GevSCPSPacketSize	이 GigE Vision 특정 기능은 DeviceStreamChannelPacketSize에 해당하며 이 기능과 동기화 상태를 유지해야 합니다.	Integer	RW
GevSCPD	이 스트림 채널의 각 패킷 사이에 삽입할 지연(GEV 타임스탬프 카운터 단위)을 제어합니다.	Integer	R
GevSCDA	선택한 스트림 채널의 대상 IP 주소 중 GVSP 송신기가 데이터 스트림을 전송해야 하는 대상 IP 주소 또는 GVSP 수신기가 데이터 스트림을 수신할 수 있는 대상 IP 주소를 제어합니다.	Integer	RW
GevSCSP	스트림 채널의 소스 포트를 나타냅니다.	Integer	R

Table 41: Transport Layer Control 특징

6.20.1 Precision Time Protocol (PTP)

PTP(Precision Time Protocol)는 IEEE 1588 표준의 시계 동기화 프로토콜입니다. 이더넷 네트워크에서 여러 대의 GigE 카메라의 클럭을 정밀하게 동기화할 수 있습니다. PTP 절차에 따라 네트워크에서 가장 정확한 시계를 가진 디바이스가 그랜드마스터 클럭으로 선출되고 다른 디바이스는 슬레이브가 됩니다. 슬레이브는 주기적으로 자동으로 자신의 시계를 마스터의 시계와 직접 동기화합니다. 그 결과 전체 네트워크에서 타임스탬프 값이 마스터와 일치하게 됩니다. 이 프로토콜은 IEEE 표준 문서에 자세히 설명되어 있습니다.

참고: Itala 카메라는 슬레이브만 될 수 있습니다(마스터 모드는 구현되지 않음).

scheduled action commands을 사용하는 경우 PTP 기능을 활성화해야 합니다(6.12.2).

6.21 Sequencer Control

이 섹션에서는 Sequencer Control와 관련된 모든 기능에 대해 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	액세스
SequencerMode	sequencer 메커니즘의 활성화 여부를 제어합니다.	IEnumeration	RW

SequencerConfigurationMode	sequencer 구성 모드의 활성화 여부를 제어합니다.	IEnumeration	RW
SequencerFeatureSelector	제어할 sequencer 기능을 선택합니다.	IEnumeration	RW
SequencerFeatureEnable	선택한 기능을 활성화하고 모든 sequencer에서 활성화합니다.	IBoolean	RW
SequencerSetSelector	추가 기능 설정이 적용되는 sequencer 세트를 선택합니다.	IIInteger	RW
SequencerSetSave	현재 장치 상태를 sequencer가 선택한 SequencerSetSelector 세트에 저장합니다.	ICommand	W
SequencerSetLoad	장치에서 sequencer가 선택한 SequencerSetSelector 세트를 로드합니다.	ICommand	W
SequencerSetActive	현재 활성화된 시퀀서 세트를 포함합니다.	IIInteger	R
SequencerSetStart	sequencer 내에서 처음 사용되는 초기/시작 sequencer 세트를 설정합니다.	IIInteger	RW
SequencerPathSelector	추가 경로 설정을 적용할 분기 경로를 선택합니다.	IIInteger	RW
SequencerSetNext	다음 sequencer 세트를 지정합니다.	IIInteger	RW
SequencerTriggerSource	sequencer 트리거 소스로 사용할 내부 신호 또는 물리적 입력 라인을 지정합니다.	IEnumeration	RW
SequencerTriggerActivation	sequencer 트리거의 활성화 모드를 지정합니다.	IEnumeration	RW

Table 42: Sequencer Control 특징

6.21.1 Sequencer 개요

Sequencer Control의 목적은 사용자가 촬영 중에 연속적으로 활성화할 수 있는 일련의 기능 집합을 정의할 수 있도록 하는 것입니다. 각 *sequencer set* 변경은 사용자가 구성한 이벤트에 의해 트리거됩니다. sequencer의 실행은 장치에 의해 완전히 제어됩니다.

6.21.2 Sequencer set 구성

*sequencer set*의 인덱스는 **SequencerSetSelector**로 지정됩니다. 시퀀서 세트는 최대 64개까지 구성할 수 있습니다.

실제로 *sequencer set*의 일부인 기능은 표 43에 정의되어 있습니다. 이러한 기능은 **SequencerFeatureSelector**에서 선택하고 **SequencerFeatureEnable**에서 활성화할 수 있습니다. 기능이 활성화되면 모든 *sequencer sets*에 적용됩니다.

*sequencer set*을 구성하려면 **SequencerConfigurationMode**로 카메라를 구성 모드로 전환해야 합니다. 그런 다음 사용자는 **SequencerSetSelector**로 수정할 원하는 *sequencer set*을 선택해야 합니다. 사용자가 필요한 모든 카메라 설정을 변경한 후에는 선택한 *sequencer set*에 이러한 모든 설정을 **SequencerSetSave**로 저장할 수 있습니다. 사용자는 이 설정을 **SequencerSetLoad**로 다시 읽을 수도 있습니다.

유연한 사용을 위해 하나의 *sequencer set*에서 다른 경로로 이동할 수 있는 경로를 최대 두 개까지 사용할 수 있습니다. 이러한 경로는 **SequencerPathSelector**에 의해 선택됩니다. 각 경로와 따라서 서로 다른 *sequencer sets* 간의 전환은 정의된 트리거와 **SequencerSetNext**이 선택할 수 있는 다음 대상 *sequencer set*을 기반으로 합니다. 트리거가 발생하면 다음 세트의 설정이 활성화됩니다.

트리거는 **SequencerTriggerSource**(표 44) 및 **SequencerTriggerActivation** 기능에 의해 정의됩니다.

참고: **SequencerTriggerActivation**는 기본적으로 "RisingEdge"로 설정되어 있으며 변경할 수 없습니다.

*sequencer set*에는 다음 값이 포함되어야 합니다:

- 장치에서 제어해야 하는 카메라 데이터
- 경로가 하나 이상인 **SequencerPathSelector**
- **SequencerSetNext**, **SequencerTriggerSource** 및 **SequencerTriggerActivation**로 선택할 수 있는 모든 경로에 대해 **SequencerPathSelector**.

참고: If two paths are configured, **Path 0**는 **Path 1**보다 우선순위가 높습니다. 서로 다른 두 개의 **SequencerTriggerSource**이 동시에 발생하면 **Path 0**와 관련된 트리거 소스가 승리합니다.

현재 Sequencer Control: 내에서 사용할 수 있는 기능은 다음과 같습니다.

기능

참고

ExposureTime	
CounterDuration	카운터0만 구성됨
OffsetX	적절한 ROI는 사전에 구성해야 합니다.
OffsetY	적절한 ROI는 사전에 구성해야 합니다.
Gain	
oeLiquidLensCurrent	oeLiquidLensMode는 CurrentMode로 설정해야 합니다.
oeLiquidLensPower	oeLiquidLensMode는 PowerMode에 설정해야 합니다.

Table 43: Sequencer Control 작업에 사용 가능한 기능

SequencerTriggerSource 카메라에서 지원하는 Itala 값은 다음과 같습니다:

기능	참고
Off	sequencer 트리거를 비활성화합니다.
ExposureEnd	ExposureEnd의 수신으로 시작됩니다.
Counter0End	Counter0End의 수신으로 시작합니다.
Timer0End	Timer0End의 수신으로 시작합니다.
Encoder0	인코더 출력 신호 수신으로 시작됩니다.

Table 44: Sequencer Control 작업에 사용 가능한 트리거 소스

참고: 구성된 *sequencer* 프로그램은 다른 기능과 마찬가지로 사용자 집합의 일부로 저장됩니다.

참고: *sequencer set*이 로드되면 카메라의 실제 설정을 덮어씁니다.

7 사용 사례

7.1 배선 연결 예시

7.1.1 외부 장치로 카메라 트리거하기

머신 비전 시스템에서 Itala 카메라를 트리거하려면 적절한 연결을 수행해야 합니다. 광절연 입력 핀(섹션 5.7)의 회로를 고려할 때 가능한 연결은 그림 84에 표시된 것과 같습니다.

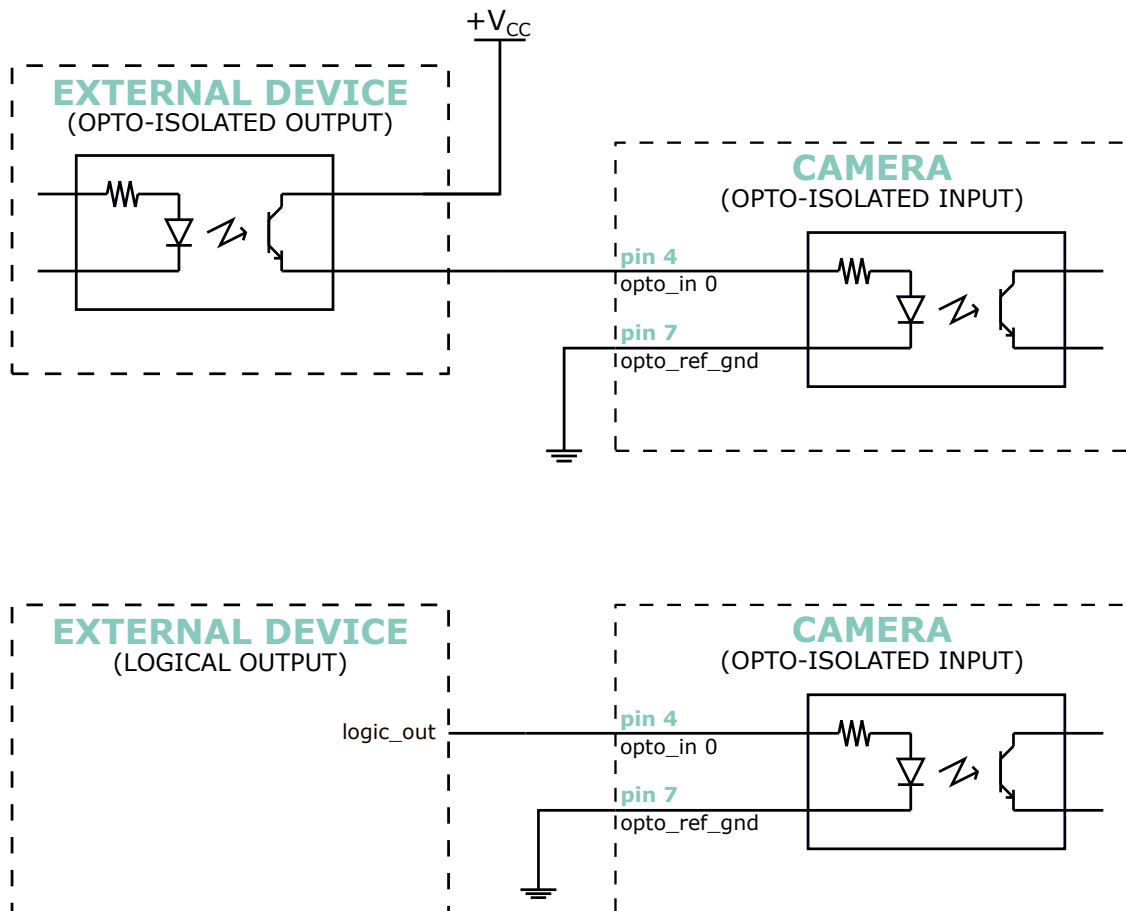


Figure 84: 위 그림: 광 절연 외부 장치에 의해 카메라가 트리거됩니다. 아래 그림: 카메라가 로직 출력 핀에 의해 트리거됩니다.

Itala 카메라가 외부 광 절연 장치에 의해 트리거되는 경우, 카메라의 입력 핀을 트리거 장치의 소스 출력 핀에 직접 연결할 수 있습니다.

이 경우 트리거링 출력 스테이지가 스위치 역할을 합니다. 동기화 신호가 생성되면 스위치가 닫히고 외부 전원 공급 장치(+V_{CC})가 카메라 입력 핀으로 전달되어 실제 상태가 토글되어 카메라가 트리거됩니다.



주의: 광절연 입력 핀의 최대 전압 사양을 초과하지 않도록 주의하세요.
5.2 섹션에서 언급했듯이 $+V_{CC}$ 은 30V를 초과하지 않아야 합니다.

Itala 카메라가 외부 논리 핀(예: TTL)에 의해 트리거되는 경우에도 출력 핀을 카메라의 광절연 입력 핀에 연결할 수 있습니다. 이 경우 논리 출력 핀은 광절연 입력 스테이지를 트리거할 수 있어야 하며, 즉 높은 논리 레벨이 광절연 커플러의 임계 전압보다 커야 합니다(섹션 5.2 참조).

또한 광절연 입력 스테이지를 토글하려면 출력 핀에 적절한 구동 강도가 있어야 합니다.

7.1.2 외부 장치와 Itala 카메라 동기화하기

Itala 카메라를 사용하여 외부 장치를 트리거하는 경우 적절한 연결을 수행해야 합니다.

광절연 출력 핀(섹션 5.7)의 회로를 고려할 때 가능한 연결은 그림 85에 표시된 것과 같습니다.

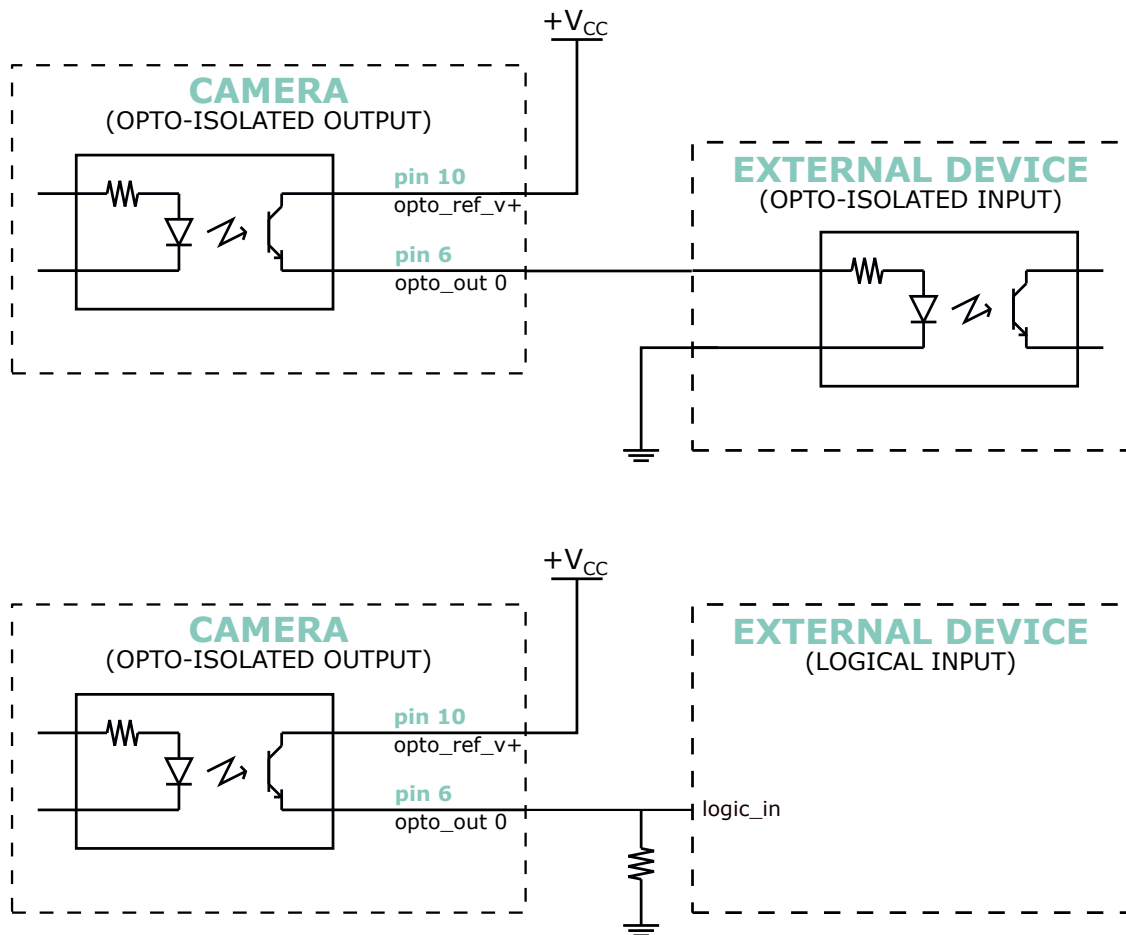


Figure 85: 위 그림: 카메라가 광 절연 외부 장치를 트리거합니다. 아래 그림: 카메라가 로직 입력 핀을 트리거합니다.

Itala 카메라가 외부 광 절연 장치를 트리거하는 경우 카메라의 출력 핀을 트리거된 장치의 입력 핀에 직접

연결할 수 있습니다.

이 경우 출력 스테이지가 스위치 역할을 합니다. 동기화 신호가 생성되면 스위치가 닫히고 외부 전원 공급 장치(+V_{CC})가 외부 장치로 전달되어 실제 상태를 토글하여 장치를 트리거합니다.



주의: 광절연 입력 핀의 최대 전압 사양을 초과하지 않도록 주의하세요.
5.2 섹션에서 언급했듯이 +V_{CC}은 30V를 초과하지 않아야 합니다.

반대로 Itala 카메라가 외부 **logic** 핀(예: TTL)을 트리거하는 경우에도 출력 핀을 카메라의 광절연 입력 핀에 연결할 수 있지만, 광절연 출력이 활성화되지 않은 경우 입력 핀을 접지에 연결하기 위해 외부 저항이 필요하다는 몇 가지 주의 사항이 있습니다.



주의: 광절연 입력 핀의 최대 전압 사양을 초과하지 않도록 주의하세요.
5.2 섹션에서 언급했듯이 +V_{CC}은 30V를 초과하지 않아야 합니다.



주의: 항상 +V_{CC}과 로직 핀 최대 전압 정격 간의 호환성을 확인하십시오.

7.2 카메라의 출력 라인에 지연을 추가하는 방법

이 섹션에서는 Itala 출력 라인에 대해 사용자 정의 지연을 추가하는 방법을 설명합니다.

예를 들어 **Line2**에서 1ms 과 같고 $100\mu\text{s}$ 만큼 지연되며 *Exposure End* 기능에 의해 트리거되는 출력 펄스를 생성하는 것을 고려해 보겠습니다.

이 시나리오는 그림 86에 설명되어 있습니다.

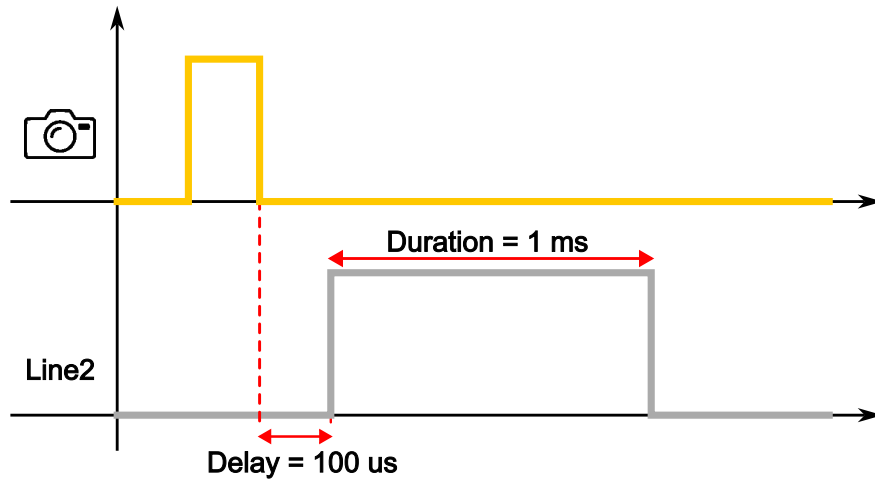


Figure 86: 예시 시나리오: 노출 시간 후 1ms 출력 펄스($100\mu\text{s}$ 지연 포함)가 생성됩니다.

Line2에서 이 파형을 얻으려면 다음 설정을 적용할 수 있습니다:

1. Timer 구성

- *Timer Selector* 기능(예: *Timer 0*)을 사용하여 타이머 중 하나를 선택합니다.
- *Exposure End* 기능에 대한 *Timer Trigger Source* 항목을 선택합니다.
- *Timer Delay* 필드에 원하는 펄스 지연을 설정합니다(예: $100\mu\text{s}$).
- *Timer Duration* 필드에 원하는 펄스 기간을 설정합니다(예: $1000\mu\text{s}$).

2. Digital IO 구성

- *Line Selector* 기능을 사용하여 출력 라인 중 하나를 선택합니다(예: *Line 2*).
- *Line Source* 기능에 대한 *Timer 0 Active* 항목을 선택합니다.

Itala View를 사용하는 경우 언급된 구성은 그림 87에 나와 있습니다.

특히 타이머 구성은 녹색 상자로 강조 표시되고, 디지털 IO 구성은 노란색 상자로 강조 표시됩니다.

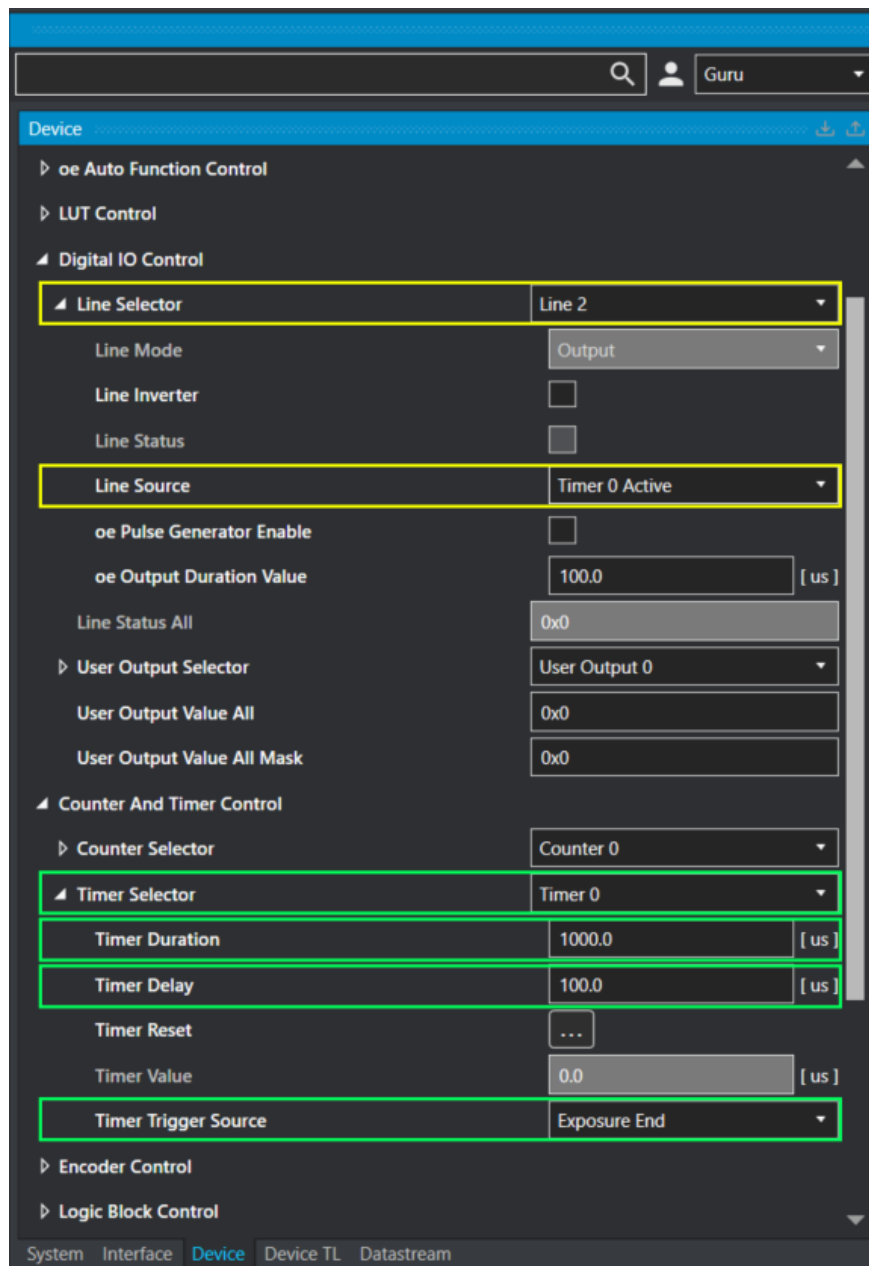


Figure 87: Itala View를 사용한 출력 지연 펄스 구현

7.3 스트리밍 대역폭 관리

Itala는 이미지 센서에서 전체 캡처 프레임 속도를 선택하고 조정할 수 있으며, 특히 센서 처리량 설정과 관련된 GenICam 사용자 지정 기능은 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**입니다.

기본적으로 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**은 **oeLinkThroughput**로 설정되어 있습니다.

이 구성에서 수집 프레임 속도는 기가비트 링크 대역폭에 의해 제한됩니다.

센서 설정(트리거 로직, 블랭킹 기간 등)은 기가비트 연결의 처리량(예: 1Gbps)에 맞춰 자동으로 계산됩니다.

이 시나리오는 그림 88에 설명되어 있습니다. 청록색 블록으로 표시된 프레임이 이미지 센서에서 캡처되어 내부 카메라 버퍼에 저장된 다음 사용자 애플리케이션에서 읽습니다.

그림 88는 또한 온보드 이미지 버퍼의 동작을 보여줍니다. *read* 데이터 전송률은 항상 *write* 데이터 전송률과 같으므로 내부 메모리가 완전히 꽉 찰 가능성은 없습니다.

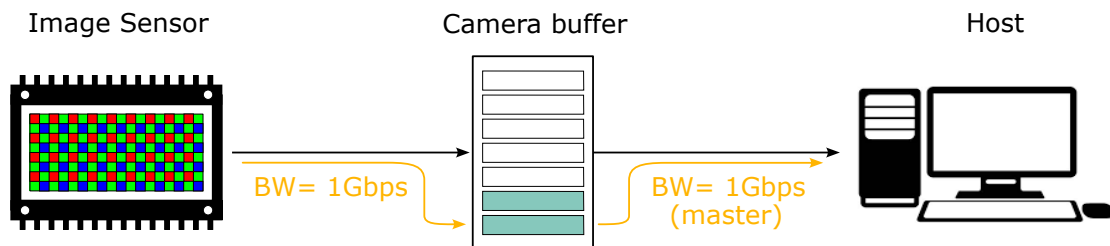


Figure 88: **oeAcquisitionFrameRateLimitMode** = **oeLinkThroughput**이면 센서 처리량이 기가비트 대역폭에 맞게 자동으로 조정됩니다.

반면에 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**을 **oeSensorThroughput**으로 설정하면 그림 89에 표시된 것처럼 획득 대역폭의 드라이버가 이미지 센서가 됩니다.

이 경우에도 카메라와 호스트 간의 전체 대역폭은 여전히 이더넷 인터페이스에 의해 제한되지만, 획득 데이터 속도는 링크 대역폭과 더 이상 관련이 없으며 이미지 센서 모델과 작동 모드에 따라 1기가비트 링크 속도보다 높거나 낮은 값을 가질 수 있습니다.

write 데이터 전송률이 *read* 데이터 전송률보다 높을 수 있으므로, 그림 90에 표시된 것처럼 카메라의 내부 이미지 버퍼가 포화 상태가 될 수 있습니다. 이 조건이 충족되면 캡처된 프레임을 시각화하는 동안 지연 효과가 발생할 수 있습니다.

이 시나리오는 Itala가 자유 실행 수집 모드에 있고 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**이 **oeSensorThroughput**로 설정된 경우 거의 항상 나타납니다.

oeSensorThroughput 구성은 트리거 모드 및 버스트 촬영과 함께 사용할 때, 즉 **TriggerMode**이 ON으로 설정되고 **AcquisitionBurstFrameCount**이 1보다 높을 때 그 장점을 제대로 발휘합니다.

이 경우 이미지 센서에서 매우 높은 프레임 속도로 이미지를 캡처하여 내부 메모리 버퍼에 저장할 수 있

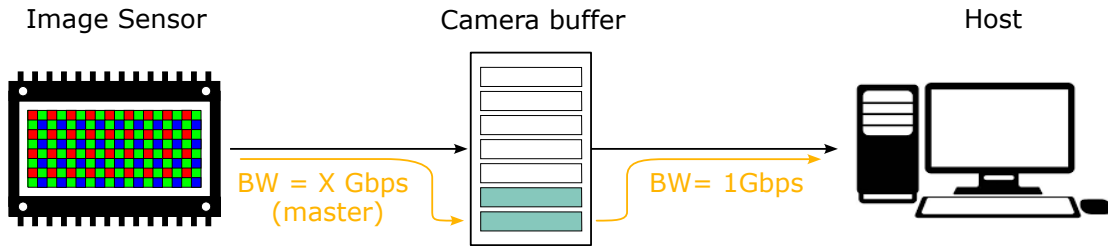


Figure 89: *oeAcquisitionFrameRateLimitMode* = *oeSensorThroughput*인 경우, 수집 대역폭은 링크 대역폭과 전혀 관련이 없습니다.

Condition: **Write_BW > Read_BW**

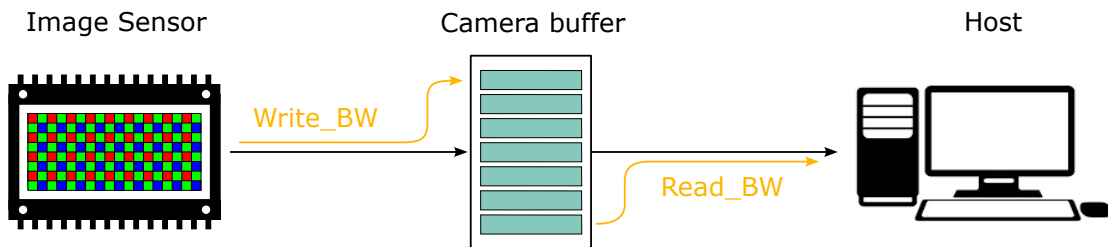


Figure 90: *oeAcquisitionFrameRateLimitMode* = *oeSensorThroughput*일 때 쓰기 대역폭이 읽기 대역폭보다 높으면 버퍼 가득 조건이 발생할 수 있습니다.

으며(그림 91a), 판독은 낮은 기가비트 대역폭을 사용하여 나중에 수행할 수 있습니다(그림 91b).

고려해야 할 중요한 요소는 내부 버퍼의 유한한 크기입니다. 메모리에 저장할 수 있는 프레임 수는 두 가지 매개 변수에 따라 엄격하게 관련되어 있고 의존합니다: *이미지 해상도와 픽셀 형식*입니다.

버퍼 포화 전에 캡처할 수 있는 최대 프레임 수는 다음 공식으로 표현됩니다:

$$MaxBurstSize = \frac{BufferSize[Mbit]}{Resolution[Mpixel] * BitPerPixel} \quad (16)$$

어디에:

- *Buffer Size*은 내부 메모리 버퍼 크기입니다(버퍼 크기 정보는 5.1 섹션 참조).
- *Resolution*은 메가픽셀로 표시되는 센서 해상도(너비 x 높이)입니다.
- *Bit Per Pixel*는 이미지의 각 단일 픽셀에 연결된 비트 수입니다.

표 45에는 Itala 카메라에서 지원하는 각 픽셀 형식에 대한 *픽셀당 비트* 값이 간략하게 요약되어 있습니다.

픽셀 형식	픽셀당 비트
Mono8	8

BayerRG8	8
PolarizedXXMono8	8
PolarizedXXBayerRG8	8
Mono10p	10
BayerRG10p	10
PolarizedXXMono10p	10
PolarizedXXBayerRG10p	10
Mono10Packed	12
BayerRG10Packed	12
PolarizedXXMono10Packed	12
PolarizedXXBayerRG10Packed	12
Mono12p	12
BayerRG12p	12
PolarizedXXMono12p	12
PolarizedXXBayerRG12p	12
Mono12Packed	12
BayerRG12Packed	12
PolarizedXXMono12Packed	12
PolarizedXXBayerRG12Packed	12
YUV411	12
YUV422	16
RGB8	24

Table 45: Itala 카메라에서 지원하는 각 픽셀 형식에 대한 픽셀당 비트 수 값 요약

다음 예시는 버퍼 포화 없이 최대 버스트 크기 추정치를 대략적으로 계산한 예시입니다.

참고: 다음 예시에서는 버스트 수집이 끝날 때 호스트 애플리케이션으로 프레임 다운로드가 이후부터 시작되는 최악의 시나리오를 고려합니다.

참고: 다음 예제에서는 384Mb(즉, 3072Mbit)의 버퍼 크기를 고려합니다. 실제 버퍼 크기는 섹션 5.1에서 확인할 수 있습니다.

12Mpixel 이미지 센서와 **Mono8**로 설정된 픽셀 포맷을 고려하면 포화 전에 획득할 수 있는 최대 프레임 수는 다음과 같습니다:

$$MaxBurstSize = \frac{3072Mbit}{12Mpixel * 8} = 32frames \quad (17)$$

RGB8 픽셀 형식으로 작동하도록 설정된 동일한 센서가 장착된 카메라의 최대 버스트 크기는 다음과

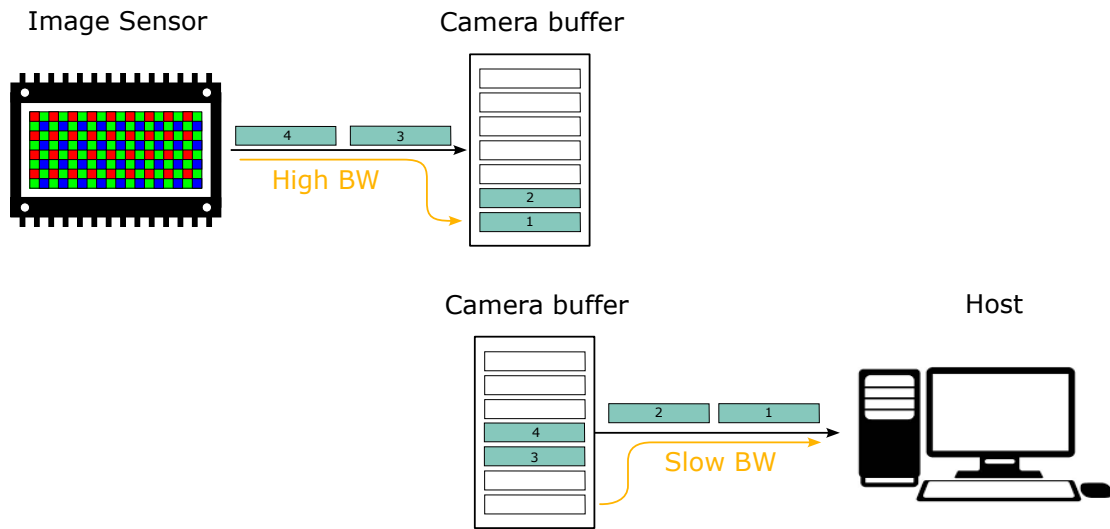


Figure 91: (a) 첫째, 하나의 입력 트리거 신호만으로 여러 프레임을 캡처하기 위해 버스트 캡처가 활성화됩니다. (b) 둘째, 느린 프레임 속도로 카메라에서 호스트로 이미지를 전송할 수 있습니다.

같습니다:

$$MaxBurstSize = \frac{3072Mbit}{12Mpixel * 24} = 10frames \quad (18)$$

7.4 코그넥스 비전 프로 호환성

이 문서는 Itala로 코그넥스 비전 프로를 설정하는 방법을 간략하게 설명하는 작은 기술 가이드입니다. 다음 단계를 따르십시오:

1. 카메라 연결...
2. IPv4 구성 및 카메라 IP 모드가 올바른지 확인합니다.
3. *Cognex GigE Vision Configuration*를 엽니다.
4. *Performance driver*가 설치되어 있는지 확인합니다.

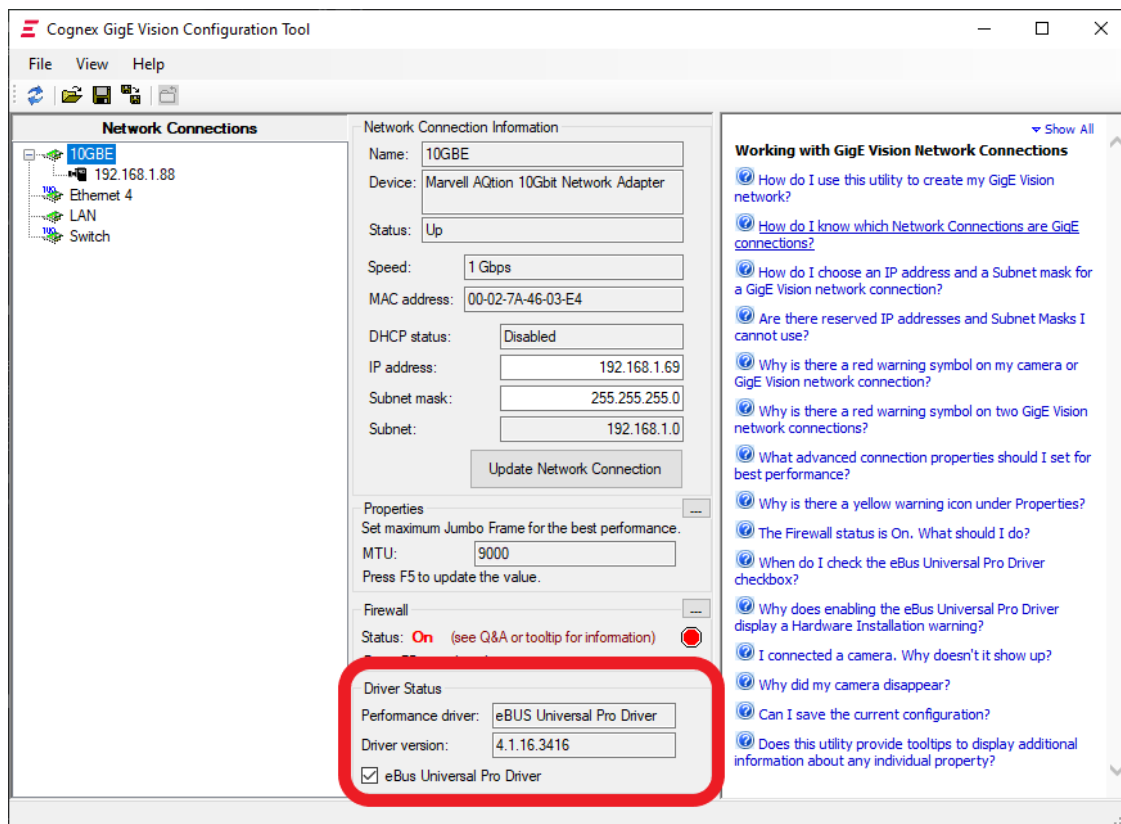


Figure 92: 4단계 - Cognex GigE Vision Configuration Tool 창.

5. VisionPro QuickBuild를 엽니다.

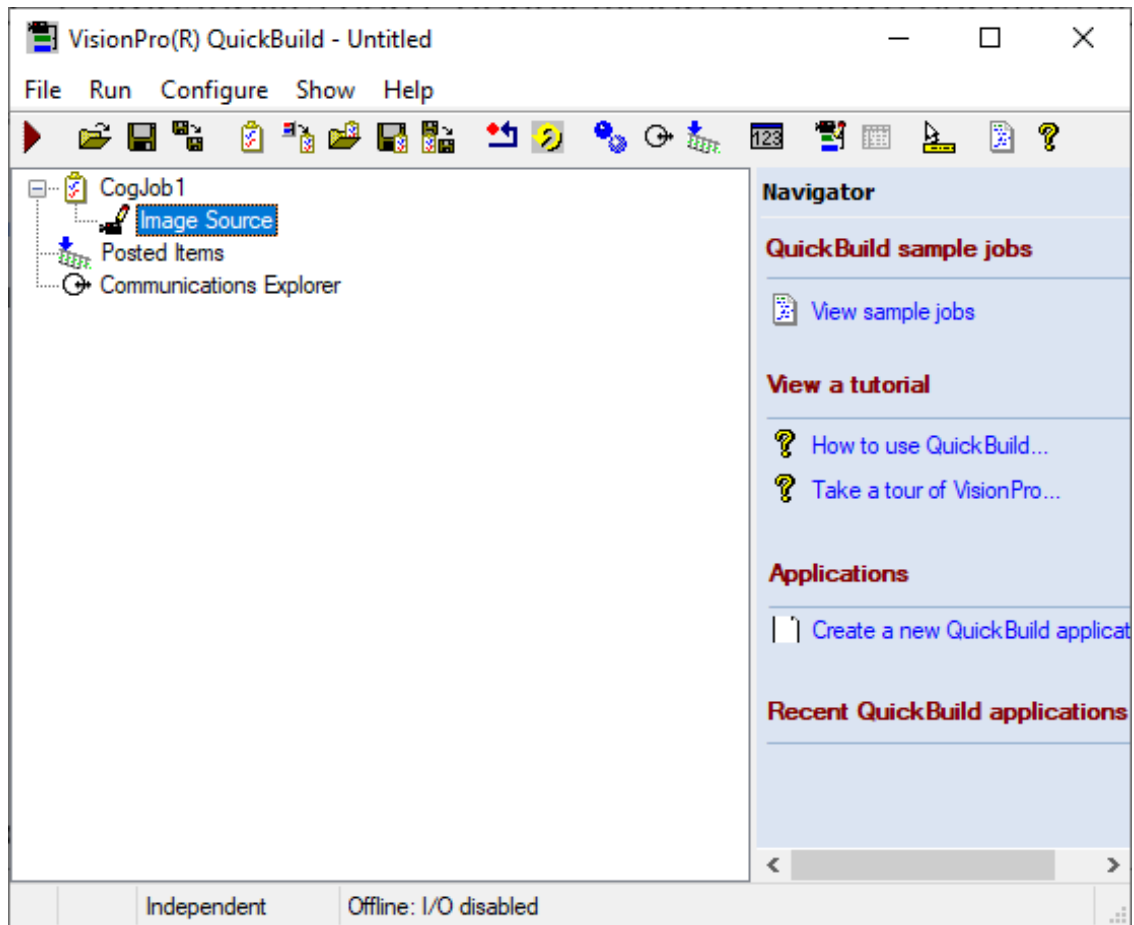


Figure 93: 5단계 - VisionPro QuickBuild 창.

6. *Image Source*을 더블 클릭합니다.
7. 두 개의 창이 열립니다. *Image Source* 창에서 *Camera* 버튼을 클릭합니다.

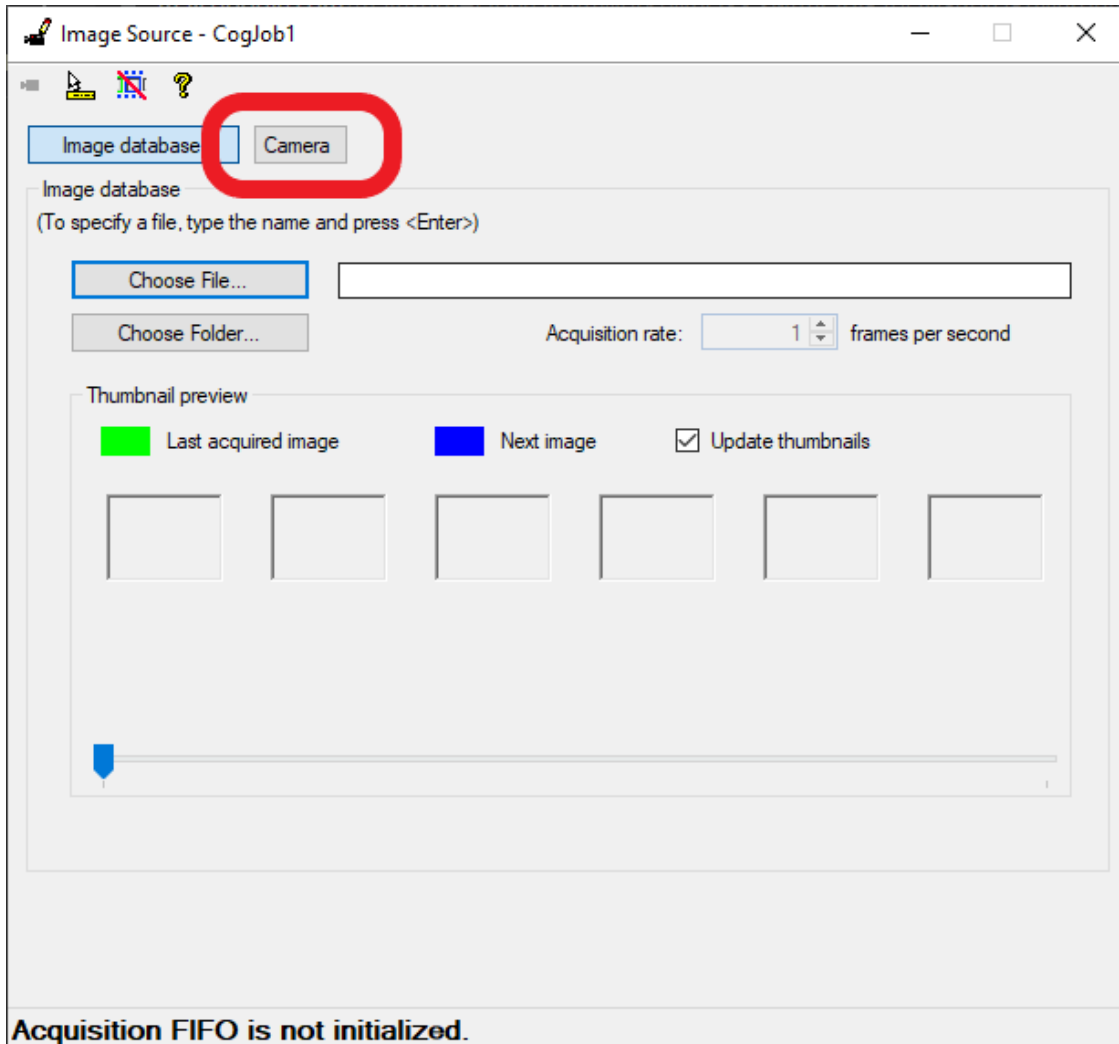


Figure 94: 7단계 - *Image Source* 창.

8. 콤보 상자에서 *GigEVision*로 시작하는 항목을 선택합니다.

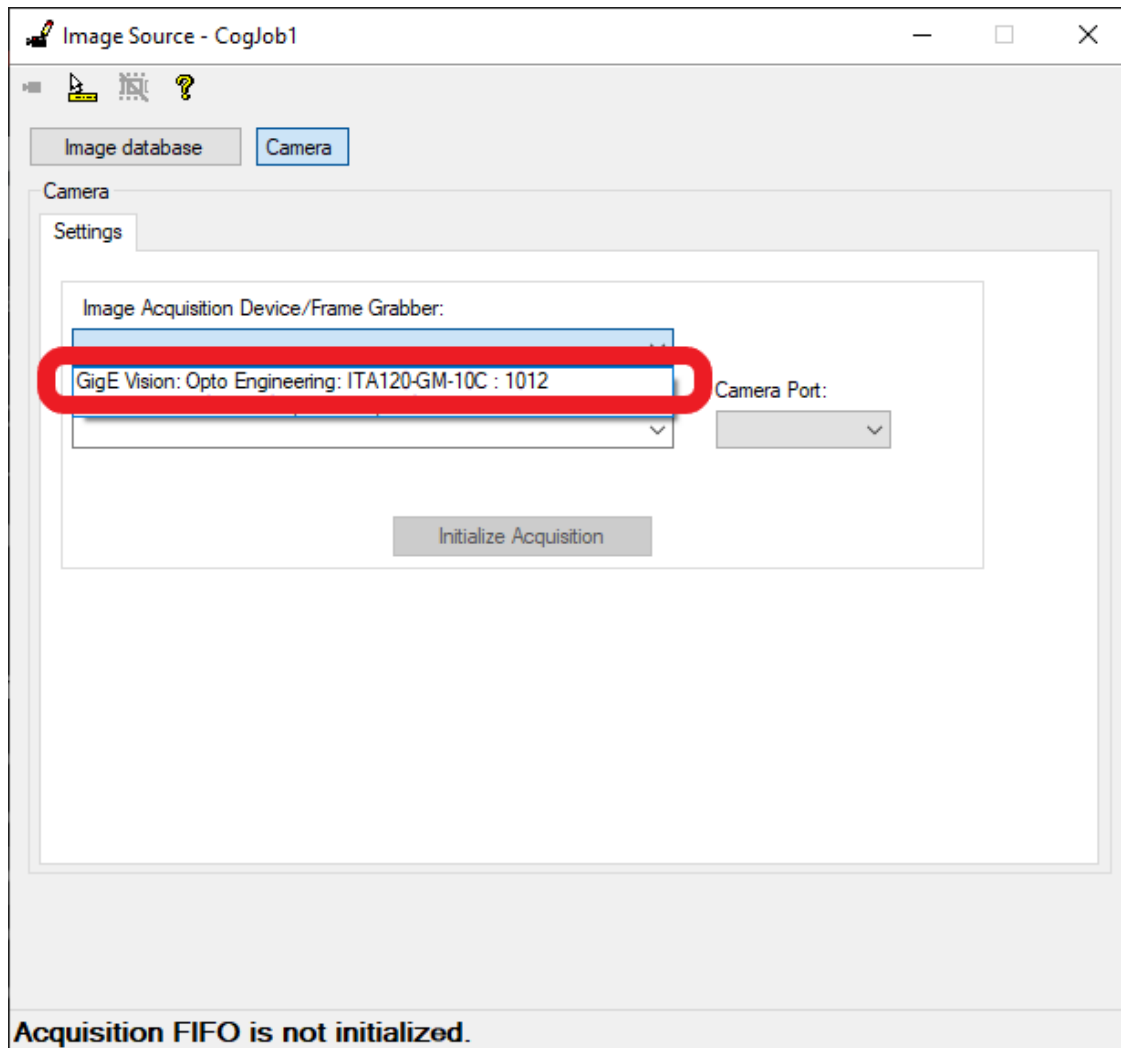


Figure 95: 8단계 - *Image Source* 창, *Image Acquisition Device* 선택.

9. *Video Formats* 필드에서 내림차순 화살표를 클릭하고 원하는 픽셀 형식을 선택합니다.

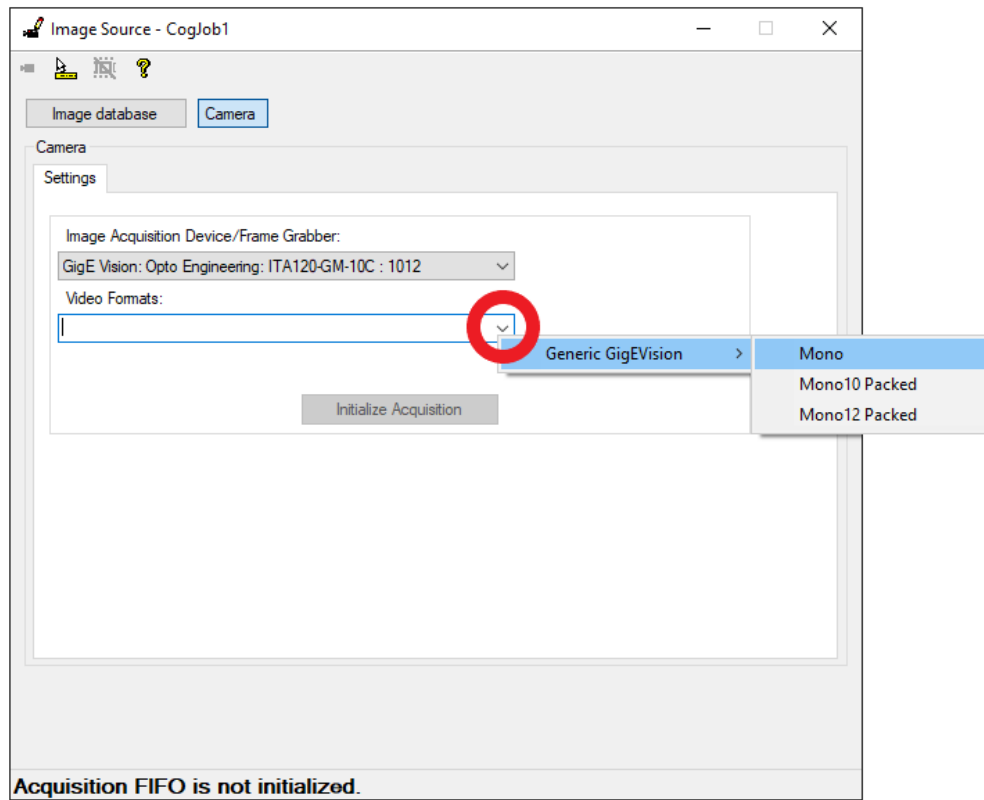


Figure 96: 9단계 - *Image Source* 창, *Video Formats* 선택.

10. *Initialize Acquisition*을 클릭합니다.

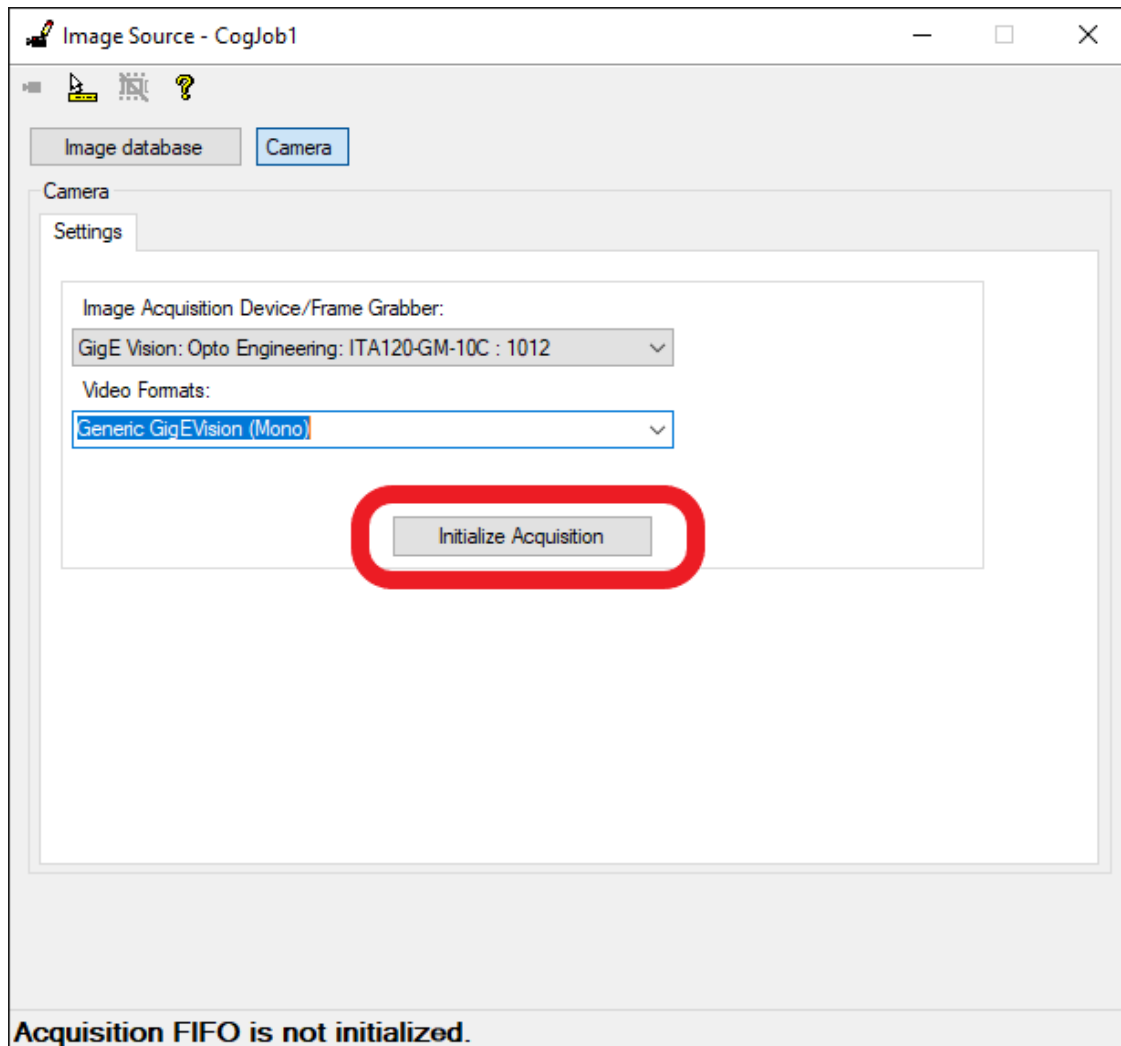


Figure 97: 10단계 - *Image Source* 창, *Initialize Acquisition*.

11. 실시간 미리보기를 보려면 창의 왼쪽 상단에 있는 카메라 아이콘을 클릭합니다. 노출 시간, 트리거 모드 및 ROI와 같은 기타 설정도 설정할 수 있습니다.

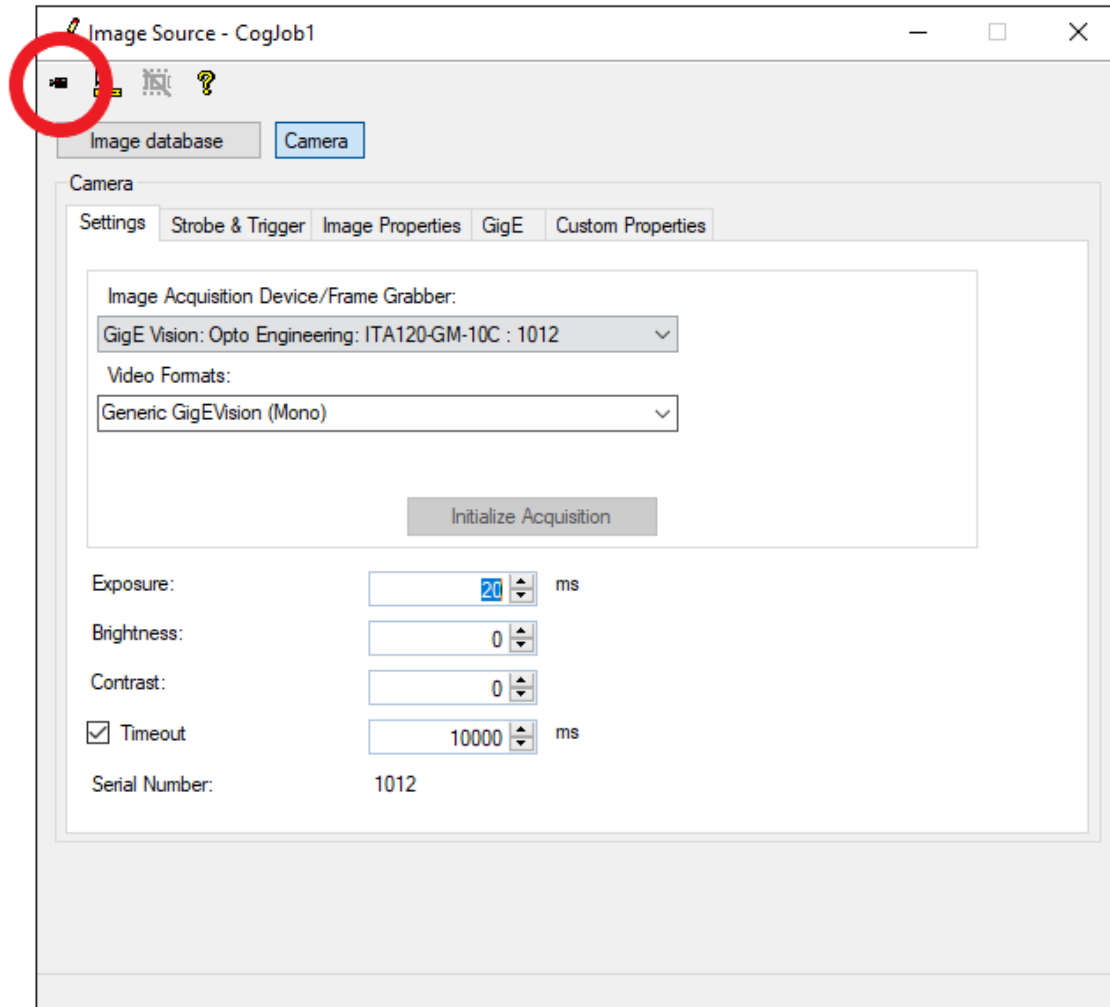


Figure 98: 11단계 - Image Source 창, Live Preview.

7.5 시퀀서 컨트롤 구성 예시

이 예에서는 장치에서 4가지 노출 시간으로 촬영 시퀀스를 정의하고 마지막 단계가 5회 반복됩니다.

모든 구성은 디바이스 자체에서 이루어지므로 구성이 완료되고 촬영이 시작되면 필요한 경우 디바이스 자체에서 매개변수 변경 사항을 적용합니다. 그러면 호스트 애플리케이션은 이미지를 캡처하기만 하면 됩니다. 따라서 호스트 애플리케이션에서 프레임 단위로 변경 사항을 적용할 때보다 전체 프레임 속도가 훨씬 빨라집니다.

그러면 다음과 같은 흐름도가 생성됩니다:

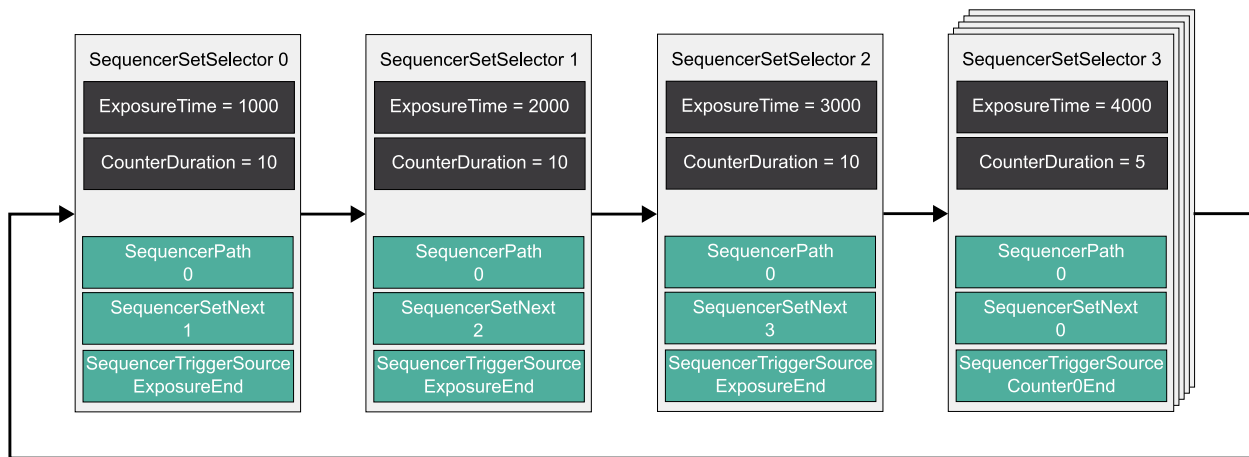


Figure 99: 시퀀서 제어 예제 플로우 다이어그램.

시퀀서 경로 기능에 관한 몇 가지 사양이 있습니다:

- **SequencerTriggerSource**이 꺼져 있으면 경로가 비활성화된 것입니다.
- 두 경로가 모두 비활성 상태이거나 **SequencerTriggerSource** 중 어느 것도 트리거되지 않으면 시퀀서는 현재 세트에 남아 있습니다.
- 두 경로 중 **SequencerTriggerSource**이 트리거된 경우 먼저 발생한 트리거가 있는 경로를 따릅니다.

7.5.1 시퀀서 경로로 작업하기

최대 2개의 활성 경로로 세트를 정의할 수 있습니다. 다음 다이어그램은 '세트 0'과 '세트 1'에 두 개의 경로가 정의된 **ExposureTime** 및 **oeLiquidLensPower** 기능을 사용하는 예를 보여줍니다:

- "설정 0" 및 "설정 1"은 경로 0 다음에 각 "ExposureEnd"에서 반복됩니다. 타이머 0이 종료되면 다음 세트는 경로 1 다음에 "설정 2"가 됩니다.
- "설정 2"는 "ExposureEnd" 이후 "설정 0"으로 돌아갑니다.

추가 설정:

- **TimerDuration** (Timer 0) = 2000000 μ s
- **oeLiquidLensMode** = Power Mode

그러면 다음과 같은 흐름도가 생성됩니다:

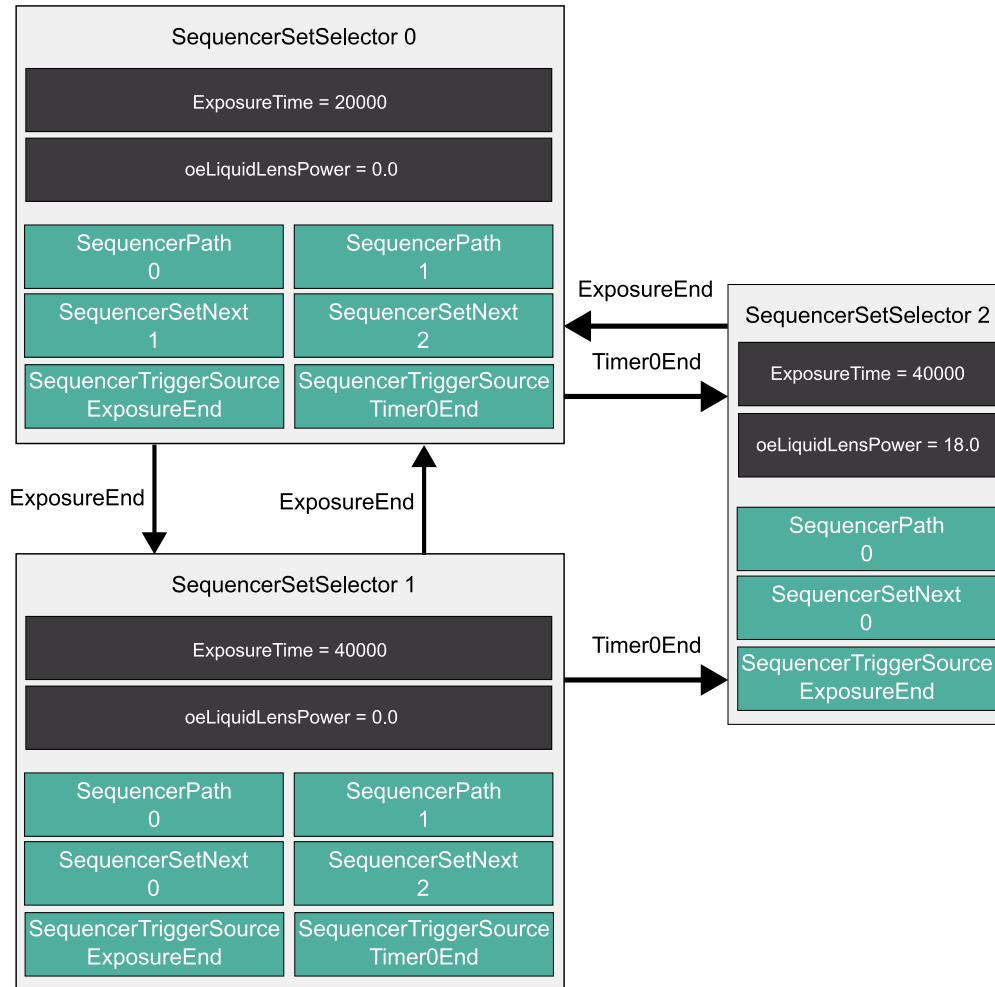


Figure 100: 시퀀서 제어 경로 예시 플로우 다이어그램.

8 문제 해결

8.1 사용 가능한 장치 목록에서 카메라를 찾을 수 없습니다.

카메라가 감지되지 않고 디바이스 목록에서 사용할 수 없는 경우 다음 단계를 확인하세요:

1. 카메라의 전원이 제대로 들어왔는지 확인합니다. 카메라가 켜지면 몇 초 후 상태 LED가 노란색으로 바뀝니다.
2. 방화벽이 현재 호스트와 디바이스 간의 통신을 차단하고 있는지 확인합니다.
3. NIC(네트워크 인터페이스 컨트롤러)의 구성을 확인합니다.
기본적으로 카메라는 DHCP 서버에서 IP 주소를 할당하도록 구성되어 있습니다.
그러나 사용자는 카메라에 고정 IP 주소를 할당할 수 있습니다. 이 경우 인터페이스 카드에 카메라 주소와 호환되는 적합한 IP 주소가 있는지 확인하세요.
또는 *IP Configurator tool*을 사용하여 카메라의 IP를 올바르게 구성하세요.
4. 네트워크 카드의 드라이버가 올바르게 설치되었는지(그리고 최신 버전으로 업데이트되었는지) 확인합니다.
5. 카메라가 현재 다른 애플리케이션에서 사용 중인 경우 실제 프로세스에 카메라 결과를 사용할 수 없습니다. 이 경우 다른 애플리케이션에서 카메라 연결을 끊고 원하는 애플리케이션에 카메라를 다시 연결하세요.
6. 케이블이 손상되지 않았는지 확인합니다.

8.2 카메라 뷰어의 GenICam 트리에 일부 기능이 없는 이유는 무엇인가요?

일부 기능이 누락된 경우 다음 사항을 확인하세요:

1. 선택한 카메라 모델에서 해당 기능을 실제로 사용할 수 있는지 확인합니다.
예를 들어, 흑백 카메라에서는 일반적인 컬러 기능(예: RGB 픽셀 형식)을 사용할 수 없습니다.
2. 뷰어의 표시 모드를 확인합니다.
일부 기능은 *Beginner mode*에서는 표시되지 않고 *Expert mode* 또는 *Guru mode*에서만 표시될 수 있습니다.
3. 다음 펌웨어 릴리스에서 일부 새로운 기능이 추가될 수 있으므로 카메라 FW가 항상 최신 상태인지 확인하세요.

8.3 카메라에서 프레임 손실이 발생하는 이유는 무엇인가요?

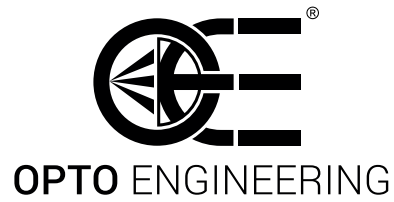
카메라 및/또는 네트워크 카드가 제대로 구성되지 않은 경우 일부 프레임이 손실될 수 있습니다.
이 문제가 발생하면 다음과 같은 잠재적 원인을 확인하세요:

1. GigE Vision 캡처 드라이버가 올바르게 설치되었는지 확인합니다.

2. 네트워크 인터페이스 드라이버가 현재 최신 상태인지 확인하세요.
3. 네트워크 인터페이스 카드의 *jumbo packet* 옵션이 활성화되어 있는지 확인합니다.
점보 패킷은 1500바이트보다 큰 프레임을 지원하며 고대역폭 카메라에서 최적의 성능을 제공합니다.
4. 네트워크 인터페이스 카드 수신 버퍼의 크기가 올바른지 확인하세요. 프레임 손실이 발생하는 경우 수신 버퍼 크기를 늘려 보세요.
5. PC가 절전 모드에 있지 않은지 확인합니다. 이 작업 체제에서는 CPU 성능이 크게 저하되고 프레임 손실이 발생할 수 있습니다.
6. 현재 대역폭이 지원되는 링크 대역폭의 속도를 초과하지 않는지 확인합니다.
경험상 BW는 19 방정식으로 꽤 잘 추정할 수 있습니다:

$$BW[Mbps] = Resolution[Mpixel] * BitPerPixel[bit/pixel] * FrameRate[fps] \quad (19)$$

이 점검과 함께 *DeviceLinkThroughputLimit* 기능을 사용하여 카메라에서 사용하는 대역폭의 양을 제어할 수 있습니다. 이 값을 낮추면 전송에 사용할 수 있는 대역폭이 줄어들기 때문에 사용 가능한 최대 프레임 속도가 감소할 수 있습니다.



Contact us

EUROPE

Opto Engineering Headquarters

str. Circonvallazione Sud, 15
46100 Mantova, IT
phone: +39 0376 699111
eu@opto-e.com

Opto Engineering Germany

Marktplatz 3,
82031 Grünwald, DE
phone: +49 (0)89 693 9671-0
de@opto-e.com

UNITED STATES

Opto Engineering USA

11321 Richmond Ave
Suite M-105, Houston, TX 77082, USA
phone: +1 832 2129391
us@opto-e.com

ASIA

Opto Engineering China

Room 1903-1904, No.885, Renmin RD
Huangpu District 200010
Shanghai, CN
phone: +86 21 61356711
cn@opto-e.com

www.opto-e.com