



사용 설명서

ITALA G SERIES

GigE Vision Cameras



목차

1	일반 정보	6
1.1	면책 조항	6
1.2	의도된 사용	6
1.3	금지된 사용	6
1.4	개정 이력	8
1.5	주문 코드	10
2	보증 및 인증	12
2.1	보증	12
2.2	CE 선언	12
2.3	FCC 선언	12
2.4	KC 인증	13
2.5	충격 및 진동	13
2.5.1	ITALA G - ITALA G.EL	13
2.5.2	ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP	13
2.6	RoHS, REACH 및 WEEE	13
3	소개	15
3.1	매뉴얼 및 규약	15
3.2	제품 식별 정보	15
3.3	보관 및 사용 조건	16
3.3.1	보관 조건	16
3.3.2	작동 조건	16
3.4	청소 및 유지보수	17
4	시작하기	19
4.1	개요	19
4.2	하드웨어 설치	19
4.2.1	카메라 설치	19

4.2.2	렌즈	19
4.2.3	이더넷 케이블	21
4.2.4	GPIO 케이블	22
4.2.5	액체 렌즈	24
4.3	시스템 구성	32
4.3.1	시스템 요구사항	33
4.3.2	카메라 드라이버	33
4.3.3	네트워크 및 구성	35
4.3.4	대역폭 관리	37
4.3.5	NIC 전원 관리	39
4.4	Itala SDK	40
4.5	Itala API으로 카메라 사용	44
4.5.1	Itala SDK 문서	44
4.6	서드파티 소프트웨어로 카메라 사용	44
4.7	Itala View으로 카메라 사용	44
4.7.1	탭 및 패널	45
4.7.2	IP 구성기	46
4.7.3	펌웨어 업데이트	47
4.7.4	LUT 마법사	50
4.7.5	불량 픽셀 보정 마법사	51
4.7.6	색상 보정 마법사	52

5 기술 사양 55

5.1	기술 사양	55
5.2	전기 사양	58
5.2.1	전기 입력 사양	58
5.2.2	전기 출력 사양	60
5.3	센서 광학 응답	62
5.4	광학 필터	66
5.5	기계적 사양	68
5.5.1	치수 도면	68
5.5.2	GigE Vision 기계적 요구사항	70
5.5.3	센서 중심 데이터	70
5.6	커넥터 및 핀아웃	71
5.7	I/O 회로	73
5.7.1	광절연 입력	73
5.7.2	광절연 출력	74

5.8	LED 표시기	74
-----	-------------------	----

6 카메라 기능 76

6.1	Device Control	76
6.1.1	Sensor Temperature Status	77
6.1.2	Bandwidth limit	78
6.2	Image Format Control	78
6.2.1	이미지 처리 파이프라인	80
6.2.2	이미지 ROI	81
6.2.3	Binning	82
6.2.4	Decimation	83
6.2.5	Readout direction	83
6.2.6	비트 심도 및 픽셀 형식	84
6.2.7	디베이어링	100
6.2.8	Test pattern	103
6.3	Acquisition Control	104
6.3.1	Trigger overlap	106
6.3.2	Dual Exposure	107
6.3.3	Trigger delay	108
6.3.4	<i>Timed vs TriggerWidth Exposure Mode</i>	110
6.3.5	Image Compression	111
6.4	Analog Control	112
6.4.1	Gain	113
6.4.2	화이트 밸런스	113
6.4.3	Gamma correction	115
6.4.4	Black level	116
6.5	OE Auto Functions Control	116
6.5.1	OE AutoAOI	117
6.5.2	OE Autoexposure/Autogain	119
6.6	LUT Control	121
6.6.1	LUT	122
6.7	Color transformation control	123
6.7.1	Color Correction Matrix (CCM)	123
6.7.2	올바른 색상 캘리브레이션 수행 방법	124
6.8	Digital I/O Control	130
6.8.1	Input Stage	131
6.8.2	Debouncer	131

6.8.3	Output stage	133
6.9	Counter and Timer Control	134
6.10	Encoder Control	135
6.10.1	Encoder interface	135
6.10.2	Encoder output mode	136
6.10.3	Encoder mode	136
6.10.4	EncoderValue 래핑 관리	137
6.11	Logic Block Control	137
6.11.1	Logic block 모듈	138
6.12	Action Control	139
6.12.1	Action Command	139
6.12.2	Scheduled Action Command	140
6.13	Event Control	141
6.13.1	Exposure End Event	142
6.13.2	Frame Trigger Missed Event	142
6.13.3	Frame Trigger Ready Event	143
6.13.4	Line 0 Rising Edge Event	144
6.13.5	Line 1 Rising Edge Event	144
6.13.6	Test Event	145
6.13.7	Autofocus Done Event	145
6.13.8	Sensor Temperature Event	145
6.13.9	Event Lost Event	146
6.13.10	Buffer Full Event	146
6.13.11	Buffer Ready Event	147
6.13.12	Transfer Skipped Event	148
6.14	User Set Control	148
6.15	Chunk Data Control	149
6.15.1	Chunk Data	150
6.15.2	Chunk Data: application example	151
6.15.3	OE Serial Interface Control	152
6.16	Serial interface	153
6.17	OE Liquid Lens Control	155
6.17.1	Liquid Lens interface	156
6.17.2	자동 초점	158
6.18	OE Defective Pixel Correction Control	161
6.18.1	불량 픽셀 보정	162
6.19	Test Control	163
6.20	Transport Layer Control	163

6.20.1	Precision Time Protocol (PTP)	166
6.21	Sequencer Control	166
6.21.1	Sequencer 개요	167
6.21.2	Sequencer set 구성	167

7 사용 사례 169

7.1	배선 연결 예시	169
7.1.1	외부 장치로 카메라 트리거	169
7.1.2	Itala 카메라로 외부 장치 동기화	170
7.2	카메라 출력 라인에 지연 추가 방법	172
7.3	스트리밍 대역폭 관리	174
7.4	Cognex Vision Pro 호환성	178
7.5	시퀀서 제어 구성 예시	185
7.5.1	시퀀서 경로 활용	185

8 문제 해결 187

8.1	사용 가능한 장치 목록에서 카메라를 찾을 수 없습니다.	187
8.2	카메라 뷰어의 GenICam 트리에 일부 기능이 없는 이유는 무엇입니까?	187
8.3	카메라에서 프레임 손실이 발생하는 이유는 무엇입니까?	187

1 일반 정보

1.1 면책 조항

Opto Engineering® 제품은 올바른 기능을 보장하기 위해 규정된 조건에서 항상 사용 및 보관하십시오. 다음 조건을 준수하지 않으면 제품 수명이 단축되거나 오작동, 성능 저하 또는 고장이 발생할 수 있습니다.

본 장비의 잘못된 작동은 위험한 상황이나 심각한 재산 손실을 초래할 수 있음을 유의하십시오. 사용자는 카메라의 작동이 해당 애플리케이션에 적합한지 반드시 확인해야 합니다.

여기에 언급된 모든 상표는 해당 소유자에게 귀속됩니다.
법으로 금지된 경우를 제외하고:

- 모든 하드웨어, 소프트웨어 및 문서는 "있는 그대로" 제공됩니다.
- Opto Engineering®은 어떠한 종류의 간접 손해에 대해서도 책임을 지지 않습니다.

Opto Engineering® 제품을 수리하는 즉시 배송 중 발생한 손상이 없는지 육안으로 검사하십시오. 수령 시 제품이 손상된 경우 즉시 Opto Engineering®에 통보하십시오.

1.2 의도된 사용

본 제품은 물품/물체의 물리적 특성을 감지, 검사 및/또는 측정하기 위한 **머신 비전 카메라**입니다. 고속 연결을 통해 호스트 장치로 이미지 스트림을 제공합니다. 다양한 유형의 전기 신호를 사용하여 다른 장치와 동기화하여 작동할 수 있습니다.

본 제품은 영상 감시 시스템의 CCTV 카메라로 사용하도록 의도되지 않았습니다.

1.3 금지된 사용

본 카메라를 사용하기 전에 다음 사항을 읽으십시오.

의문 사항이나 추가 조언이 필요한 경우 판매점 또는 대리점에 문의하십시오.

- 제품을 직접 분해, 수정 또는 수리하지 마십시오. 영구적인 오작동이나 화재 또는 감전을 일으켜 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 제품을 먼지가 많거나 습하거나 뜨거운 장소 또는 화염 근처에 두지 마십시오. 이러한 조건은 오작동 및 손상, 심지어 화재 또는 감전을 일으켜 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 제품 위 또는 주변에 살충제나 기타 휘발성 화학물질을 뿌리지 마십시오;
- 본 장치는 고장 시 인체에 위험을 초래하거나 다른 장비에 손상을 줄 수 있는 애플리케이션에 사용해서는 안 됩니다. 제조사가 예상하지 않은 방법으로 장치를 사용하면 회로 및 외함이 제공하는 보호 기능이 저하될 수 있음을 유의하십시오;

- 본 장치는 저전압 전원 공급 장치입니다. 따라서 적용된 신호의 조합 간 전위차는 어떠한 경우에도 공급 전압을 초과해서는 안 됩니다;
- 더 높은 전압은 고장을 일으킬 수 있으며 인체에 위협할 수 있습니다;
- 본 장치는 유도성 부하로 인한 과도 전압에 대한 제한적인 보호 기능만 있습니다. 필요한 경우 패스트 다이오드 또는 특정 과도 전압 보호 장치와 같은 외부 보호 장치를 사용하십시오;
- 이물질이 장치에 들어가거나 구멍, 단자 및 기타 개구부나 틈새에 떨어지지 않도록 하십시오. 화재 또는 감전을 일으켜 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 제품을 이동하기 전에 전원 케이블을 분리하십시오. 이 주의사항을 준수하지 않으면 전원 케이블이 손상되거나 화재 또는 감전이 발생하여 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 전원 케이블을 굽거나 절단하거나 열거나 비틀지 마십시오. 오작동, 화재 또는 감전을 일으켜 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 전원 케이블이 손상되거나 갈라진 경우 기술 지원에 문의하고 제품을 사용하지 마십시오. 손상된 케이블은 오작동, 화재 또는 감전을 일으켜 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 젖은 손으로 전원 케이블의 플러그를 삽입하거나 제거하지 마십시오. 감전을 일으켜 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 가연성 가스가 있는 환경에서 제품을 사용하지 마십시오. 폭발과 화염을 일으켜 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 냄새, 연기 또는 과열과 같은 이상 현상이 발견되면 전원을 끄고 전원 케이블을 분리하십시오. 이 상태에서 계속 사용하면 화재 또는 감전이 발생하여 심각한 부상을 초래할 수 있습니다;
- 제품을 떨어뜨리거나 제품 하우징이 손상된 경우 전원을 끄고 전원 케이블을 분리하십시오. 이 상태에서 계속 사용하면 화재 또는 감전이 발생하여 심각한 부상을 초래할 수 있습니다.

1.4 개정 이력

표 1에는 모든 사용자 매뉴얼 개정 내역이 나와 있습니다.
 설명 옆에는 각 개정판 간의 주요 차이점이 나열되어 있습니다.

Rev.	Date	Description	FW ver.
1.0	22/09/2021	최초 매뉴얼 발행	1.0.0 - 1.1.2
1.1	14/06/2022	<ul style="list-style-type: none"> - 새 카메라 기능 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	<ul style="list-style-type: none"> - CCM 보정 절차 추가 - TimerDelay 기능 추가 - SDK 문서 참조 추가 - PTP 문서 추가 - 보관 및 작동 조건 업데이트 - 센서 ADC 해상도 업데이트 - GigE 기계적 사양 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	<ul style="list-style-type: none"> - TriggerDelay 기능 추가 - Action Commands 기능 추가 - 시리얼 인터페이스 구성 추가 - 시리얼 프로토콜(ASCII, Modbus, Binary) 추가 - PTP UTC 오프셋 기능 추가 	1.3.0 - 1.3.2
1.4	04/05/2023	<ul style="list-style-type: none"> - DualExposure 기능 추가 - "주문 코드" 섹션에 새 부품 번호 추가 - "주문 코드" 섹션에 변형 추가 - "전기 사양"의 트리거 입력 지연 업데이트 	1.4.0
1.5	30/05/2023	<ul style="list-style-type: none"> - TestControl 기능 추가 - 대역폭 한계 공식 업데이트 - 일부 기능의 액세스 속성 업데이트 - Action Command 섹션 추가 - Dual Exposure 타이밍 수정 	1.4.1 - 1.5.3
1.6	04/08/2023	<ul style="list-style-type: none"> - "스트리밍 대역폭 관리" 사용 사례 추가 - 액체 렌즈 하드웨어 설치 섹션에 주의 사항 추가 - 충격 및 진동 데이터 추가 	1.4.1 - 1.5.3
1.7	23/08/2023	- FCC 선언 섹션 추가	1.4.1 - 1.5.3

1.8	27/09/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Cognex Vision Pro 호환성 테스트 절차 추가 - 엔코더 출력 모드 섹션 업데이트 - 엔코더 모드 섹션 추가 - Dual Exposure 타이밍 업데이트 	1.5.3 - 2.0.0
1.9	07/11/2023	<ul style="list-style-type: none"> - 펌웨어 업데이트 절차 업데이트 - TriggerWidth Exposure 기능에 참고 사항 추가 	2.0.0 - 2.0.2
1.10	20/11/2023	<ul style="list-style-type: none"> - DualExposure 기능에 참고 사항 추가 - TriggerWidth Exposure 기능에 참고 사항 추가 	2.0.0 - 2.0.2
1.11	16/01/2024	<ul style="list-style-type: none"> - 흑백 테스트 패턴 시퀀스 수정 - 센서 광학 응답 플롯 업데이트 - 문서에 인용된 모든 기능 이름 개정 - 시퀀서 제어 섹션 추가 - 시퀀서 구성 사용 사례 추가 	2.1.0 - 2.1.2
1.12	30/05/2024	<ul style="list-style-type: none"> - IMX990 카메라에 대한 Dual Use 분류 정보 추가 - ChunkSequencerSetActive 기능 추가 - 시퀀서 경로 우선순위에 대한 참고 사항 추가 - 시퀀서 다중 경로 예제 개선 - IMX249 지원 추가(주문 코드, dual exposure, QE 플롯) - Dual Exposure 타이밍 수정 - 랜덤 진동 테스트 PSD 수정 - 센서 중심 데이터 추가 - Dual Exposure 타이밍 업데이트 - 주문 코드 정보 업데이트 - 섹션 6.3.1 추가 - 섹션 6.10.4 추가 	2.2.0 - 2.2.2
1.13	31/07/2024	<ul style="list-style-type: none"> - 자동 초점 섹션 추가 - 이미지 압축 섹션 추가 - 엔코더 및 카운터 체크 데이터 추가 - 편광 픽셀 형식 추가 	2.3.0
1.14	20/12/2024	<ul style="list-style-type: none"> - 장치 압력 정보 추가 - YUV411 픽셀 형식 추가 - Linux 드라이버 설치 섹션 추가 - Itala G.IP 사양 추가 - AutofocusDone 이벤트 추가 - oeLiquidLensAutofocusTriggerSource 기능 추가 - oeFramesInBuffer 기능 추가 - 장착 나사 토크 사양 추가 - F-마운트 옵션 제거 - 디지털 출력에서 사용 가능한 최대 전류 추가 - 62368-1을 충족하는 전원 공급 요구사항 추가 	2.4.0 - 2.5.1

1.15	26/08/2025	- 시퀀서 세트 수 증가 - 섹션 4.3.5 추가 - Ubuntu 버전 호환성 업데이트 - LED 색상 코딩 업데이트	≥ 3.0.0
1.16	26/09/2025	- Ubuntu arm64 지원 추가	≥ 3.0.0
1.17	19/02/2026	- arm64 플랫폼용 테스트된 HW 추가 - Ubuntu용 IP 구성 추가 - Ubuntu용 점보 프레임 구성 추가 - Ubuntu용 NIC 전원 관리 추가 - Ubuntu용 SDK 설치 지침 추가 - GigE Vision 커넥터 사양 추가 - 카메라 청소 지침 업데이트 - Corning® Varioptic® 액체 렌즈 기능 추가 - 센서 온도 상태 섹션 추가 - 이벤트 설명 추가 - 디바운스 및 디글리치 섹션 추가 - 비트 심도 및 픽셀 형식 섹션 추가 - 디베이어링 섹션 추가 - 체크 데이터 섹션 추가 - 이미지 처리 파이프라인 섹션 추가 - OE AutoAOI 섹션 추가	≥ 3.2.0
1.18	15/06/2026	- 반복적 자동 초점 알고리즘 추가 - Corning® Varioptic® 액체 렌즈용 자동 초점 지원 추가	≥ 3.3.0
1.19	29/06/2026	- Itala G.EL.IP 사양 추가	≥ 3.3.0

Table 1: 매뉴얼 개정 이력

1.5 주문 코드

카메라 부품 번호는 다음과 같이 구성됩니다:

ITA000-WX-00Y-ZZ

주문 코드는 표 2에 설명되어 있습니다.

원하는 부품 번호의 가용성을 확인하려면 Opto Engineering 웹사이트를 참조하십시오.

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

코드	설명	옵션	값
ITA	시리즈 명칭		
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	흑백/컬러 센서	M	흑백
		C	컬러
00	변형	1X	Sony IMX Pregius™ 1세대/2세대 센서
		2X	Sony IMX Pregius S™ 4세대 센서
Y	마운트	C	C-mount
		J	J-mount (M42x1 FD 12)
ZZ	선택 기능	-	표준 버전
		EL	액체 렌즈 컨트롤러 포함
		PL	편광 Polarsens™ 센서
		SWIR	VIS-SWIR SenSWIR™ 센서
		IP	IP67 하우징
		EL-IP	액체 렌즈 컨트롤러 포함 IP67 하우징

Table 2: 주문 코드

2 보증 및 인증

2.1 보증

장치 보증은 장치 일련 번호를 기준으로 실제 납품일로부터 5년입니다.

보증은 분해 및 배송 비용을 제외하고 결함 부품(부품, 장치 또는 그 일부)의 교체 또는 수리를 포함합니다. 하나 이상의 부품 교체는 전체 장치의 보증 기간을 갱신하지 않습니다.

대기 요인 및 외부 환경으로 인한 정상적인 사용이나 열화에 따른 전자 부품 및 부품은 보증에서 제외됩니다. 또한 비숙련 또는 비인가 인원에 의한 부적절하거나 불충분하거나 잘못된 유지보수, 의도하지 않은 사용, 무단 교체, 변경 또는 수리로 인한 모든 고장도 보증에서 제외됩니다.

보증의 일반적인 유효성은 다음에 따라 달라집니다:

- 장치 매뉴얼에 설명된 대로 올바른 유지보수 수행;
- 본 매뉴얼에 명시된 장치의 의도된 사용.

2.2 CE 선언

Itala 카메라는 EMC 지침 2014/30/EU를 준수하며 따라서 다음 표준을 충족합니다:

표준	설명
EN 61000-6-2	일반 표준 - 산업 환경에 대한 내성 표준
EN 61000-6-4	일반 표준 - 산업 환경에 대한 방출 표준

Table 3: EMC 표준

2.3 FCC 선언

본 장비는 FCC 규칙 제15조에 따라 B급 디지털 기기의 한계에 적합한지 테스트 및 확인되었습니다. 이 한계는 주거 설치 환경에서 유해한 간섭에 대한 합리적인 보호를 제공하기 위해 설계되었습니다. 본 장비는 무선 주파수 에너지를 발생, 사용 및 방출할 수 있으며, 지침에 따라 설치 및 사용하지 않으면 라디오 통신에 유해한 간섭을 일으킬 수 있습니다. 그러나 특정 설치 환경에서 간섭이 발생하지 않는다는 보장은 없습니다. 본 장비가 라디오 또는 텔레비전 수신에 유해한 간섭을 일으키는 경우(장비를 껐다 켜서 확인 가능), 사용자는 다음 조치 중 하나 이상을 시도하여 간섭을 수정하는 것이 권장됩니다:

- 수신 안테나의 방향을 변경하거나 위치를 바꾸십시오.
- 장비와 수신기 사이의 거리를 늘리십시오.
- 수신기가 연결된 회로와 다른 회로의 콘센트에 장비를 연결하십시오.
- 판매점 또는 경험 있는 라디오/TV 기술자에게 도움을 요청하십시오.

2.4 KC 인증

대한민국으로 수입되는 전기·전자 장비는 KC 인증을 받아야 합니다. 이는 인증된 기관에서 인증한 제품만 대한민국 시장에 진입할 수 있도록 하는 의무 인증 제도입니다. 특히, 인증은 전자기 적합성(EMC) 요구사항을 확인합니다.

대한민국 시장용 Itala 카메라는 KC 마크 및 KC 등록 번호로 식별됩니다.

KC 식별 정보에 대한 자세한 내용은 제품 또는 포장의 QR 코드를 스캔하십시오.

2.5 충격 및 진동

Itala 카메라는 다음 표준 및 한계에 따라 충격 및 진동 테스트를 받았습니다:

2.5.1 ITALA G - ITALA G.EL

표준	발행 일자	시험	파라미터
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 표준과 한계

2.5.2 ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

표준	발행 일자	시험	파라미터
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 규약

Opto Engineering® SpA, 등록 사무소 Strada Circonvallazione Sud 15, 46100 Mantova (Mn) - Italy, 이하 제조사는 Itala 제품의 설치, 사용 및 유지보수에 필요한 모든 정보를 본 설치·사용·유지보수 매뉴얼에 명확하고 간결하게 제공합니다.

본 매뉴얼의 수신자는 본 매뉴얼에 기재된 규정, 지침 및 안전 조치를 이해할 수 있는 지식, 경험 및 역량을 갖춘 모든 사람입니다. 이러한 사람들은 본 매뉴얼에 설명된 제품의 운반, 설치, 사용 및 서비스를 수행할 권한이 있는 자격 있는 인원으로 정의됩니다.

본 자료는 본 매뉴얼을 전달받은 고객이 제품의 설치, 사용 및 서비스 목적으로만 사용할 수 있습니다.

제조사는 사전 통보 없이 본 매뉴얼 및/또는 해당 제품을 수정하거나 개선할 권리를 보유합니다.

본 문서에서는 다음과 같은 표기 규약을 사용합니다:

NOTE: 참고 사항에는 중요한 정보가 포함되어 있습니다. 해당 내용 외부에 강조 표시됩니다.



CAUTION: 이 표시는 전부 또는 일부를 준수하지 않을 경우 기계 또는 장치에 손상을 줄 수 있는 절차를 나타냅니다.



HAZARD: 이 표시는 전부 또는 일부를 준수하지 않을 경우 작업자의 부상 또는 건강에 영향을 미칠 수 있는 절차를 나타냅니다.

3.2 제품 식별 정보

Itala 카메라는 포장 박스의 측면에 부착된 라벨로 식별합니다. 라벨의 간략 버전도 커넥터 근처 카메라 후면에 부착되어 있습니다.

이 라벨은 각 장치의 부품 번호, 일련 번호 및 MAC 주소를 식별하는 데 사용됩니다. 라벨 예시는 그림 1에 나와 있습니다.

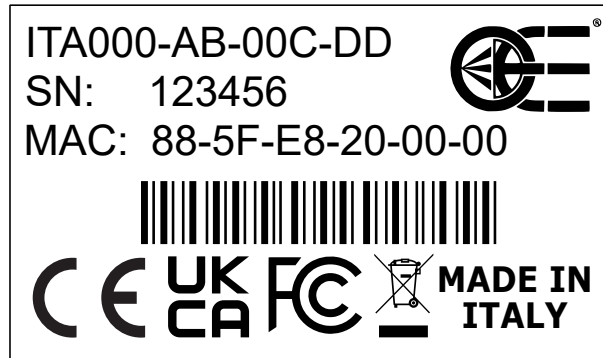


Figure 1: 카메라 라벨 예시.

3.3 보관 및 사용 조건

3.3.1 보관 조건

보관 환경 온도: -10°C 60°C.

온도의 급격한 변화에 제품을 노출하지 않아 열충격을 방지하십시오.

건조한 장소에 제품을 보관하십시오: 상대 습도(RH) 80% 미만의 보관 환경(결로 없음).

3.3.2 작동 조건

극한 온도는 특히 전자 부품의 제품 기능에 영향을 미칩니다.

온도의 급격한 변화에 제품을 노출하지 않아 열충격을 방지하십시오.

제품에는 전자 부품이 포함되어 있어 작동 중 열이 발생할 수 있습니다. 적절한 양의 열을 방출하는 것이 매우 중요합니다(필요한 경우 강제 공랭 시스템으로 장치를 작동하십시오).

건조한 장소에서 제품을 사용하십시오: 상대 습도(RH) 80% 미만의 작동 환경(결로 없음).

일반적으로 다음 환경에서는 카메라를 보관하거나 사용하지 마십시오:

- 강한 전기/자기장이 있는 환경.
- 직사광선, 비 또는 눈에 노출된 장소.
- 특정 가스 및 위험 물질에 노출된 환경.
- 심한 진동이 있는 시스템.
- 먼지가 많은 장소.
- 매우 습한 장소.
- 극도로 덥거나 추운 환경.

Itala 카메라는 온도 성능을 검증하기 위해 기후 챔버에서 테스트되었습니다.



CAUTION: 이미지 센서 품질은 온도가 $-10^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$ (접합 온도) 범위를 초과할 경우 쉽게 저하됩니다.

어떠한 경우에도 센서 절대 최대 온도인 **100°C**를 초과하지 마십시오.

센서 온도를 모니터링하고 절대 최대 정격을 초과하지 않으려면 **Device Temperature** → **Sensor GenIcam** 기능을 확인하십시오.

과열로 인한 고장에 대해 Opto Engineering은 책임을 지지 않습니다.



CAUTION: 하우징 온도는 $-25^{\circ}\text{C} \div 65^{\circ}\text{C}$ 범위를 초과해서는 안 됩니다.

하우징 온도는 카메라 마운트 부근 알루미늄 하우징 외부에서 측정되었습니다.



CAUTION: 방열이 불충분한 경우 주변 온도와 하우징 온도는 크게 차이가 날 수 있습니다.

이 경우 주변 온도 모니터링만으로는 충분하지 않을 수 있습니다.

사용자는 Itala 하우징 온도를 모니터링하고 필요한 경우 65°C 를 초과하지 않도록 적절한 방열 전략을 채택해야 합니다.

과열 및 장치 손상에 대해 Opto Engineering은 책임을 지지 않습니다.

3.4 청소 및 유지보수

카메라에 견고한 금속 하우징이 장착되어 있더라도 카메라 손상을 방지하기 위해 몇 가지 조치를 따라야 합니다.



CAUTION: 청소를 위해 카메라를 분해하지 마십시오. 내부 부품은 매우 민감하므로 부적절하게 취급하면 영구적인 손상이 발생하거나 보증이 무효화될 수 있습니다. 모든 청소는 권장 절차에 따라 외부에서만 수행해야 합니다.

Housing



CAUTION: 벤젠, 아세톤, 시너, 스프레이형 세제 등 부적절한 세척제를 사용하지 마십시오.

카메라 하우징을 청소할 때는 부드러운 천이나 브러시에 소량의 중성 세제를 묻혀 사용한 후 건조하게 닦아 주십시오.

Sensor protection glass / filter



CAUTION: 벤젠, 아세톤, 시너, 스프레이형 세제 등 부적절한 세척제를 사용하지 마십시오.



CAUTION: 고압 압축 공기를 사용하지 마십시오. 먼지 입자가 카메라 내부로 유입될 수 있습니다. 꼭 필요한 경우에는 적절한 압력 조절기로 조절된 가는 노즐을 통해 매우 낮은 압력의 공기만 사용하십시오.

센서 앞에 위치한 보호 유리 또는 광학 필터는 이소프로필 알코올을 약간 적신 보풀 없는 면봉으로 청소하십시오.

4 시작하기

4.1 개요

Itala는 *GigE Vision* 및 *GenICam* 사양을 준수하는 산업용 **기가비트 이더넷 카메라**입니다. 이 카메라는 높은 framerate와 수백 미터까지의 장거리로 이미지 데이터를 전송할 수 있습니다. 혹독한 산업 환경을 위해 특별히 설계된 Itala 카메라는 동급 최고의 안정적인 작동과 뛰어난 성능을 보장합니다. *GigE Vision* 및 *GenICam* 준수로 카메라를 쉽게 통합하고 교체할 수 있습니다. 유연한 전원 공급 옵션(12-24 Vdc 및 **Power over Ethernet**)을 통해 Itala 카메라는 대부분의 비전 시스템과 호환되며 간단하고 유연한 배선 구성이 가능합니다.

4.2 하드웨어 설치

4.2.1 카메라 설치

카메라는 각 면에 4개의 M3 나사산 홀이 있어 유연하고 견고한 장착이 가능합니다. 방열을 위해 금속 브래킷을 사용하여 카메라를 금속 물체에 장착하는 것이 권장됩니다. 카메라를 설치하기 전에 애플리케이션에서 요구하는 대로 올바르게 정렬되어 있는지 확인하십시오. 성능 손실 없이 카메라 내부에서 X 및 Y 축으로 이미지를 뒤집기 위해 **ReverseX** 및 **ReverseY** 카메라 기능을 활용할 수도 있습니다. 카메라 후면에 케이블을 올바르게 배선하기 위한 충분한 공간을 확보해야 합니다.

NOTE: 나사를 1.2-1.4 Nm 토크로 조이십시오. 장치가 높은 진동에 노출되는 경우 나사 잠금 액체를 사용하십시오.

4.2.2 렌즈

ITALA G - ITALA G.EL

TYPE 1 외함을 갖춘 카메라에는 플랜지 거리 17.526 mm의 표준 **C-마운트**(1인치 직경, 32 나사산/인치)가 장착되어 있습니다.

TYPE 2 외함을 갖춘 카메라에는 플랜지 거리 12 mm의 **M42x1** 나사산 마운트가 장착되어 있습니다. 카메라 치수 도면은 섹션 5.5을 참조하십시오.

렌즈를 설치하기 전에 렌즈와 카메라 보호 유리가 완벽하게 깨끗한지 확인하십시오. 청소 지침은 섹션 3.4를 참조하십시오.

NOTE: 무거운 렌즈의 경우 카메라 장착 홀에 의존하는 대신 적절한 클램핑 시스템으로 렌즈를 직접 장착하는 것을 고려하십시오. 렌즈에서 마운트 위상을 조정할 수 있다면 이 작업은 간단합니다. 그렇지 않으면 카메라를 최종 위치에 나사로 고정된 후 올바른 방향이 되도록 확인해야 합니다.

ITALA G.IP

IP67 외함을 갖춘 카메라에는 플랜지 거리 17.526 mm의 표준 **C-마운트**(1인치 직경, 32 나사산/인치)가 장착되어 있습니다.

카메라 치수 도면은 섹션 5.5을 참조하십시오.

렌즈를 설치하기 전에 렌즈와 카메라 보호 유리가 완벽하게 깨끗한지 확인하십시오. 청소 지침은 섹션 3.4를 참조하십시오.



CAUTION: 완전한 IP67 보호를 달성하려면 적절한 렌즈 인클로저가 필요합니다.



Figure 2: IP67 렌즈 인클로저 설치.

어댑터는 C-마운트에 올바르게 조여 충분한 밀폐를 달성해야 합니다. 어댑터 잠금 링은 어댑터를 제자리에 고정하고 움직이지 않도록 설계되었습니다. 익스텐더는 선택 사항이며 렌즈 크기에 따라 설치 여부가 결정됩니다. 렌즈 튜브도 충분한 밀폐를 위해 조여야 합니다.



CAUTION: 렌즈 인클로저 부품을 과도하게 조이지 마십시오. 이를 준수하지 않으면 카메라 및 인클로저가 손상될 수 있습니다.

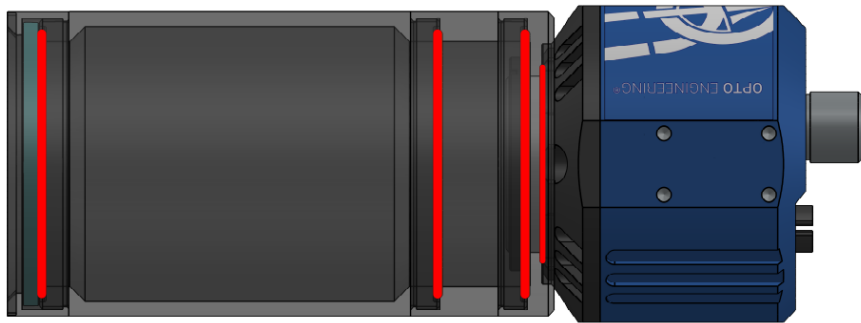


Figure 3: IP67 렌즈 인클로저용 O-링 배치.



HAZARD: 렌즈 인클로저의 기계적 부품에 필요한 모든 O-링이 제자리에 있는지 확인하여 충분한 밀폐를 보장하십시오. 이를 준수하지 않으면 카메라가 손상될 수 있습니다.

ITALA G.EL.IP

IP67 조립체에 액체 렌즈를 설치하는 방법은 섹션 4.2.5를 참조하십시오.

4.2.3 이더넷 케이블

최대 100m 길이의 ANSI/TIA-568 표준을 준수하는 적합한 Cat 5e 이더넷 케이블 이상으로 카메라를 호스트 장치에 연결하십시오.

시스템 EMI 내성을 높이기 위해 특히 혹독한 산업 환경에서는 차폐 케이블을 사용해야 합니다.

PoE(Power over Ethernet)로 카메라에 전원을 공급하려는 경우 적합한 PoE 인젝터 또는 NIC(네트워크 인터페이스 카드)에 케이블을 연결하십시오.



CAUTION: 항상 인증된 IEEE 802.3af PoE 전원 공급 장치, 인젝터 및 NIC을 사용하십시오. 이를 준수하지 않으면 카메라가 손상될 수 있습니다.



CAUTION: Power over Ethernet(PoE)와 전용 +24V 전원 공급 장치를 동시에 사용하지 마십시오. 이 경우 카메라가 보장된 사양 범위를 벗어나 작동할 수 있습니다.



HAZARD: 케이블은 조임, 날카로운 모서리 및 과도한 장력을 피하여 신중하게 배열해야 합니다. 이를 준수하지 않으면 단락, 장비 손상 또는 화재가 발생할 수 있습니다.

ITALA G - ITALA G.EL

Itala G 및 Itala G.EL 카메라에는 스크류 잠금 RJ45 커넥터와 함께 사용할 수 있는 2개의 M2 나사산 홀이 있습니다. 이동 애플리케이션(예: 로봇 팔에 장착된 카메라)의 경우 안정적인 연결을 보장하기 위해 스크류 잠금 커넥터와 케이블 스트레인 릴리프를 사용하십시오. 많은 굴곡 사이클에 특별히 설계된 고유연성 케이블도 권장됩니다.

카메라 치수 도면은 섹션 5.5을 참조하십시오.

ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

Itala G.IP 및 Itala G.EL.IP 카메라에는 IP67 등급의 M12 X-코드 암형 이더넷 커넥터가 장착되어 있습니다. 동적 또는 이동 애플리케이션에서는 추가 스트레인 릴리프가 필요하지 않습니다.



CAUTION: 적절한 밀폐를 보장하려면 커넥터를 단단히 조여야 합니다. 일반적인 조임 토크는 0.4 0.6 Nm이지만 권장 토크는 항상 케이블 제조사의 사양을 참조하십시오.

이동 애플리케이션(예: 로봇 팔에 장착된 카메라)의 경우 안정적인 연결을 보장하기 위해 스크류 잠금 커넥터와 케이블 스트레인 릴리프를 사용하십시오. 많은 굴곡 사이클에 특별히 설계된 고유연성 케이블도 권장됩니다.

카메라 치수 도면은 섹션 5.5을 참조하십시오.

4.2.4 GPIO 케이블

카메라는 GPIO(범용 입출력) 포트를 통해 최대 30m 길이의 GPIO 케이블과 적합한 전원 공급 장치를 사용하여 전원을 공급받을 수도 있습니다. 특히 교란이 심한 환경에서 최적의 성능과 EMI 내성을 보장하려면 차폐 케이블을 사용하십시오. GPIO 커넥터 핀아웃 및 Itala 카메라 전기 사양에 대한 자세한 내용은 각각 섹션 5.6 및 5.2을 참조하십시오.



CAUTION: Power over Ethernet(PoE)와 전용 +24V 전원 공급 장치를 동시에 사용하지 마십시오. 이 경우 카메라가 보장된 사양 범위를 벗어나 작동할 수 있습니다.



HAZARD: 62368-1에 따른 PS2 제품 공급 및 부록 Q.1에 따른 LPS 최대 전력은 100W 미만이어야 합니다.



HAZARD: 항상 장치의 모든 사양을 충족하는 적합한 케이블과 전원 공급 장치를 사용하십시오. 이를 준수하지 않으면 카메라 손상, 화재 또는 작업자 부상이 발생할 수 있습니다.



HAZARD: 케이블은 조임, 날카로운 모서리 및 과도한 장력을 피하여 신중하게 배열해야 합니다. 이를 준수하지 않으면 단락, 장비 손상 또는 화재가 발생할 수 있습니다.

ITALA G - ITALA G.EL

올바른 방향에 주의하여 푸시풀 커넥터를 단단히 삽입하십시오. 이동 애플리케이션(예: 로봇 팔에 장착된 카메라)의 경우 많은 굴곡 사이클에 특별히 설계된 고유연성 케이블을 권장합니다.



CAUTION: 저항이 너무 많이 느껴지면 커넥터를 강제로 삽입하지 마십시오. 커넥터 방향을 확인하고 다시 시도하십시오.

ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

Itala G.IP 카메라에는 IP67 등급의 M12 A-코드 수형 GPIO 커넥터가 장착되어 있습니다. 동적 또는 이동 애플리케이션에서는 추가 스트레인 릴리프가 필요하지 않습니다.

Itala G.EL.IP 카메라에는 IP67 등급의 M12 A-코드 수형 GPIO 커넥터가 장착되어 있으며, 이는 IPT 어댑터의 M12 A-코드 암형 커넥터(CAM 라벨)에 연결하도록 되어 있습니다. 이 어댑터는 GPIO 입출력, 전원 공급 및 기타 연결에 사용되는 두 번째 M12 A-코드 수형 커넥터(HOST 라벨)를 제공합니다. 동적 또는 이동 애플리케이션에서는 추가 스트레인 릴리프가 필요하지 않습니다. 연결을 진행하기 전에 섹션 4.2.5의 조립 지침을 따르십시오.



CAUTION: 적절한 밀폐를 보장하려면 커넥터를 단단히 조여야 합니다. 일반적인 조임 토크는 0.4 0.6 Nm이지만 권장 토크는 항상 케이블 제조사의 사양을 참조하십시오.

이동 애플리케이션(예: 로봇 팔에 장착된 카메라)의 경우 많은 굴곡 사이클에 특별히 설계된 고유연성 케이블을 권장합니다. 카메라 치수 도면은 섹션 5.5을 참조하십시오.

4.2.5 액체 렌즈

Itala G.EL 및 Itala G.EL.IP에는 카메라 GPIO 포트를 통해 Optotune® 또는 Corning® Varioptic®의 전기적으로 조절 가능한 렌즈가 통합된 제품을 직접 제어할 수 있는 액체 렌즈 컨트롤러가 탑재되어 있습니다.

ITALA G.EL

렌즈를 연결하는 방법에는 두 가지 가능한 구성이 있습니다:

- 전용 점대점 케이블을 통해 카메라에 PoE로 전원이 공급될 때 액체 렌즈를 간단하게 연결할 수 있습니다.
- 전용 Y-케이블을 통해 액체 렌즈, 전원 공급 장치 및 동기화 장치를 동시에 연결할 수 있습니다.

액체 렌즈 연결 및 작동에 대한 자세한 내용은 섹션 6.17.1를 참조하십시오.



CAUTION: Y-케이블을 사용할 때는 반드시 먼저 카메라를 연결한 다음 렌즈, 마지막으로 전원 공급 장치를 연결하십시오. 렌즈 및/또는 전원 공급 장치가 연결된 상태에서 카메라 커넥터를 연결/분리하지 마십시오. 이를 준수하지 않으면 액체 렌즈 내장 EEPROM이 손상될 수 있습니다.



CAUTION: 항상 Opto Engineering®에서 제공하는 전용 케이블을 사용하여 액체 렌즈를 카메라에 연결하십시오. 이를 준수하지 않으면 카메라 또는 액체 렌즈가 손상될 수 있습니다.

NOTE: 렌즈에서 마운트 위상을 조정할 수 있는 경우, 케이블의 장력을 줄이는 방향을 선택하십시오.

렌즈 장착 방향은 이미지 품질에 영향을 줄 수 있습니다. 비전 시스템을 최종 설치하기 전에 렌즈 사양을 읽으십시오.

ITALA G.EL.IP

Itala G.EL.IP에는 IP67 보호를 동시에 보장하면서 렌즈의 전기적 연결을 가능하게 하는 특수 IP67 어댑터 및 튜브 액세서리가 필요합니다.



CAUTION: 렌즈 인클로저 부품을 과도하게 조이지 마십시오. 이를 준수하지 않으면 카메라 및 인클로저가 손상될 수 있습니다.

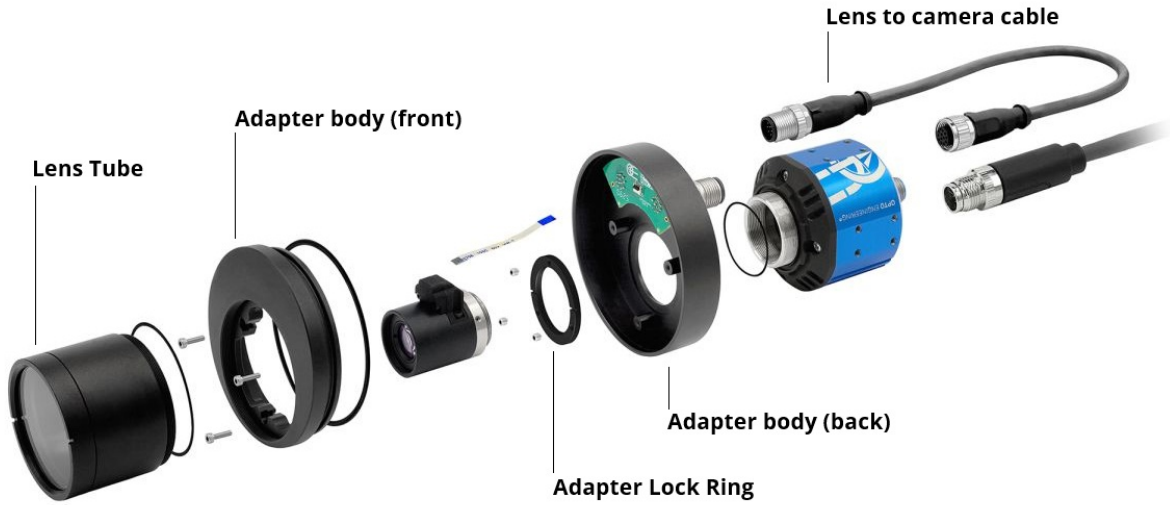


Figure 4: IP67 액체 렌즈 인클로저 설치.

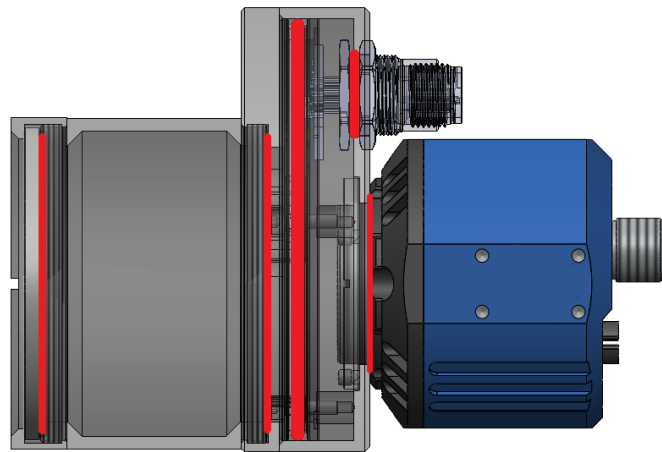


Figure 5: IP67 액체 렌즈 인클로저용 O-링 배치.



HAZARD: 렌즈 인클로저의 기계적 부품에 필요한 모든 O-링이 제자리에 있는지 확인하여 충분한 밀폐를 보장하십시오. 이를 준수하지 않으면 카메라가 손상될 수 있습니다.

Itala G.EL.IP 카메라, 렌즈 및 IPT 시리즈의 모든 필수 액세서리의 기계적/전기적 조립을 위해 아래 지침을 따르십시오.

1. (선택 사항) 렌즈 위상 조정

- 렌즈를 카메라에 조립합니다.

- 0.9 mm 인서트가 있는 육각 스패너를 사용하여 마운트의 세 개의 세트 스크류를 풀고 렌즈의 위상을 조정합니다. 원하는 위상에 도달하면 세트 스크류를 조여 고정합니다.
- 카메라에 대한 렌즈의 위상은 어댑터에 대한 카메라의 위상과 결합되어 어댑터에 대한 렌즈의 위치를 결정한다는 점에 유의하십시오. 이 요소는 EL5MP 시리즈의 경우 특히 중요한데, 플렉시블 케이블이 나오는 하우징이 매우 돌출되어 있어 렌즈를 어댑터 내에서 자유롭게 배치할 수 없기 때문입니다.
- 카메라에서 렌즈를 분리합니다.

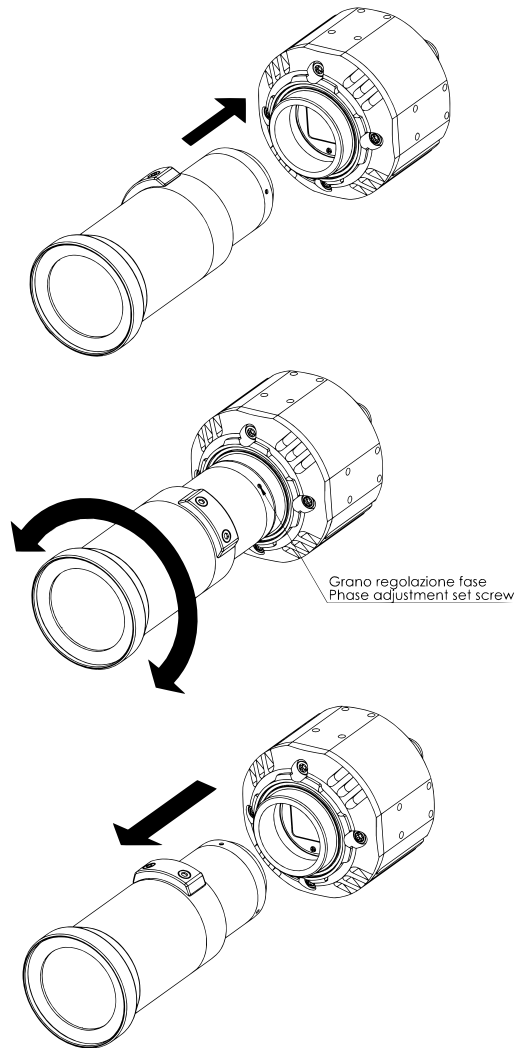


Figure 6: 렌즈 위상 조정.

2. 어댑터에 카메라 조립

- Ø32 x 1 O-링을 카메라 전면에서 마운트 하우징에 삽입합니다.
- 제공된 홈을 통해 카메라를 어댑터의 후면 반쪽 셀에 삽입합니다.
- O-링의 위치에 주의하면서 잠금 링을 카메라 마운트에 조이지 않고 나사로 끼웁니다.

- 어댑터에 대한 카메라의 위상을 조정합니다.
- 스페너 렌치를 사용하여 카메라 나사산에 잠금 링을 조여 카메라가 어댑터에 제대로 안착되도록 합니다. 그런 다음 잠금 링의 3개 세트 스크류를 조입니다.

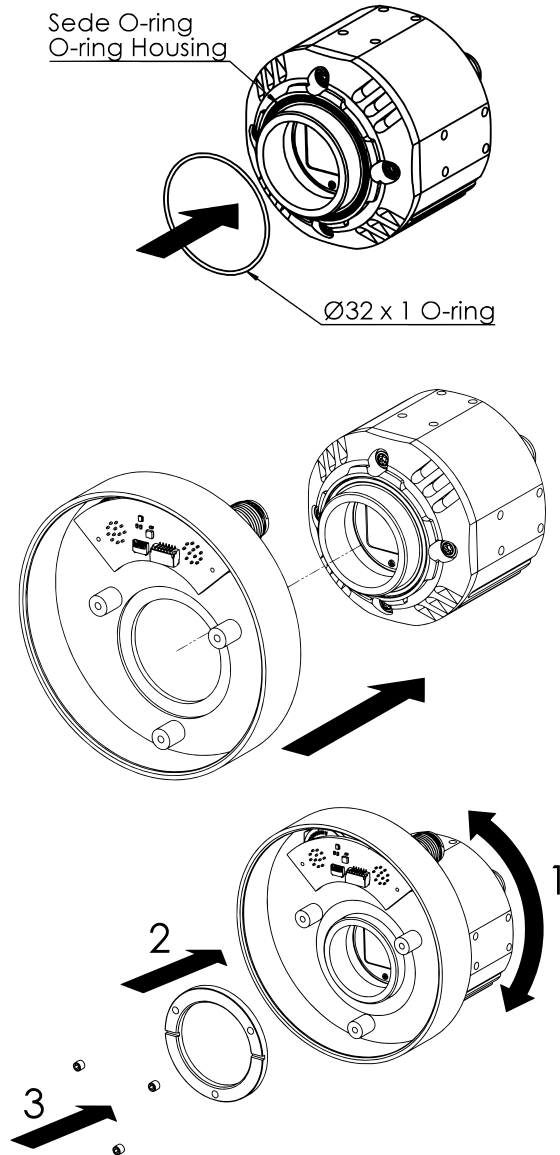


Figure 7: 어댑터 본체(후면)의 카메라 조립.

3. Opto Engineering® 및 Optotune® 렌즈 조립 및 전자 연결

- 렌즈를 카메라 마운트에 나사로 고정합니다. 1단계가 올바르게 수행되었다면 렌즈에서 나오는 플렉시블 플랫 케이블이 이제 어댑터 PCB의 FFC 커넥터를 향하고 있어야 합니다.
- 핀셋을 사용하여 플렉시블 케이블을 앞서 언급한 커넥터에 연결합니다. 삽입 방향을 이해하려면 케이블에 렌즈를 향해야 하는 6개의 노출된 트레이스가 있다는 점에 유의하십시오. 케

이블이 맞으려면 커넥터가 "열림" 위치, 즉 플랩이 본체에 수직인 상태여야 합니다.

- EL5MP 및 EL12MP 광학계는 케이블 출구가 다릅니다(주요 차이점은 EL5MP에서 플렉시블 케이블을 교체할 수 있다는 점입니다). 그럼에도 불구하고 어댑터 측에서는 이 차이가 조립에 영향을 주지 않으며 동일하게 유지됩니다.

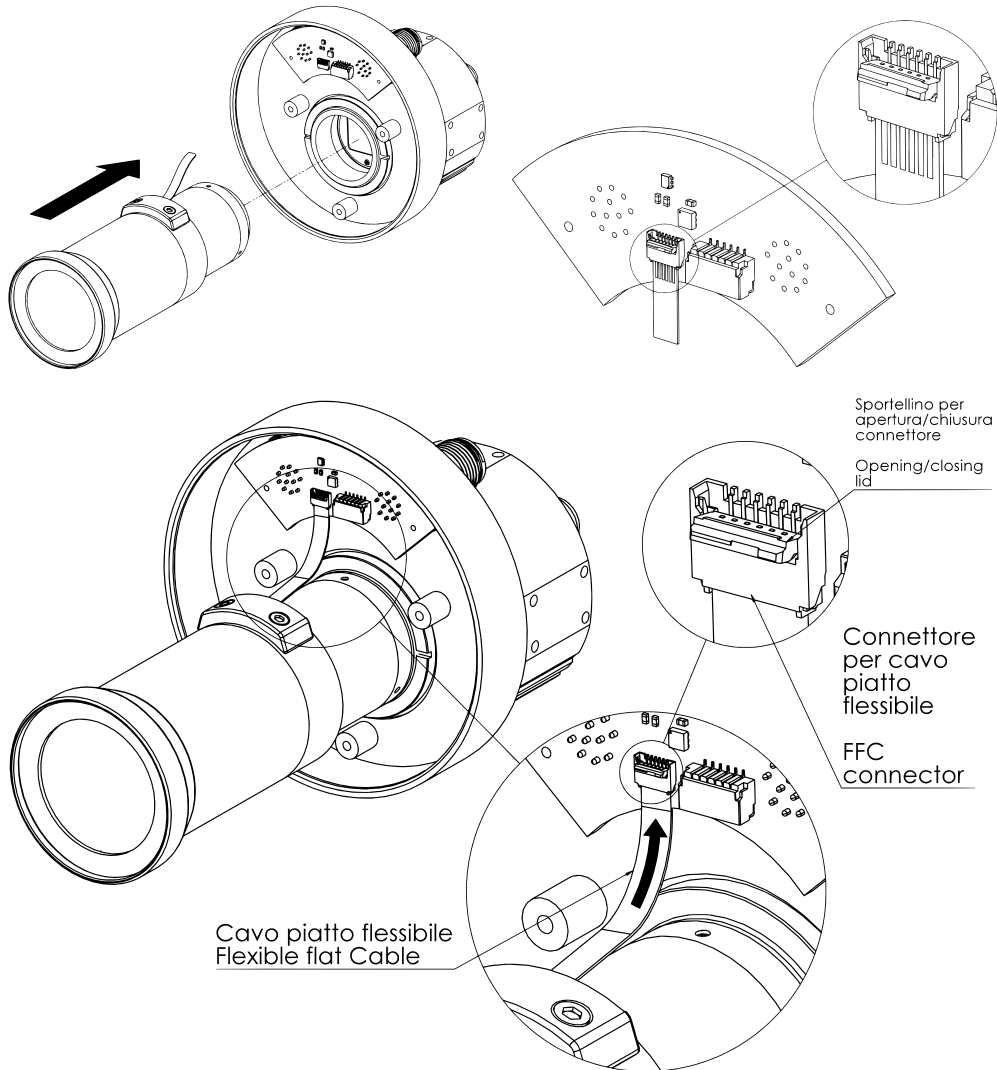


Figure 8: Opto Engineering® 및 Optotune® 렌즈 조립 및 전기적 연결.

4. Corning® Varioptic® 렌즈 조립 및 전자 연결

- 렌즈를 카메라 마운트에 나사로 고정합니다.
- 핀셋을 사용하여 렌즈 케이블을 어댑터 PCB의 JST 커넥터에 연결합니다. 케이블을 렌즈 주위에 감는 것이 권장됩니다. 이렇게 하면 튜브 내부에서 케이블이 차지하는 공간이 줄어듭니다.
- Corning® Varioptic® 렌즈에는 두 개 이상의 커넥터가 있을 수 있지만 그 중 하나만 맞습니다. 연결되지 않은 여분의 커넥터가 있는 것은 정상입니다.

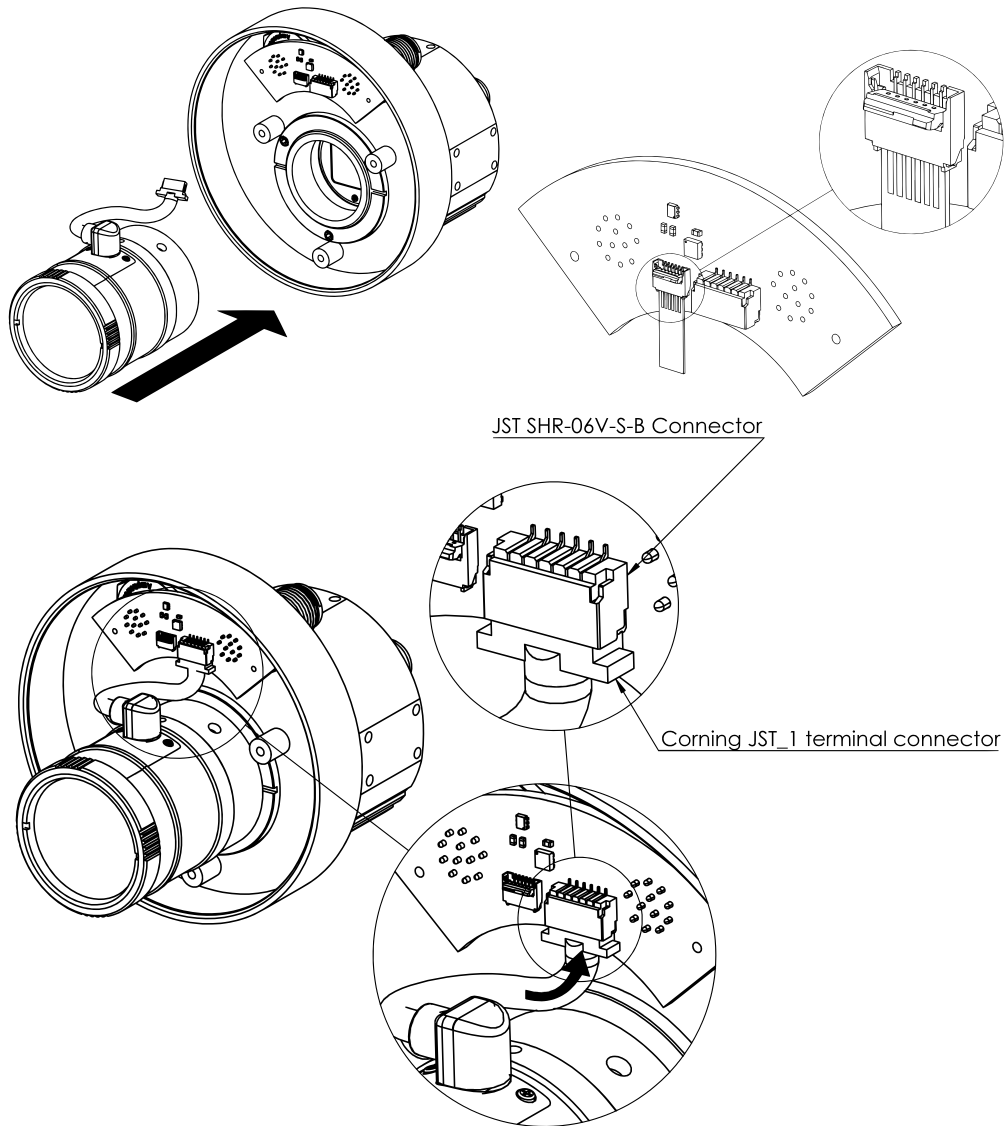


Figure 9: Corning® Varioptic® 렌즈 조립 및 전기적 연결.

5. 어댑터 폐쇄

- 전면 반쪽 셀에 Ø74 x 2.5 O-링이 있는지 확인합니다.
- (후면 반쪽 셀에 있는) 3개의 나사산 컬럼의 홈을 전면 반쪽 셀의 해당 슬롯과 정렬합니다.
- 전면 반쪽 셀을 후면 반쪽 셀과 나란해질 때까지 밀어 넣습니다. O-링 밀폐부의 마찰로 인해 어느 정도의 조립 저항이 예상됩니다.
- 필요한 경우 정렬을 조정하며, 이 경우 O-링의 저항이 더 커집니다.
- 2mm 육각 렌치를 사용하여 3개의 M2.5 나사를 조입니다.

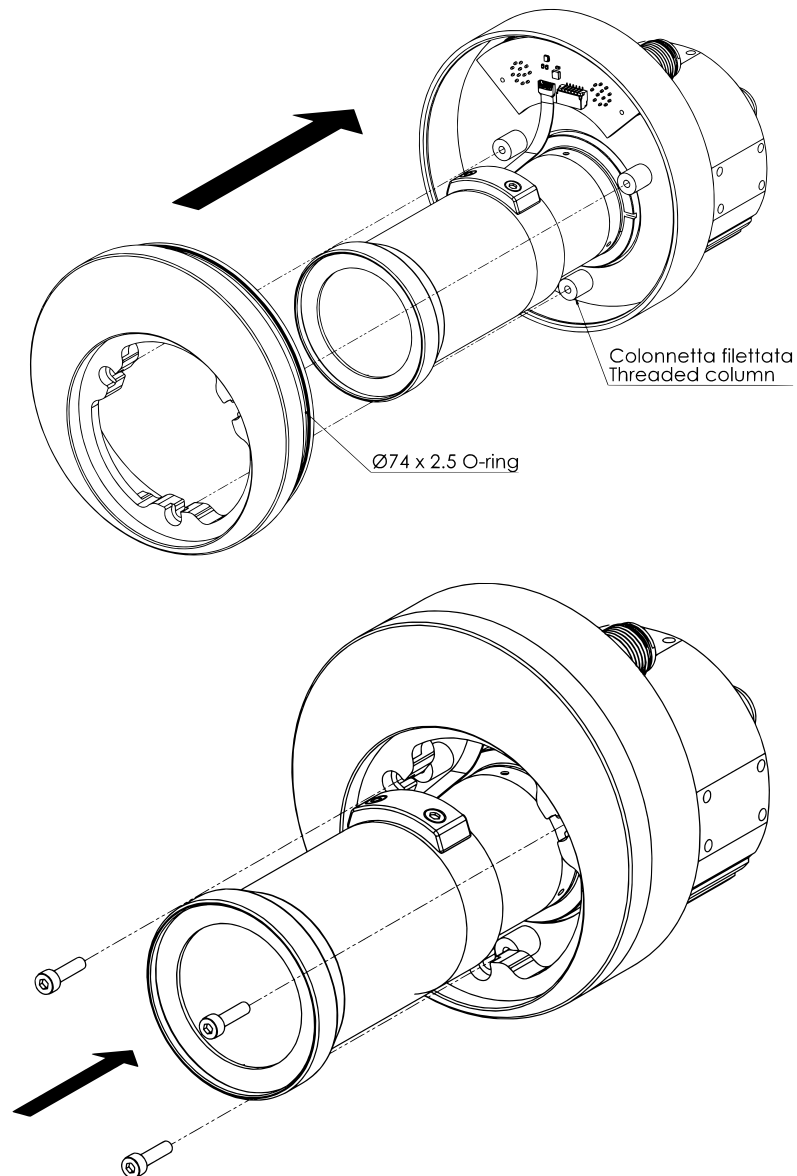


Figure 10: 어댑터 폐쇄.

6. (선택 사항) IPT-E51 조립

- Ø53 x 1.5 O-링을 IPT-E51의 해당 하우징에 배치합니다.
- 제공된 나사산을 사용하여 IPT-E51을 멈출 때까지 어댑터에 나사로 고정합니다.
- **중요:** O-링 시트가 스톱퍼 역할을 하므로 IPT-E51과 어댑터 본체 사이에 외부에서 보이는 틈 (0.2-0.8 mm)이 생깁니다.

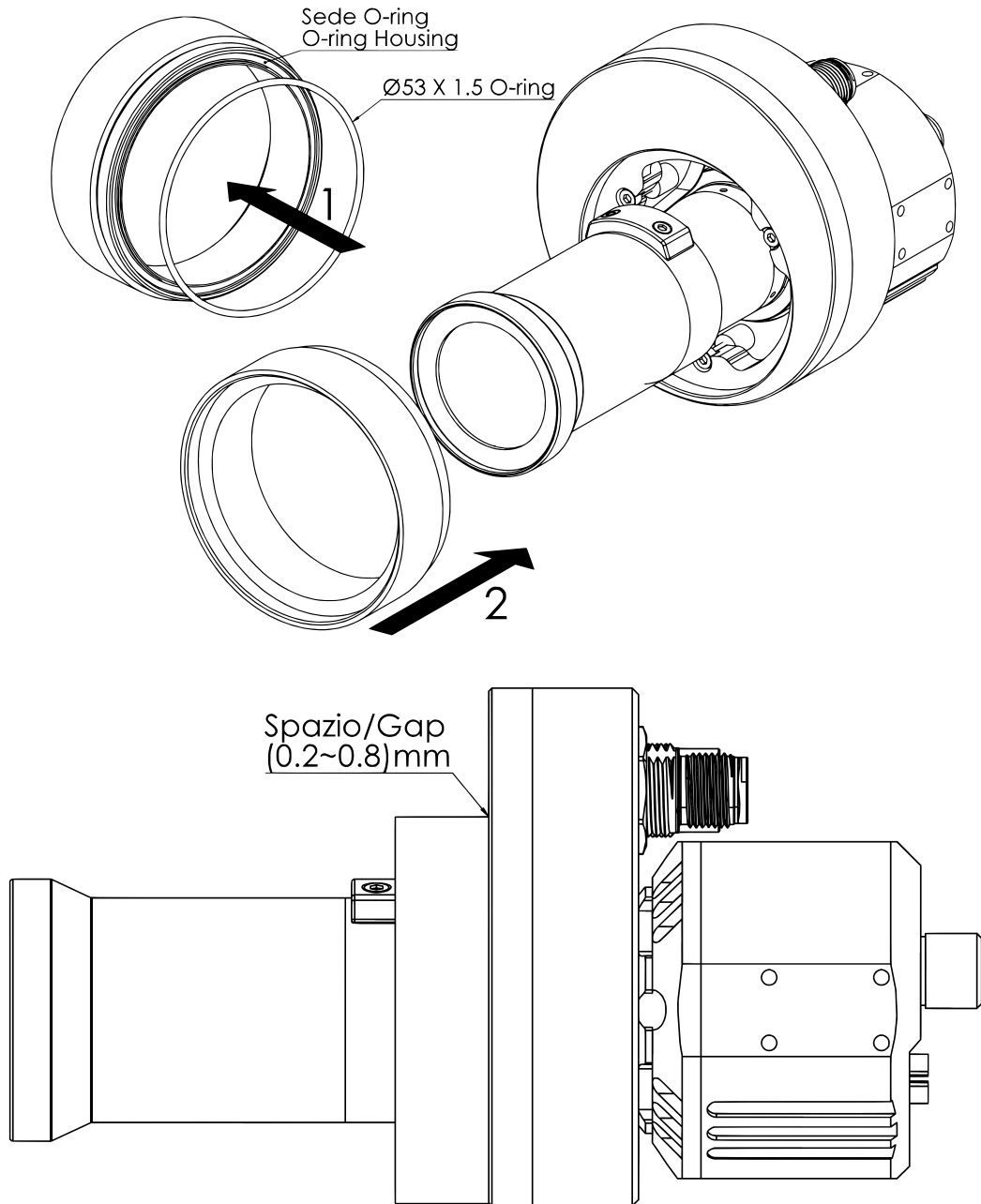


Figure 11: 선택적 익스텐더 조립.

7. IPT-D51LXX 튜브 조립

- Ø53 x 1.5 O-링을 IPT-D51LXX의 해당 하우징에 배치합니다.
- 그런 다음 제공된 나사산을 사용하여 IPT-D51LXX를 끝까지 멈출 때까지 어댑터에 나사로 고정합니다.
- **중요:** O-링 시트가 스톱퍼 역할을 하므로 IPT-D51LXX와 IPT-E51의 본체(5단계를 수행한 경우) 또는 어댑터 사이에 외부에서 보이는 틈(0.2-0.8 mm)이 생깁니다.

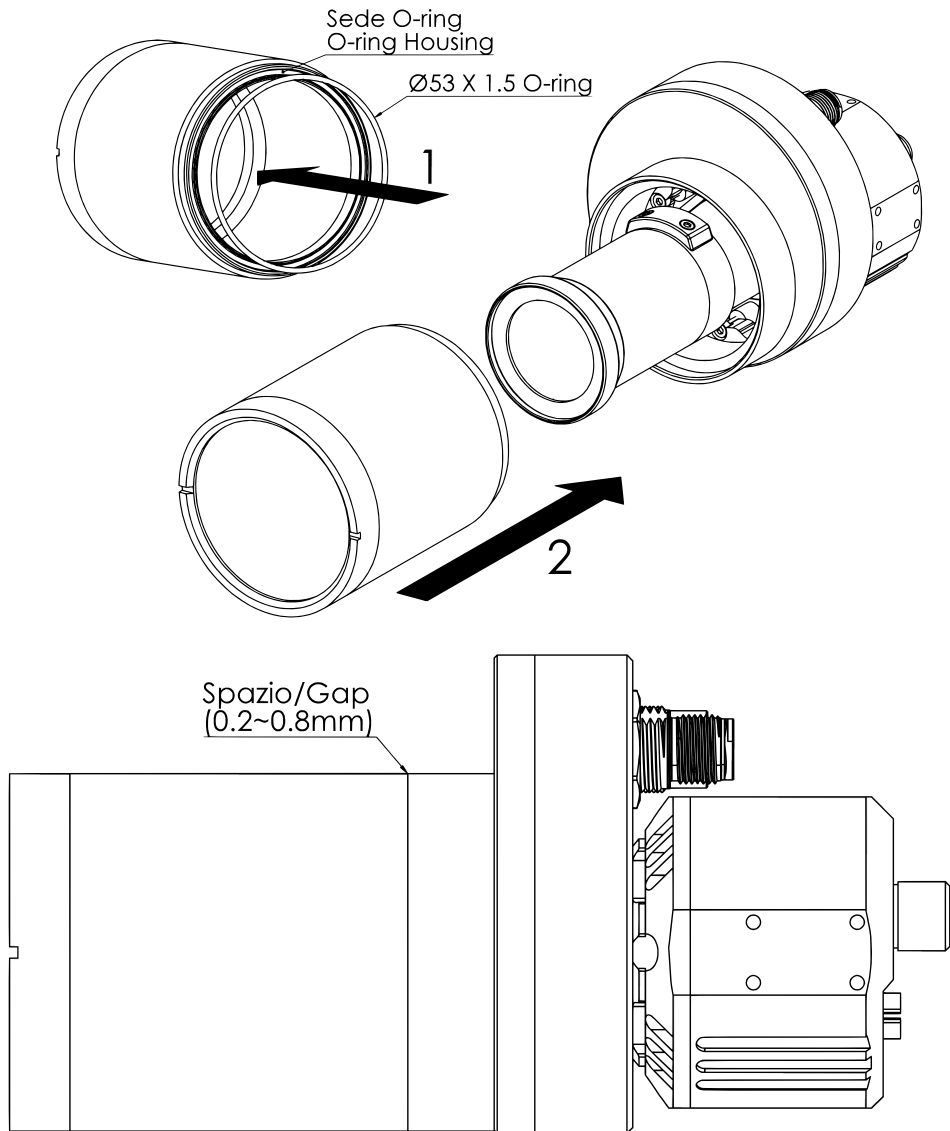


Figure 12: 튜브 조립.

4.3 시스템 구성

NOTE: 카메라 펌웨어는 새 기능을 추가하고 기존 기능을 개선하기 위해 자주 업데이트됩니다. Opto Engineering 웹사이트에서 새 펌웨어 버전의 가용성을 정기적으로 확인하고 설치 전에 카메라를 업데이트하십시오.

4.3.1 시스템 요구사항

Itala SDK은 다음 OS 중 하나로 작동하는 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, Jetson Orin Nano and Jetson TX2)

다른 운영 체제 및 플랫폼에서 카메라의 올바른 작동은 테스트되지 않았습니다.
자세한 내용은 Opto Engineering 담당자에게 문의하십시오.

기가비트 이더넷 통신을 지원하는 NIC(네트워크 인터페이스 카드)를 사용해야 합니다. 특히 점보 프레임 패킷 기능을 갖춘 NIC을 선택하십시오.

Itala 카메라는 고성능 장치로 높은 데이터 처리량으로 이미지를 스트리밍합니다. 최적의 성능을 보장하려면 호스트 시스템이 카메라에서 보내는 대량의 데이터를 처리할 수 있을 만큼 충분히 강력해야 합니다. 특정 애플리케이션의 이미지 취득 및 처리를 위해 고성능 CPU와 충분한 RAM을 선택하는 것을 고려하십시오.

4.3.2 카메라 드라이버

이미지 스트리밍 고처리량을 더 잘 처리하려면 Itala **필터 드라이버**를 사용하는 것이 권장됩니다. filter driver는 *GigE Vision* 스트리밍 프로토콜 패킷을 가로채고 전체 페이로드를 재조립하여 애플리케이션 이미지 버퍼로 직접 보냅니다. 이를 통해 호스트 시스템의 대기 시간과 CPU 사용량을 증가시키는 표준 네트워크 프로토콜 스택을 건너뛸 수 있습니다(그림 13). 결과적으로 호스트 시스템 리소스 소비를 최적화하는 저수준 패킷 처리 오프로드가 가능합니다.

Windows에서 드라이버 설치

Itala SDK 설치 프로그램이 필요한 filter driver를 자동으로 호스트 컴퓨터에 설치합니다. 이더넷 연결 속성 창에서 filter driver가 성공적으로 설치되었는지 확인할 수 있습니다. **제어판 > 네트워크 및 공유 센터 > 어댑터 설정 변경**으로 이동하고, 이더넷 연결을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭한 후 속성을 선택합니다. **네트워킹** 탭에서 그림 14와 같이 선택된 체크박스가 있는 filter driver 항목이 표시되어야 합니다.

NOTE: 충돌을 방지하려면 시스템에 설치된 다른 카메라 공급업체의 filter driver를 비활성화하는 것이 권장됩니다.

원치 않게 제거된 후 드라이버를 다시 설치해야 하는 경우 다음 절차를 따르십시오:

1. Itala SDK 설치 디렉터리로 이동합니다.
2. Filterdriver 폴더를 엽니다.

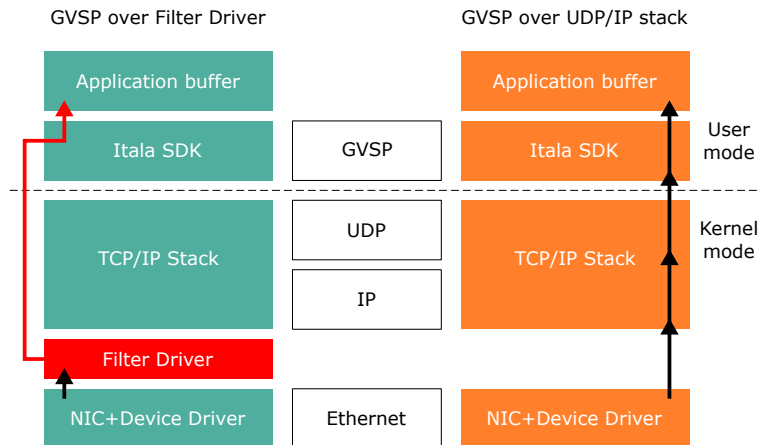


Figure 13: filter driver 유무에 따른 GigEvision Streaming (GVSP)

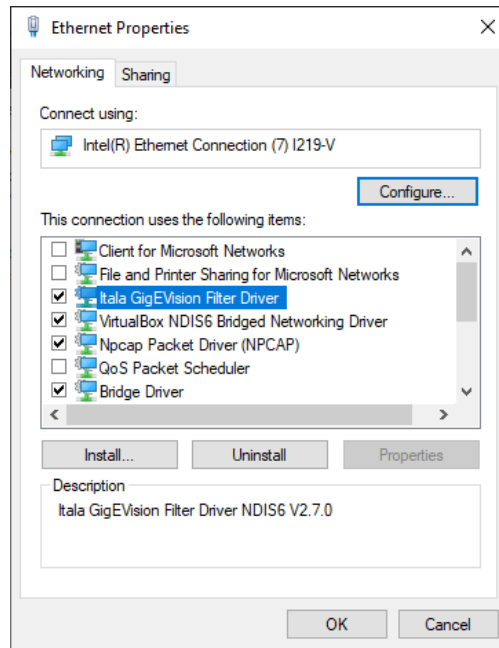


Figure 14: 성공적으로 설치된 filter driver.

3. Windows 10 OS의 경우 *install_driver_win10.bat*를 실행합니다. 운영 체제에 따라 올바른 배치 파일을 선택하십시오.
4. 설치가 완료되면 NIC 속성 창에 filter driver가 표시됩니다(그림 14).

Ubuntu에서 드라이버 설치

Ubuntu GEV 모듈은 1G 카메라에는 필수가 아니지만 특히 불완전하거나 손실된 패킷 문제가 발생하는 경우 고속 카메라에는 강력히 권장됩니다.

Ubuntu에서 GEV 드라이버(*oegevmodule*)를 설치하는 방법은 두 가지입니다.

첫 번째 방법은 관리자 권한으로 스크립트 `/opt/itala-sdk/scripts/oegevmodule/install_oegevmodule.sh`를 실행하는 것입니다. 시스템에 올바른 모듈 버전을 다운로드하고 설치하려고 시도합니다.

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

- Itala SDK 버전이 지원하는 드라이버 버전: `/opt/itala-sdk/changelog.md` 파일을 확인하십시오.
- 커널 버전: 터미널을 열고 `uname -r`을 입력하십시오.

찾고 있는 파일의 형식은 `oegevmodule-<driver-version>-<kernel-version>.tar.gz`입니다(예: `oegevmodule-24.04.0-5-15-119-generic.tar.gz`). 패키지를 다운로드한 후 압축을 해제하고 압축 해제된 폴더의 `README` 지침을 따르십시오.

커널이 업그레이드될 때마다, 즉 시스템 업그레이드 시 드라이버를 다시 설치해야 합니다.

Itala SDK를 업그레이드할 때마다 GEV 모듈도 업그레이드해야 할 수 있습니다. 설치된 GEV 모듈 버전이 Itala SDK 버전에서 지원되는지 확인하려면 `/opt/itala-sdk/changelog.md` 또는 공식 Opto Engineering 웹사이트를 확인하십시오.

터미널에서 `lsmod | grep oegevmodule`을 실행하여 설치가 올바르게 완료되었는지 확인할 수 있습니다. 명령이 아무것도 반환하지 않으면 `oegevmodule`이 올바르게 설치되지 않은 것이고 그렇지 않으면 설치된 것입니다. 커널 로그에서 `oegevmodule` 활동을 확인할 수도 있습니다(`dmesg` Linux 유틸리티 실행).

설치 문제가 발생하거나 대상 커널 버전이 아직 지원되지 않는 경우 Opto Engineering 기술 지원에 문의하십시오.

4.3.3 네트워크 및 구성

카메라는 공장에서 DHCP / LLA 모드(동적 IP)로 IP 주소를 자동으로 얻도록 구성됩니다. 이를 통해 다양한 네트워크 구성과의 최고 호환성이 보장됩니다. 첫 번째 연결 시 DHCP를 사용하도록 네트워크 설정을 구성하는 것이 권장됩니다.

카메라에 액세스할 수 없는 경우 현재 NIC 설정과 호환되는 **IP 구성**을 채택하도록 강제할 수 있습니다. 이를 위해 섹션 4.7.2를 참조하십시오.

첫 번째 연결 후에는 가능하면 NIC 및 장치 모두에 고정 IP 주소를 설정하는 것이 권장됩니다. 이를 통해 더 빠른 검색 프로세스와 IP 협상이 보장됩니다.

연결을 최대한 단순하게 유지하는 것이 권장됩니다. 최적의 성능을 위해 NIC와 직접 연결하거나, 카메라와 호스트 컴퓨터를 동일한 이더넷 스위치에 연결하고 다른 무거운 트래픽이 해당 스위치를 통해 라우팅되지 않도록 하십시오.

Windows에서 동적 IP 설정

제어판 > 네트워크 및 공유 센터 > 어댑터 설정 변경으로 이동하고, 이더넷 연결을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭한 후 속성을 선택합니다. 네트워킹 탭에서 목록의 인터넷 프로토콜 버전 4(TCP/IPv4)를 선택한 후 속성을 클릭합니다.

자동으로 IP 주소 받기를 선택하고 확인을 클릭합니다. 마지막으로 이전 창에서 확인을 클릭합니다.

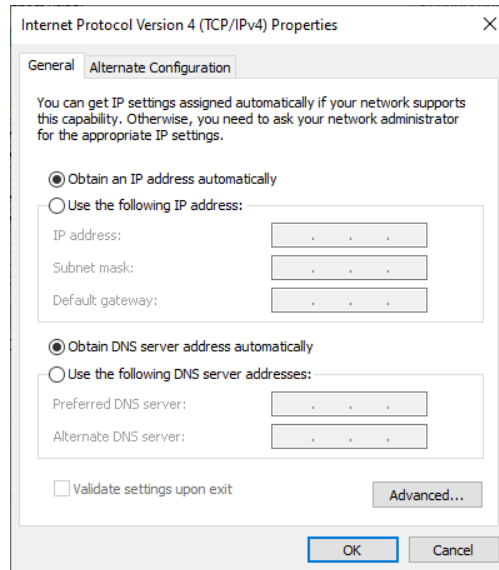


Figure 15: Windows에서 네트워크 연결의 동적 IP 구성.

Ubuntu에서 동적 IP 설정

설정 > 네트워크로 이동하여 연결 프로파일을 만들거나 편집합니다. IPv4 탭으로 이동하여 자동(DHCP)을 설정하고 적용을 클릭합니다.

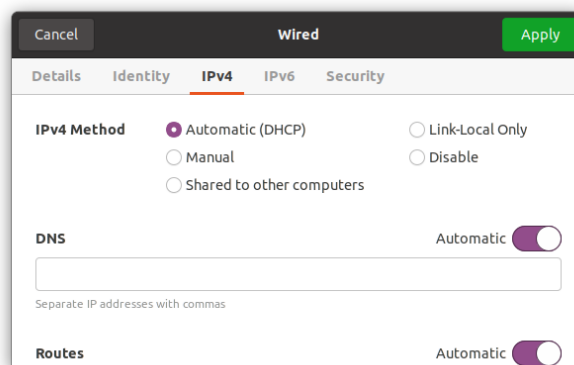


Figure 16: Ubuntu에서 네트워크 연결의 동적 IP 구성.

4.3.4 대역폭 관리

최상의 스트리밍 성능, 연결 신뢰성 및 CPU 소비 감소를 위해 **점보 프레임**을 사용하도록 NIC(네트워크 인터페이스 카드)를 구성하는 것이 권장됩니다. 점보 프레임은 1500바이트보다 큰 이더넷 프레임으로 프로토콜 오버헤드를 줄여 연결 효율성을 높입니다. Opto Engineering®은 최소 9000바이트의 점보 프레임을 지원하는 NIC을 사용할 것을 권장합니다.

여러 카메라를 단일 컴퓨터에 연결할 때는 여러 개의 기가비트 NIC을 사용하여 모든 장치를 직접 연결하는 것이 권장됩니다.

이더넷 스위치를 통해 카메라를 연결하는 경우 스위치도 점보 프레임을 지원하는지 확인하십시오. 여러 장치가 동일한 이더넷 스위치에 연결되면 사용 가능한 대역폭을 공유한다는 점을 유의하십시오.

대역폭 관리 및 다중 카메라 시스템 구성에 대한 자세한 내용은 섹션 6.1.2를 참조하십시오.

Windows에서 점보 프레임 설정

점보 프레임은 일반적으로 기본적으로 비활성화되어 있습니다. 활성화하려면 **제어판 > 네트워크 및 공유 센터 > 어댑터 설정 변경**으로 이동하고, 이더넷 연결을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭한 후 속성을 선택합니다.

네트워킹 탭에서 구성을 클릭합니다. NIC 설정 창이 나타납니다.

고급 탭에서 **점보 프레임** 또는 유사한 항목을 찾아 활성화합니다(그림 17). 설정 값은 특정 NIC 모델 및 제조사에 따라 다를 수 있습니다.

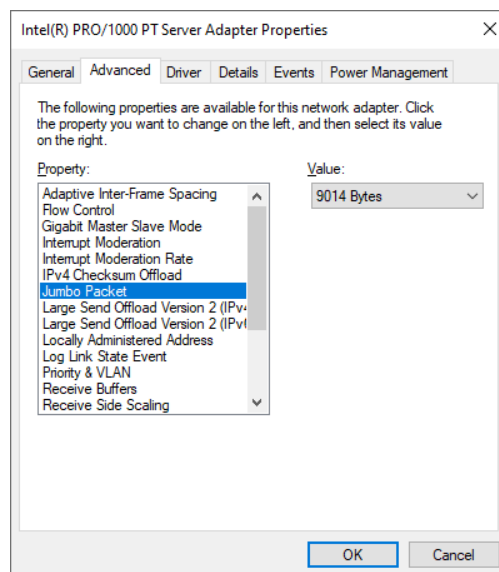


Figure 17: Windows에서 점보 프레임이 활성화된 NIC 고급 설정.

카메라 연결에 여전히 문제가 발생하는 경우 다음을 시도할 수 있습니다:

- 최신 NIC 드라이버를 설치합니다.
- NIC의 수신 버퍼 크기를 늘립니다.

Ubuntu에서 점보 프레임 설정

점보 프레임은 일반적으로 기본적으로 비활성화되어 있습니다. 활성화하려면 설정 > 네트워크로 이동하여 연결 프로파일을 편집합니다. 신원 탭으로 이동하여 MTU를 9000 이상으로 설정하고 적용을 클릭합니다(그림 18). MTU 값이 NIC에 실제로 설정되었는지 확인해야 합니다. 이를 위해 장치를 NIC 카드에 연결하고 터미널을 열어 `ip a` 또는 `ifconfig` 명령을 사용하십시오. 그림 19와 유사한 출력이 표시됩니다.

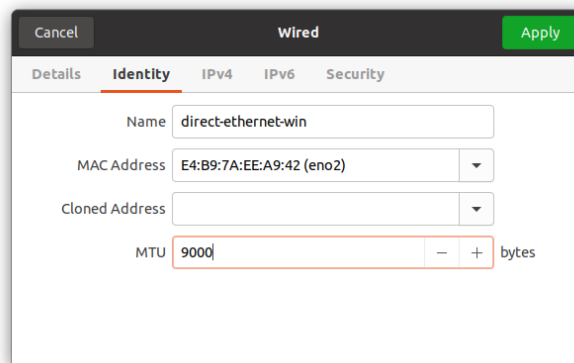


Figure 18: Ubuntu에서 점보 프레임 설정.

```
eno2: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 9000
    inet6 fe80::b9dc:9a85:3020:f0cc prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether e4:b9:7a:ee:a9:42 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 3 bytes 894 (894.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 8 bytes 1452 (1.4 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
    device interrupt 16 memory 0xd1200000-d1220000
```

Figure 19: Ubuntu에서 점보 프레임 설정 확인(`ifconfig` 출력).

카메라 연결에 여전히 문제가 발생하는 경우 다음을 시도할 수 있습니다:

- 최신 NIC 드라이버를 설치합니다.
- NIC의 수신 버퍼 크기를 늘립니다.

최대 사용 가능한 수신 및 송신 버퍼 크기를 확인하는 한 가지 방법은 대상 NIC이 `eth0` 인 경우 `ethtool -g eth0` 명령을 사용하는 것입니다. 그림 20와 유사한 출력이 표시됩니다.

그런 다음 `sudo ethtool -g eth0 rx 4096 tx 4096`을 사용하여 최대 크기를 설정할 수 있습니다.

Ubuntu 및 일반적으로 Linux 운영 체제에서 네트워크 파라미터, 특히 고급 파라미터를 설정하는 방법은 다양합니다. 터미널에서 네트워크 파라미터를 설정하려면 `ip`, `ifconfig` 및 `ethtool` 명령을 사용할 수 있습니다. 그러나 이러한 설정은 일시적이며 재부팅 시 유지되지 않습니다. 영구적인 변경을 위해서는 `Netplan`, `NetworkManager(nmcli / nmtui)`를 사용하거나 `/etc/network/interfaces` 파일을 구성하십시오.

```

Ring parameters for eno2:
Pre-set maximums:
RX:                4096
RX Mini:           0
RX Jumbo:          0
TX:                4096
Current hardware settings:
RX:                256
RX Mini:           0
RX Jumbo:          0
TX:                256
    
```

Figure 20: Ubuntu에서 최대 RX 및 TX 버퍼 크기 확인.

4.3.5 NIC 전원 관리

Windows

NIC 속성 창의 전용 탭에서 **전원 관리** 패널에 액세스할 수 있습니다(그림 21 참조).

기본적으로 네트워크 인터페이스 카드는 에너지 절약을 위해 구성될 수 있습니다.

그러나 이 설정은 시스템의 전반적인 성능을 저하시킬 수 있으며, 특히 고대역폭에서 예기치 않은 동작을 초래할 수 있습니다.

컴퓨터가 절전을 위해 이 장치를 끌 수 있음 설정은 컴퓨터가 절전 모드로 전환될 때 네트워크 카드를 처리하는 방법을 제어합니다.

OS 전원 최적화 및 성능 저하를 방지하려면 이 체크박스를 선택 해제한 상태로 두는 것이 강력히 권장됩니다.

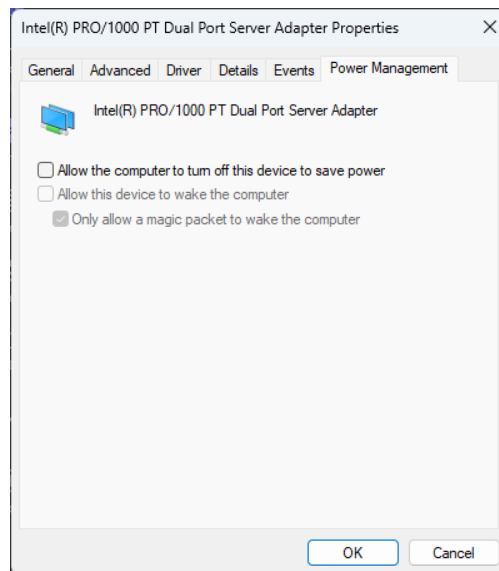


Figure 21: NIC 전원 관리 설정: 장치 끄기를 비활성화해야 합니다.

Ubuntu

절전 기능과 관련된 문제가 발생하는 경우 비활성화하는 것을 고려하십시오. *Wake-on* 기능이나 *에너지 효율 이터넷(EEE)* 설정이 네트워크 안정성을 방해하는지 먼저 확인하십시오.

더 성능 지향적인 구성을 위해 시스템 전체 절전 메커니즘이 네트워크 성능에 영향을 미친다고 의심되는 경우 *PCIe ASPM(Active-State Power Management)*을 비활성화해 볼 수 있습니다. *ASPM*을 비활성화하면 모든 PCIe 장치에 대해 이 기능이 꺼지므로 약간 높은 전력 소비를 대가로 대기 시간을 줄이고 안정성을 향상시킬 수 있습니다.

4.4 Itala SDK

Itala 카메라에는 머신 비전 업계의 최신 표준 및 기술을 완벽하게 활용하는 완전한 소프트웨어 개발 키트인 Itala SDK이 포함됩니다.

SDK에 포함된 항목:

- Itala API
- Itala View
- GenTL producer (.cti)
- Filter driver
- 코드 예제가 포함된 문서

Windows에서 Itala SDK 설치

Itala SDK을 올바르게 설치하려면 다음 단계를 수행하십시오:

1. Opto Engineering 웹사이트에서 Itala SDK을 다운로드하고 설치 프로그램을 실행합니다.
2. Itala SDK 설정 창이 표시됩니다. 나열된 지침을 따르십시오(그림 22).
3. Itala SDK 설치 전 라이선스 조건을 확인합니다(그림 23).
4. 대상 폴더를 선택합니다(그림 24).
5. 설치할 구성 요소를 선택합니다(그림 25). filter driver만 설치하는 경우 6단계를 건너뛸 수 있습니다.
6. (선택 사항) .NET 런타임을 설치해야 하는 경우 .NET 런타임 설치 창에서 설치를 클릭합니다(그림 26). 성공적으로 설치된 경우 그림 27의 창이 표시됩니다.
7. Itala SDK 설치가 자동으로 수행됩니다. 진행 표시줄을 모니터링하여 설치 상태를 확인할 수 있습니다. 설치가 완료되면 확인 창이 표시됩니다(그림 28).



Figure 22: Itala SDK 설정 창.

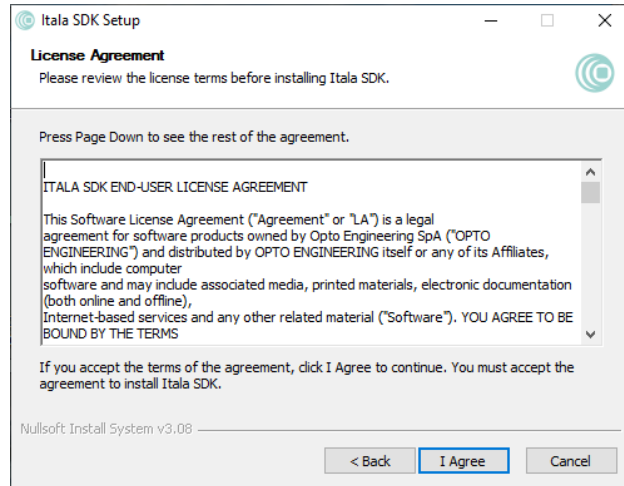


Figure 23: Itala SDK 라이선스 동의 창.

Ubuntu에서 Itala SDK 설치

Itala SDK는 .deb 패키지로 제공되어 apt 또는 dpkg를 사용하여 쉽게 설치할 수 있습니다. 패키지는 표준 시스템 라이브러리 외에 다른 의존성이 없습니다. **관리자(root) 권한이 필요합니다.**

다음 명령을 사용하여 패키지를 설치하거나 제거합니다:

```
dpkg -i itala-sdk_v2025.05.21_amd64.deb # install
dpkg -r itala-sdk # uninstall (패키지 이름, 파일 이름이 아님!)
```

모든 파일은 /opt/itala-sdk 디렉터리에 있습니다. Itala API을 사용하여 소프트웨어를 빌드할 때 링커가 자동으로 Itala API 공유 라이브러리를 감지합니다. 이는 설치 중 /etc/ld.so.conf.d 디렉터리에 배치되는 itala-sdk.conf 파일로 활성화됩니다. 이 디렉터리에는 기본 링커 구성에 포함된 구성 스니펫이 있습니다.

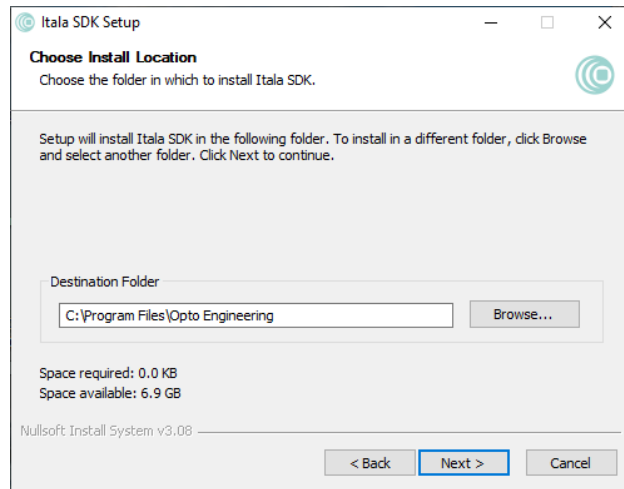


Figure 24: Itala SDK 대상 폴더 창.

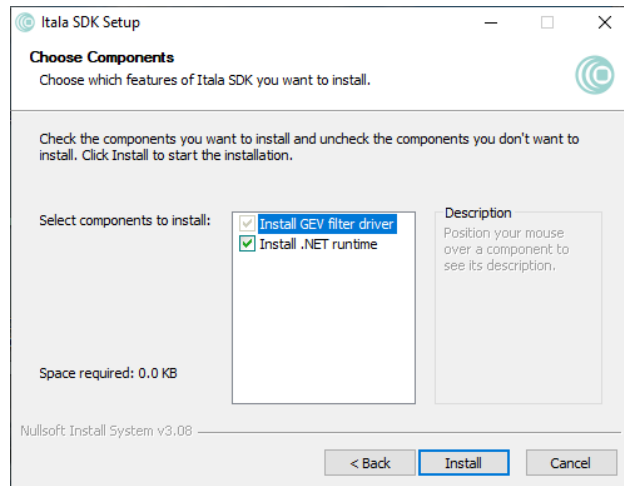


Figure 25: 구성 요소 선택 창.

NOTE: 링커 및 환경 변수(GenTL 변수 등)에 대한 변경 사항을 적용하려면 재부팅/로그아웃이 필요할 수 있습니다.

NOTE: apt를 통해 설치할 때 패키지 크기가 115 GB로 표시될 수 있습니다. 이 값은 올바르지 않으며 실제 설치 크기를 나타내지 않습니다.

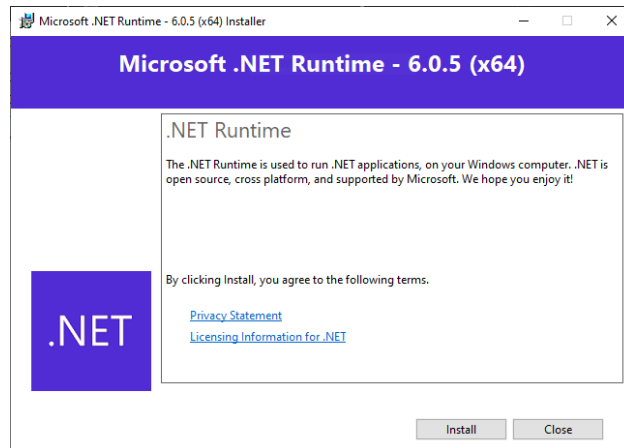


Figure 26: .NET 런타임 설치 창.

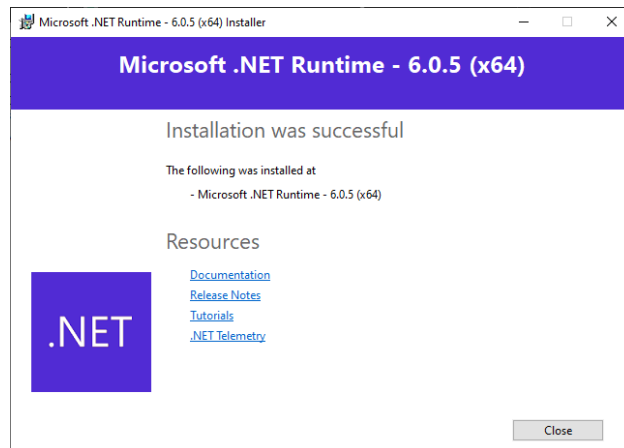


Figure 27: .NET 런타임 설치 완료 창.

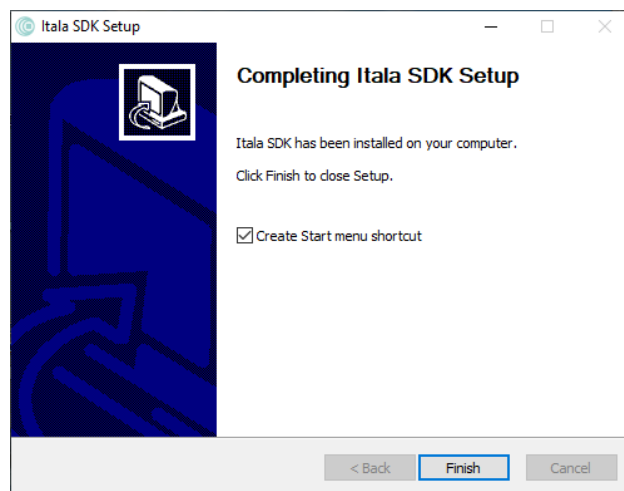


Figure 28: Itala SDK 설치 완료.

4.5 Itala API으로 카메라 사용

Itala API을 통해 광범위한 예제 세트와 완전한 문서 덕분에 Itala 장치를 맞춤형 애플리케이션에 쉽게 통합할 수 있습니다. 라이브러리 사용에 대한 자세한 내용은 SDK 설치 폴더의 Itala API 문서를 참조하십시오.

4.5.1 Itala SDK 문서

SDK 문서는 설치 디렉터리(Itala SDK > *Development* > *doc* > *html*)에서 찾을 수 있습니다.

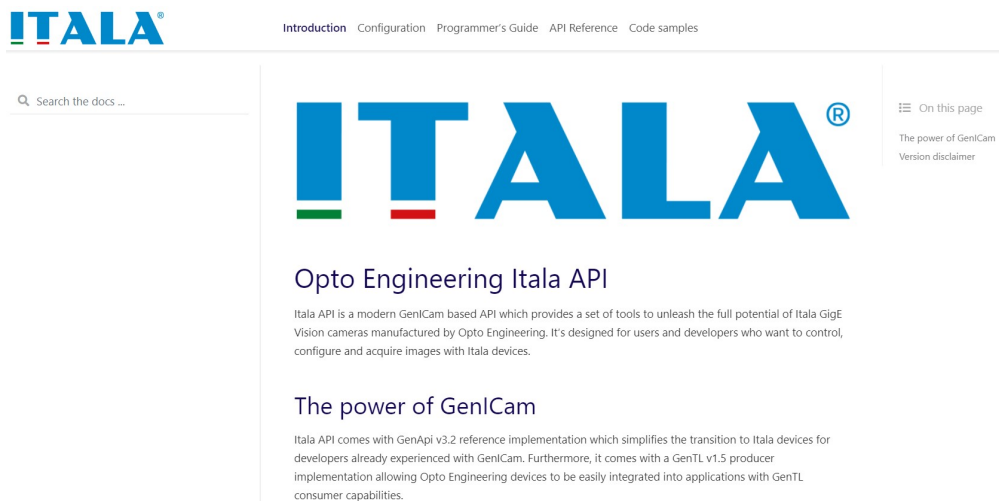


Figure 29: Itala SDK 문서 홈 페이지.

그림 29은 Itala SDK 문서의 홈 페이지를 보여줍니다.

4.6 서드파티 소프트웨어로 카메라 사용

Itala 카메라는 **GigEVision** 및 **GenICam** 표준을 준수하므로 서드파티 비전 소프트웨어와의 쉬운 통합이 가능합니다. 또한 SDK에는 EMVA가 호스팅하는 GenTL 사양을 준수하는 **GenTL producer**(.cti 파일)가 포함되어 있습니다. 이를 통해 다른 준수 장치 및 소프트웨어와의 상호 운용성이 더욱 향상됩니다.

4.7 Itala View으로 카메라 사용

Itala View은 Itala 카메라의 평가, 구성 및 문제 해결을 위한 GUI 도구입니다. 포괄적인 유틸리티 및 마법사 세트를 통해 Itala View은 Itala 카메라를 중심으로 구축된 비전 시스템의 평가 및 배포를 가속화합니다. 애플리케이션의 첫 사용을 용이하게 하기 위해 다음 섹션에서 간략한 개요를 제공합니다.

4.7.1 탭 및 패널

그림 30를 참조하면 Itala View의 메인 창은 다양한 기능 영역으로 나눌 수 있습니다:

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

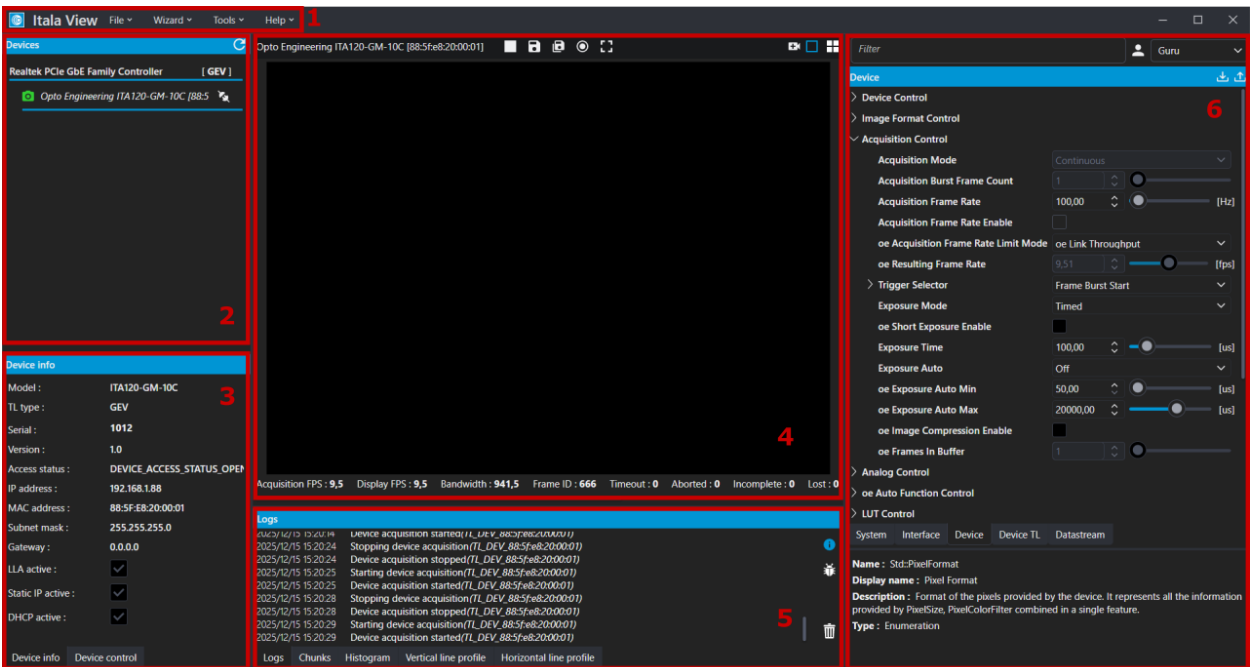


Figure 30: 뷰어 메인 창.

메뉴 바를 통해 애플리케이션의 설정, 도구 및 마법사에 액세스할 수 있습니다.

장치 검색 패널에는 컴퓨터의 NIC 및 연결된 카메라가 나열됩니다. 상단의 새로 고침 버튼을 통해 네트워크에 연결된 GigEVision 장치를 검색하고 열거할 수 있습니다.

각 장치에는 연결 가능 여부를 알리는 상태 아이콘이 있습니다. 연결할 수 없는 장치는 잘못된 IP 구성이나 다른 클라이언트 애플리케이션이 현재 사용 중임을 나타낼 수 있습니다.

각 장치 옆에는 액세스를 위한 연결/연결 해제 버튼이 있습니다.

장치 정보 탭에는 검색 패널에서 현재 선택된 장치에 대한 필수 정보가 표시됩니다. 여기에는 장치 모델, 일련 번호, MAC 주소 및 현재 IP 주소가 포함됩니다.

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

비디오 스트리밍 보기에서 취득 프로세스를 제어하고 카메라가 캡처한 실제 이미지를 볼 수 있습니다. 패널 상단에는 취득 시작/중지, 이미지 저장 및 전체 화면 모드 전환을 위한 빠른 액세스 버튼이 있습니다. 하단에는 취득 통계 및 현재 이미지에 대한 유용한 정보가 포함된 상태 표시줄이 있습니다.

이미지 데이터 분석 및 로깅 탭을 사용하여 애플리케이션 로그, 현재 이미지 청크 데이터를 볼 수 있으며 취득한 이미지에 대한 다양한 유형의 분석을 수행할 수 있습니다.

GenICam 기능 트리를 통해 카메라 파라미터에 액세스할 수 있습니다. 기능은 계층적 방식으로 기능별로 그룹화되어 있으며 카메라 주변 장치를 구성하거나 상태를 읽을 수 있습니다. 여기에는 노출 시간, 게인 또는 트리거 설정과 같은 기본 기능 및 엔코더나 액체 렌즈 컨트롤러와 같은 더 고급 기능이 포함됩니다. 트리 보기 아래의 탭을 사용하여 GenTL 모듈과 연결된 장치(기본값으로 선택) 모두의 노드 맵 간에 전환할 수 있습니다.

4.7.2 IP 구성기

도구 메뉴에서 IP 구성기 유틸리티에 액세스할 수 있습니다. IP 구성기는 다음을 포함하되 이에 국한되지 않는 Itala 카메라의 네트워크 구성 문제를 효율적으로 해결하도록 설계되었습니다:

- 카메라와 NIC이 영구 IP를 갖지만 서브넷이 다른 경우
- 카메라와 NIC이 영구 IP를 갖지만 서브넷 마스크가 다른 경우
- 카메라는 DHCP 모드이고 NIC은 영구 IP를 갖는 경우
- 카메라는 영구 IP를 갖고 NIC은 DHCP 모드인 경우

그림 31에서 볼 수 있듯이 IP 구성기는 뷰어 메인 창과 유사한 장치 검색 및 열거 패널을 제공합니다. 오른쪽에는 위에 언급된 검색 패널에서 현재 선택된 장치와 관련된 NIC 및 카메라 정보가 표시됩니다.

IP 구성 문제는 오른쪽 하단 모서리의 **설정** 패널에서 해결할 수 있습니다. 예를 들어 카메라가 현재 NIC IP 설정과 일치하는 영구 IP를 채택하도록 강제할 수 있습니다. 올바른 데이터를 입력하고 적용 버튼을 클릭합니다. 로그 패널에서 구성 진행 상황을 확인하고 설정이 올바르게 적용되었는지 확인할 수 있습니다.

뷰어 메인 창과 마찬가지로 각 열거된 장치 옆의 아이콘은 빨간색 경고 표시로 잠재적인 문제를 표시합니다.

카메라 IP 구성에 대한 자세한 내용은 섹션 4.3.3을 참조하십시오.

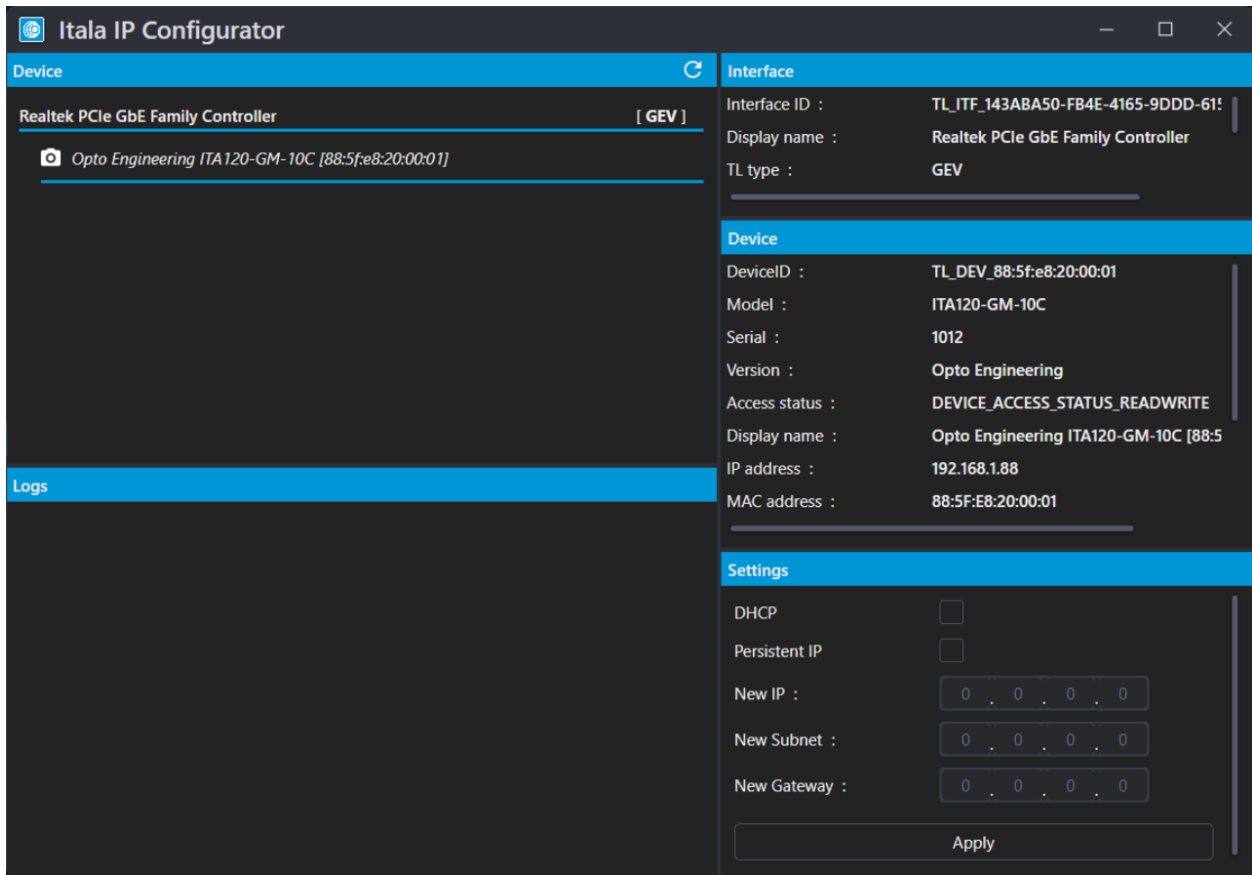


Figure 31: IP 구성기 창.

4.7.3 펌웨어 업데이트

도구 메뉴에서 펌웨어 업데이트 유틸리티에 액세스할 수 있습니다(그림 32). 이제 열거된 각 장치에 대한 펌웨어 파일을 선택할 수 있습니다. Itala 카메라의 최신 펌웨어는 Opto Engineering 웹사이트에서 다운로드할 수 있습니다.

하나 이상의 장치를 업데이트하려면 다음 단계를 따르십시오:

1. 업데이트할 각 장치에 대한 펌웨어 업데이트 파일을 선택합니다.
2. 업데이트 버튼을 클릭하여 일괄 업데이트 프로세스를 시작합니다.
3. 업데이트 프로세스 중에 장치를 **연결 해제하거나 전원을 끄지** 마십시오(그림 33). LED 깜박임은 카메라가 플래시 메모리에 쓰고 있음을 나타냅니다.
4. 모든 장치가 올바르게 업데이트될 때까지 기다립니다.

NOTE: 업데이트 프로세스 중에 장치를 **연결 해제하거나 전원을 끄지** 마십시오. 이를 준수하지 않으면 장치가 더 이상 부팅할 수 없는 상태가 되어 공장 초기화를 위해 Opto Engineering에 반환해야 할 수 있습니다.

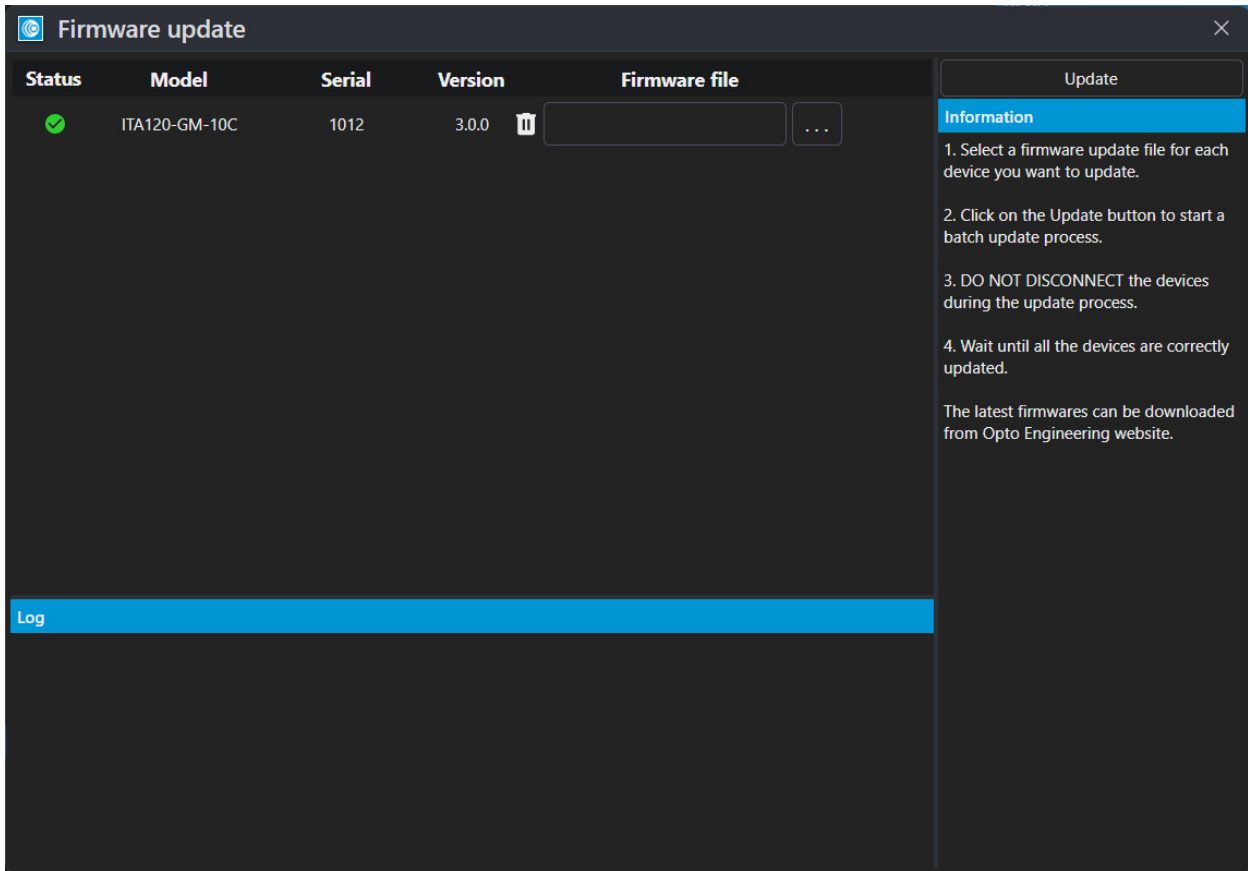


Figure 32: FW 업데이터 창.

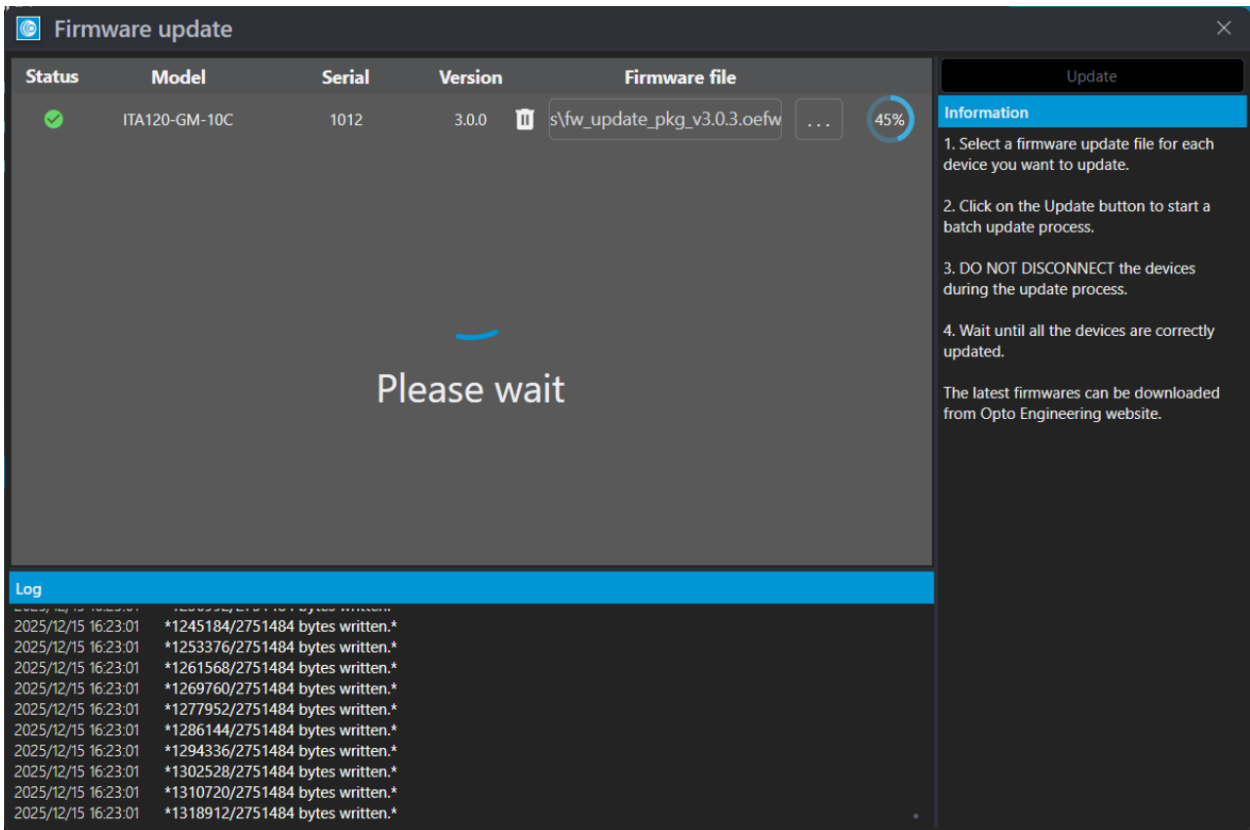


Figure 33: FW 업데이트 진행 중.

4.7.4 LUT 마법사

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

카메라에서 가져오기를 클릭하여 카메라 레지스터에서 LUT를 읽고 차트 탭에 표시합니다(그림 34). 이제 테이블 탭에서 LUT의 각 값을 편집할 수 있습니다(그림 35). 특정 LUT를 설정하는 더 좋은 방법은 스프레드시트 편집기나 유사한 소프트웨어로 미리 생성한 CSV 파일을 불러오는 것입니다. 현재 LUT를 CSV 파일로 저장하고, 편집한 후 다시 불러올 수도 있습니다.

결과 LUT가 만족스러우면 적용을 클릭하여 카메라 메모리에 저장합니다. LUT 기능에 대한 자세한 내용은 섹션 6.6.1를 참조하십시오.

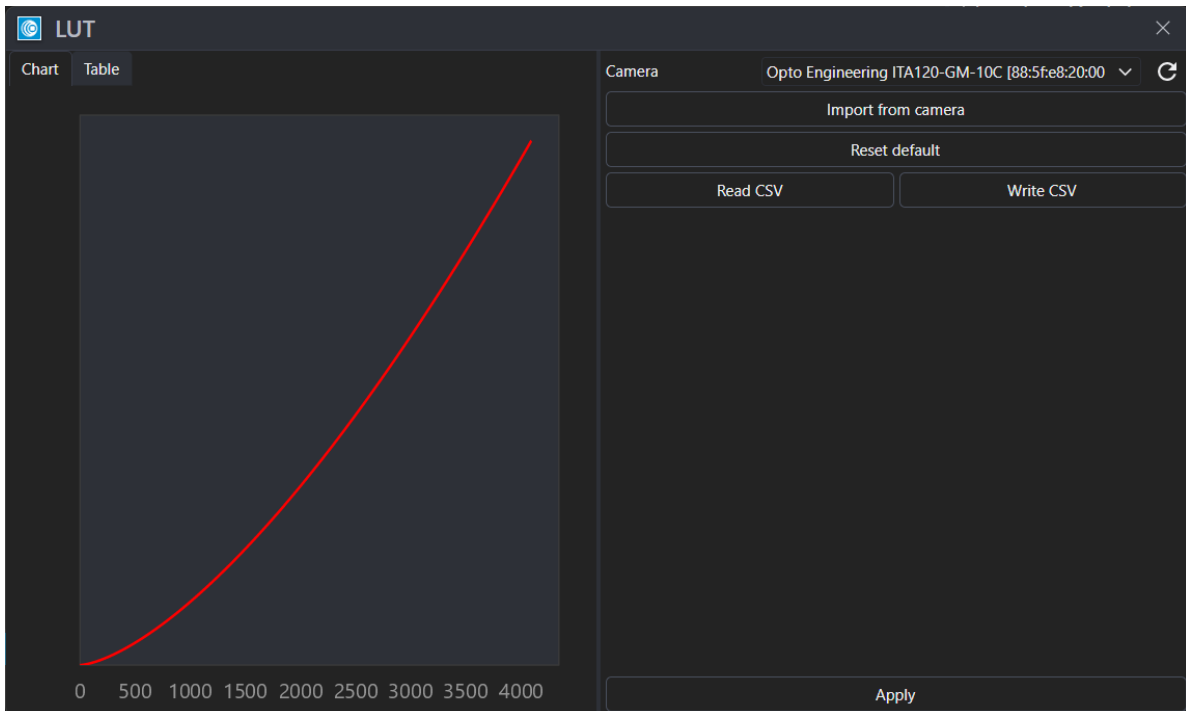


Figure 34: LUT 마법사.

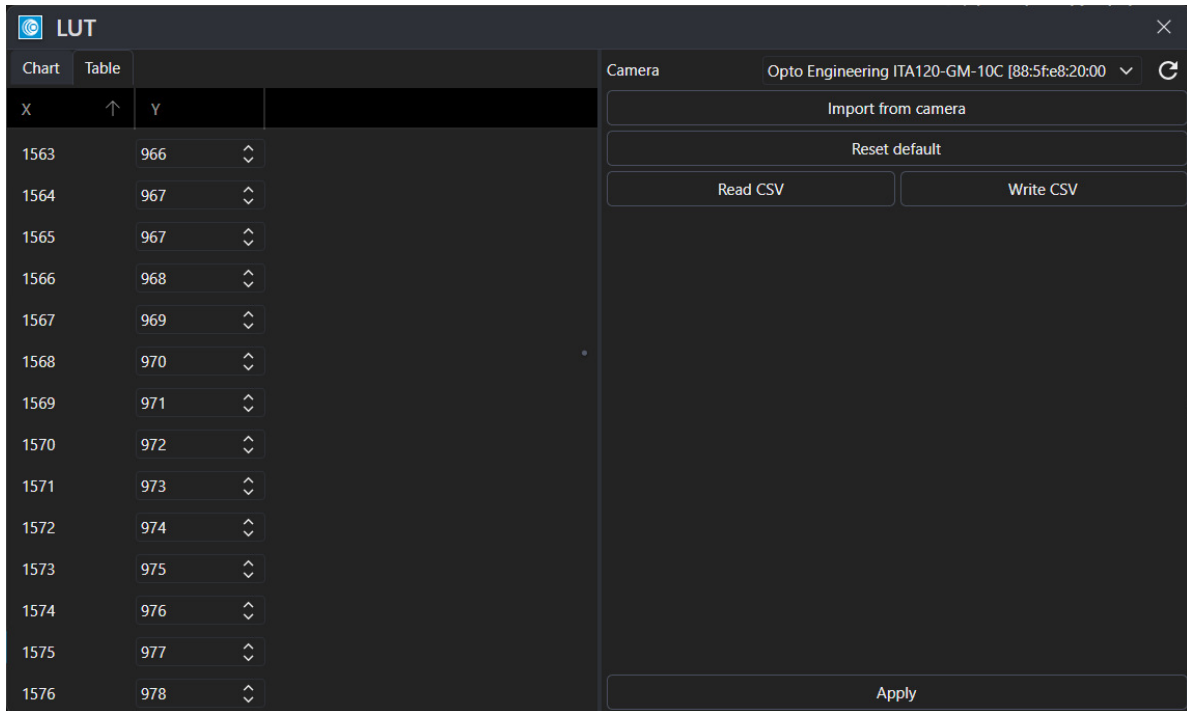


Figure 35: LUT 마법사.

4.7.5 불량 픽셀 보정 마법사

이미지 센서의 불량 픽셀 대부분은 센서 실리콘 생산 공정과 관련이 있기 때문에 Itala 카메라 생산 및 테스트 절차 중에 매핑됩니다. 그 값은 카메라 취득 파이프라인에서 실시간으로 보정됩니다. 불량 픽셀 보정에 대한 자세한 내용은 섹션 6.18를 참조하십시오.

그러나 카메라 수명 동안 불량 픽셀 수를 증가시킬 수 있는 다른 환경적 요인이 있습니다. 이러한 이유로 Itala 카메라는 사용자가 이러한 결함을 고려한 맞춤형 픽셀 보정을 수행할 수 있도록 합니다.

사용자 정의 불량 픽셀 보정을 활성화하려면 이 작업의 결과를 사용 가능한 사용자 세트 중 하나에 저장해야 합니다. 실제로 기본 사용자 세트는 공장에서 감지된 불량 픽셀만 보정합니다.

마법사 메뉴에서 불량 픽셀 보정 마법사에 액세스할 수 있습니다(그림 36).

1. 카메라를 자유 실행 취득 모드로 설정하거나 연속 입력 트리거 펄스 스트림이 있는지 확인합니다.
2. 최상의 결과를 위해 12비트 비트 심도를 가진 원시 픽셀 형식(예: *Mono12p* 또는 *BayerRG12*)을 사용하는 것을 고려합니다.
3. 이미지 취득을 시작합니다.
4. 카메라 센서를 가립니다.
5. 어두운 이미지 패널의 취득 버튼을 클릭하여 첫 번째 배치의 어두운 이미지를 취득합니다.
6. 같은 패널의 찾기 버튼을 클릭하여 누출 픽셀을 감지합니다.

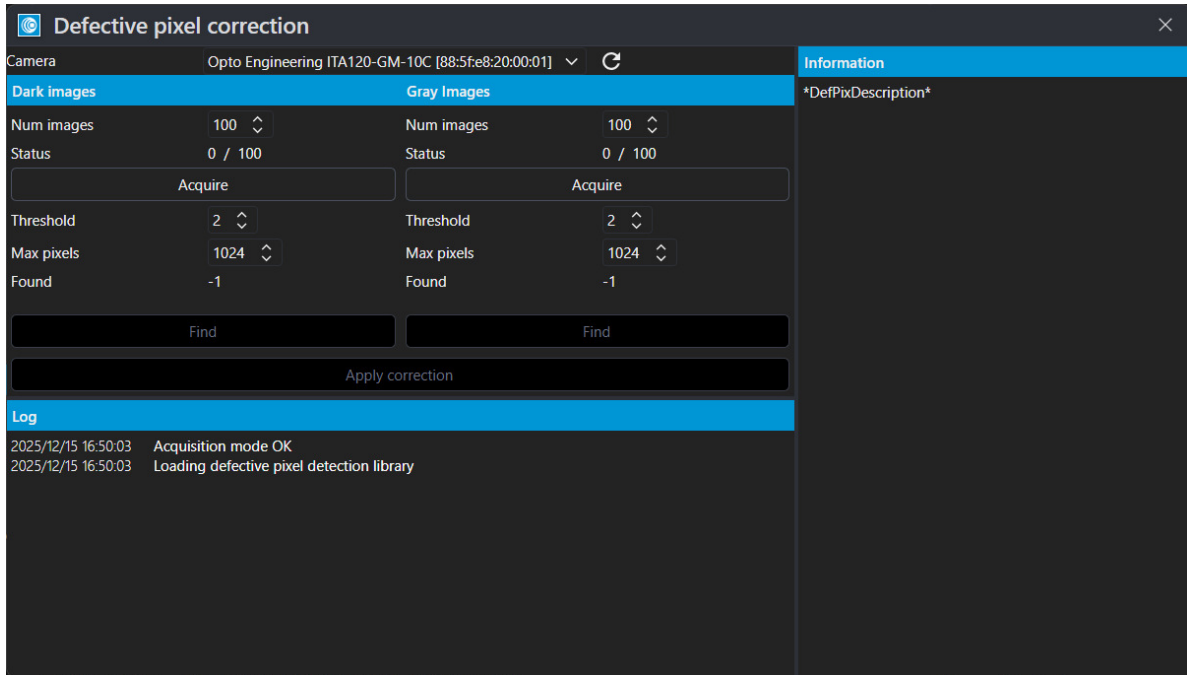


Figure 36: 불량 픽셀 보정 마법사.

7. 평균 밝기가 최대 포화 수준의 50%인 이미지를 얻기 위해 센서를 균일한 광원(권장 균일성: >97%)에 노출합니다. 원하는 수준에 도달하도록 노출 시간을 조정할 수 있습니다. 어두운 이미지를 취득할 때 동일한 노출 시간을 사용해야 한다는 점을 유의하십시오.
8. 회색 이미지 패널의 취득 버튼을 클릭하여 두 번째 배치의 회색 이미지를 취득합니다.
9. 같은 패널의 찾기 버튼을 클릭하여 핫 픽셀과 콜드 픽셀을 감지합니다.
10. 보정 적용을 클릭하여 데이터를 카메라에 업로드합니다.

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

4.7.6 색상 보정 마법사

마법사 메뉴에서 색상 보정 마법사에 액세스할 수 있습니다(그림 37). 기준 색상 체커(그림 38)를 사용하여 특정 조명 조건에서 카메라를 보정하고 최적의 색상 렌더링을 얻을 수 있습니다. 색상 보정 행렬에 대한 자세한 내용은 섹션 6.7.1을 참조하십시오.

올바른 보정을 위해 다음 단계를 따르십시오:

1. 원하는 장치를 선택합니다.
2. 이미지 취득을 시작합니다.
3. 색상 보정 마법사를 엽니다(마법사 > 색상 보정)(그림 39).
4. 오버레이에 표시된 방향과 일치하도록 카메라를 기준 색상 체커(Macbeth 차트)로 향합니다.

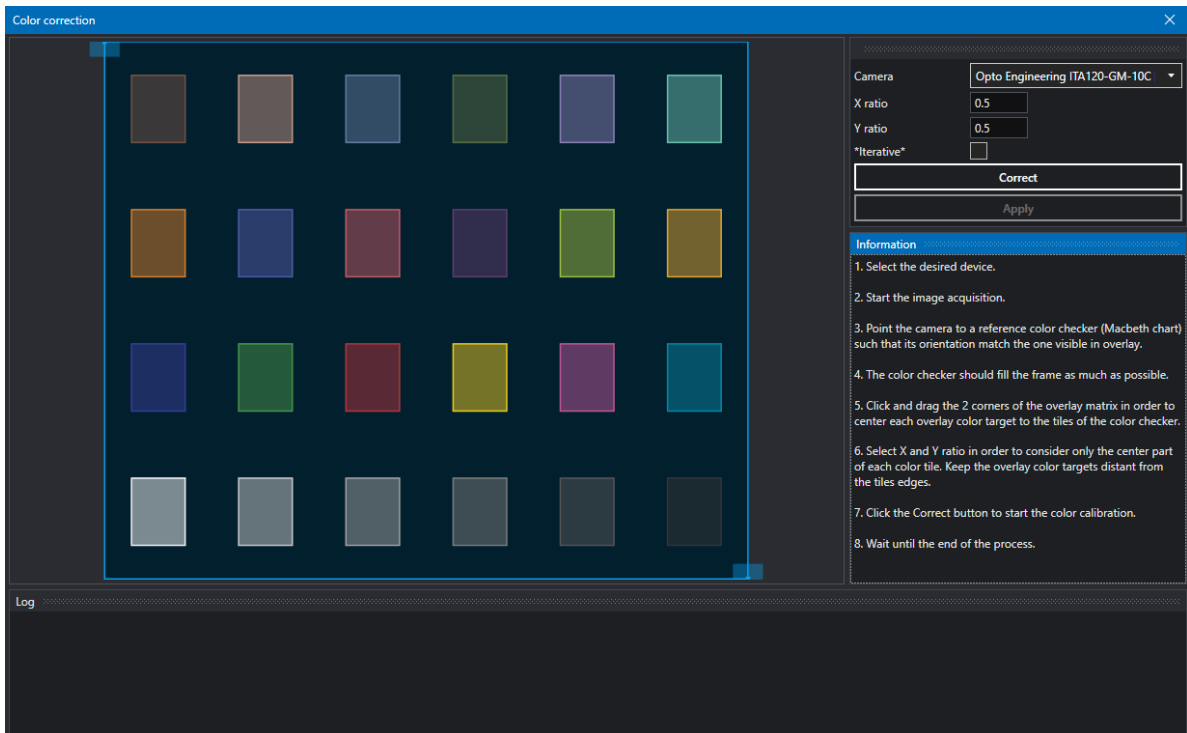


Figure 37: 색상 보정 마법사.

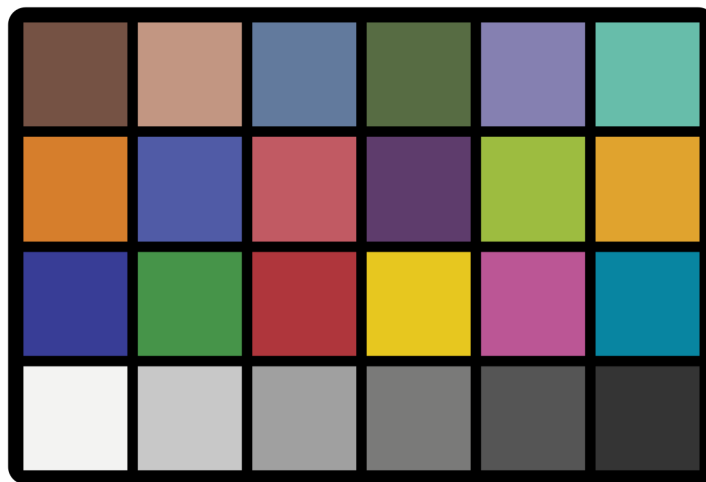


Figure 38: 기준 색상 체커.

5. 색상 체커가 프레임을 최대한 채워야 합니다(그림 40).
6. 오버레이 행렬의 2개 모서리를 클릭하고 드래그하여 각 오버레이 색상 타깃을 색상 체커의 타일에 맞춥니다.
7. X 및 Y 비율을 선택하여 각 색상 타일의 중앙 부분만 고려합니다. 오버레이 색상 타깃을 타일 가장

자리에서 멀리 유지하십시오.

8. 보정 버튼을 클릭하여 색상 보정을 시작합니다.
9. 프로세스가 끝날 때까지 기다립니다.

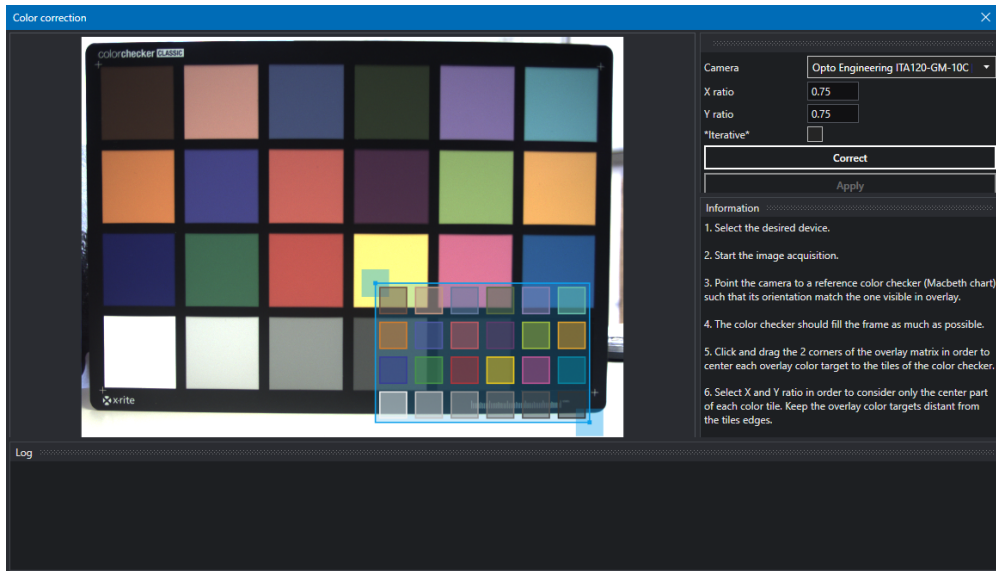


Figure 39: 색상 보정 마법사 창.

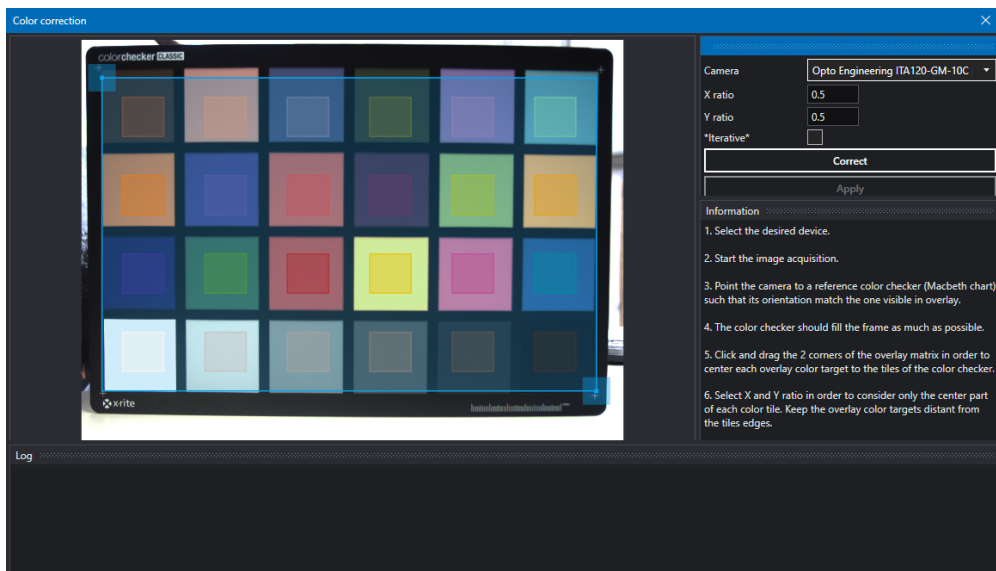


Figure 40: 최적의 결과를 위해 마법사 색상 마스크를 Macbeth 색상 차트 타일에 맞추십시오.

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

5 기술 사양

5.1 기술 사양

표 5.1에 주요 카메라 기능이 요약되어 있습니다.
자세한 설명은 다음 챕터에서 제공됩니다.

Features	Itala G Itala G.IP	Itala G.EL Itala G.EL.IP	Ref. page
이미지 기능			
ADC 해상도	10/12bit ¹	10/12bit ¹	-
이미지 버퍼 크기	384MB	384MB	-
이미지 미러(X/Y)	✓	✓	p.83
ROI 모드	✓	✓	p.81
데시메이션/빈닝	✓	✓	p.82
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.115
Test pattern	✓	✓	p.103
게인	✓	✓	p.113
블랙 레벨	✓	✓	p.116
자동 노출	✓	✓	p.119
자동 게인	✓	✓	p.119
불량 픽셀 보정	✓	✓	p.161
Debayering	✓ ³	✓ ³	p.100
화이트 밸런스	✓ ³	✓ ³	p.113
색상 보정 행렬	✓ ³	✓ ³	p.123
Chunk data	✓	✓	p.149
카메라 기능			

상태 LED 표시기	✓	✓	p.74
OS 호환성	Windows 10, 11 (64 bit)	Windows 10, 11 (64 bit)	p.33
PoE (Power over Ethernet)	✓	✓	-
기가비트 이더넷	✓	✓	-
패킷 재전송 옵션	✓	✓	-
고정 IP/DHCP	✓	✓	-
IEEE 1588 (PTP)	✓	✓	-
광절연 입력	2	2	p.73
광절연 출력	4	1	p.73
온도 센서	Image sensor, FPGA	Image sensor, FPGA	-
사용자 세트	Factory + 2 user sets	Factory + 2 user sets	-
원격 FW 업데이트	✓	✓	p.47
버스트 취득	✓	✓	-
Trigger hardware	✓	✓	-
Trigger software	✓	✓	-
타이머	2	2	p.134
카운터	4	4	p.134
엔코더 제어	1 ⁴	1 ⁴	p.135
논리 블록	4	4	p.137
논리 함수	OR, AND, LUT	OR, AND, LUT	p.138
시리얼 통신	RS232/485		p.152
액체 렌즈 컨트롤러		✓	p.155
인증 및 규정 준수			
GigEVision 준수	✓	✓	-
GenICam 준수	✓	✓	-
CE 인증서	✓	✓	p.12
Shock 및 Vibrations	✓	✓	p.13
RoHS	✓	✓	p.13
REACH	✓	✓	p.13
WEEE	✓	✓	p.13
환경			
보관 온도	-10°C - 60°C	-10°C - 60°C	p.16
보관 습도	RH < 80%	RH < 80%	p.16
작동 하우징 온도 ⁵	-25°C - 65°C	-25°C - 65°C	p.16
작동 주변 온도 ⁶	-25°C - 50°C	-25°C - 50°C	p.16
작동 습도	RH < 80%	RH < 80%	p.16

- ¹ 센서별 데이터.
- ² BayerRG 픽셀 형식의 경우 BayerGR, BayerGB, BayerBG도 사용 가능한 픽셀 형식에 포함됩니다. 편광 픽셀 형식에는 Mono와 Color, 8, 10p, 10Packed, 12p 및 12Packed 변형이 모두 포함됩니다.
- ³ 흑백 센서에는 사용 불가.
- ⁴ 호환 가능한 엔코더 인터페이스는 단락 6.10을 참조하십시오.
- ⁵ 카메라 하우징 전면에서 측정된 하우징 온도.
- ⁶ 렌즈 없이 방열 없는 최대 주변 온도. 적절한 방열(예: 금속 판을 통해 카메라 장착)을 통해 더 높은 작동 온도를 달성할 수 있습니다.

5.2 전기 사양

Itala 카메라의 전기 사양은 표 7에 요약되어 있습니다.
I/O 회로에 대한 설명은 섹션 5.7에서 찾을 수 있습니다.

Parameter	MIN	TYP	MAX	UNIT
일반				
공급 전압	12	-	24	[V]
전력 소비 ¹	-	-	5	[W]
광절연 입력				
입력 전압	0	-	30	[V]
입력 HIGH 전압 임계값	2.2	-	-	[V]
입력 LOW 전압 임계값	-	-	1.9	[V]
광절연 출력				
출력 전압	0	-	+Vcc ²	[V]
출력 전류	-	-	50 ³	[mA]

¹ 62368-1에 따른 PS2 제품 공급 및 부록 Q.1에 따른 LPS 최대 전력은 100W 미만이어야 합니다.

² 디지털 출력 + 핀에 연결된 외부 전원 공급 장치. 62368-1에 따른 PS2 제품 공급 및 부록 Q.1에 따른 LPS 최대 전력은 100W 미만이어야 합니다.

³ 출력 전류는 외부 부하 또는 적절한 외부 저항으로 제한해야 합니다.

Table 7: 전기 사양

5.2.1 전기 입력 사양

그림 41는 내부 회로가 Line0/Line1의 입력 신호를 샘플링하는 방법을 보여줍니다. 0-1.9 V 범위의 입력 전압은 논리 LOW로 해석되고 2.2-30 V 사이의 전압은 논리 HIGH로 해석됩니다. 30 V를 초과하는 전압은 인가해서는 안 됩니다.

그림 42는 상승 에지 및 하강 에지 논리 모두에 대한 최소/최대 입력 지연을 강조 표시합니다.

디지털 입력은 Itala 카메라의 광절연 입력에 공급되는 신호를 나타냅니다.

처리된 신호는 입력 회로에서 처리된 후 내부 논리에 의해 샘플링된 신호를 나타냅니다.

처리된 신호는 광절연 전파 지연의 변동과 내부 논리에 의한 샘플링(디지털 입력이 내부 클록에 대해 비 동기적이기 때문)으로 인한 평균 지연 시간 및 지터가 특징입니다. 이 지터는 그림 42에서 회색 영역으로 표시됩니다. 최소 및 최대 지연 시간은 이 영역의 경계를 나타냅니다.

외부 장치에 의해 Itala 카메라가 트리거될 때의 최소/최대 입력 지연은 표 8에 나와 있습니다. 입력 전압 열은 입력 트리거 신호의 전압 레벨을 정의합니다.

MIN 상승 지연 및 MAX 상승 지연 열은 I/O 커넥터의 입력 핀에서 이미지 센서 트리거 핀까지의 신호 전파 지연 시간을 보여줍니다. 활성 로우 입력 신호의 경우 MIN 하강 지연 및 MAX 하강 지연 열을 고려해야 합니다.

마지막으로 MIN 입력 펄스 열은 유효한 트리거 신호로 간주되기 위한 입력 신호의 최소 시간을 정의합니다(즉, MIN 입력 펄스보다 짧은 신호는 입력 회로에서 올바르게 샘플링되지 않을 수 있습니다).

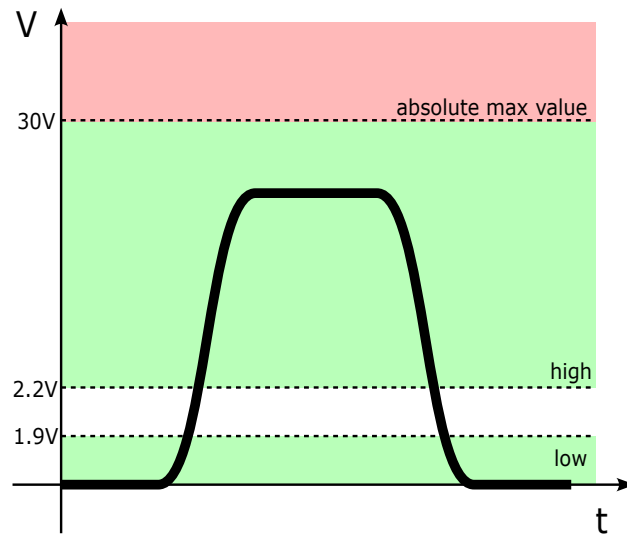


Figure 41: 0V-1.9V 및 2.2V-30V 사이의 입력 트리거는 각각 LOW 및 HIGH로 샘플링됩니다. 최대 입력 전압 임계값을 초과해서는 안 됩니다.

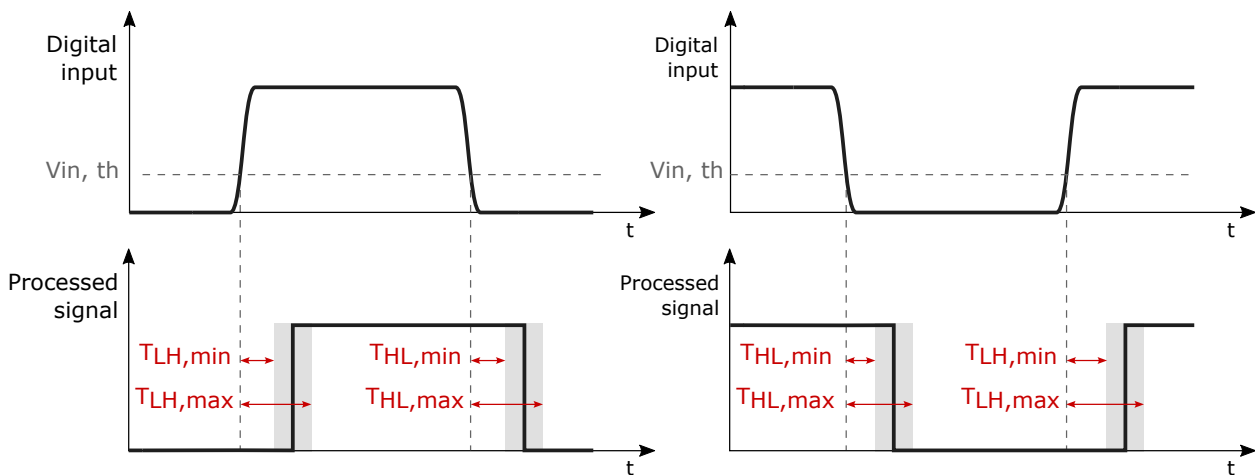


Figure 42: 왼쪽: 상승 에지 논리에서의 입력 트리거 신호 및 처리된 신호(입력 회로에 의해). 오른쪽: 하강 에지 논리에서의 입력 트리거 신호 및 처리된 신호(입력 회로에 의해).

NOTE: 최소 및 최대 지연의 차이는 입력 트리거 신호 샘플링으로 인한 지터입니다.

NOTE: Itala 카메라에는 최소 지연으로 입력 트리거 신호를 처리하기 위한 고성능 광절연기가 통합되어 있습니다. 이 광절연기는 또한 대칭적(즉, MIN/MAX 상승 지연이 MIN/MAX 하강 지연과 동일)이므로 상승 에지 트리거 성능은 하강 에지와 동일합니다.

Input voltage	MIN rise delay ($t_{LH,min}$)	MAX rise delay ($t_{LH,max}$)	MAX fall delay ($t_{HL,max}$)	MIN fall delay ($t_{HL,min}$)	MIN Input Pulse ($t_{pulse,min}$)
[V]	[us]	[us]	[us]	[us]	[us]
3.3	1.5	2.5	1.5	2.5	2
5	1.5	2.5	1.5	2.5	2
12	1.5	2.5	1.5	2.5	2
24	1.5	2.5	1.5	2.5	2

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

5.2.2 전기 출력 사양

표 9는 Itala 광절연 출력의 전기 사양을 보여줍니다.

공급 전압 및 부하 저항 열은 각각 *OPTO REF V+* 핀에 연결된 공급 전압과 광절연 출력 핀에 연결된 부하 저항을 정의합니다.

측정 출력 전류 열은 광절연기를 통해 흐르는 측정 전류를 보여주고 측정 출력 전압은 공급 전압 및 부하 저항의 작동 조건을 고려한 광절연기 출력 핀의 측정 전압을 보여줍니다. *MAX* 출력 지연 열은 광절연기의 입력에서 출력까지의 최대 전파 지연을 정의합니다.

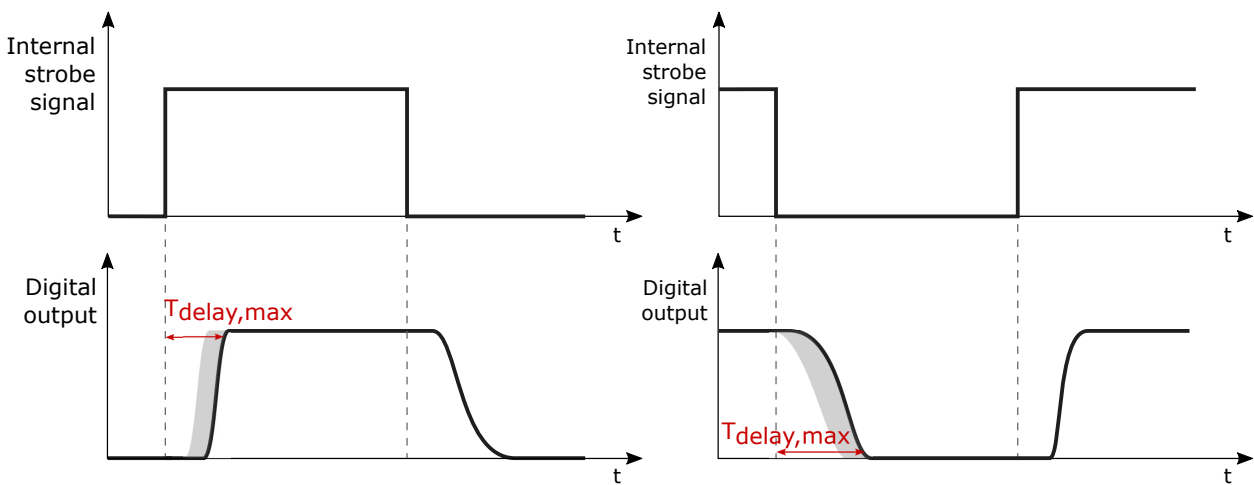


Figure 43: 왼쪽: 상승 에지 논리에서의 내부 스트로브 신호 및 디지털 출력. 오른쪽: 하강 에지 논리에서의 내부 스트로브 신호 및 디지털 출력.

그림 43는 상승 에지 및 하강 에지 논리 모두에 대한 최대 출력 지연을 강조 표시합니다.

내부 스트로브 신호는 사용자가 광절연 출력 핀 중 하나로 출력하려는 내부 신호(예: 노출 신호)를 나타냅니다.

디지털 출력은 출력 광절연 회로에서 처리된 신호를 나타냅니다.

디지털 출력은 광절연기의 응답 시간으로 인한 출력 지연이 특징입니다. 그림 43에서 회색 영역으로 표시된 이 지연은 작동 조건의 변화(공급 전압 변동, 온도 변화, 출력 부하 저항 변화)로 인해 시간이 지남에 따라 변동할 수 있습니다. 표 9는 최악의 경우를 처리하기 위한 최대 출력 지연을 지정합니다.

NOTE: 출력 광절연기는 대칭적인 동작을 보이지 않습니다. 즉, 상승 에지 논리와 하강 에지 논리는 전류 및 출력 지연 면에서 다릅니다.

Supply Voltage [V]	Load Res [ohm]	MAX Output delay [μ s]	Meas Output Voltage [V]	Meas Output Current [mA]
상승 에지 논리				
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
하강 에지 논리				
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
24	1000	4.0	21.2	21.2
	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 측정

5.3 센서 광학 응답

일반적으로 모든 1세대 Sony IMX 센서는 동일한 광학 응답을 나타냅니다. 흑백 및 컬러 센서의 상대 투과율은 그림 44 및 그림 45에 나와 있습니다. 이미지 센서 계열에 대한 정보를 얻으려면 섹션 1.5를 참조하십시오.

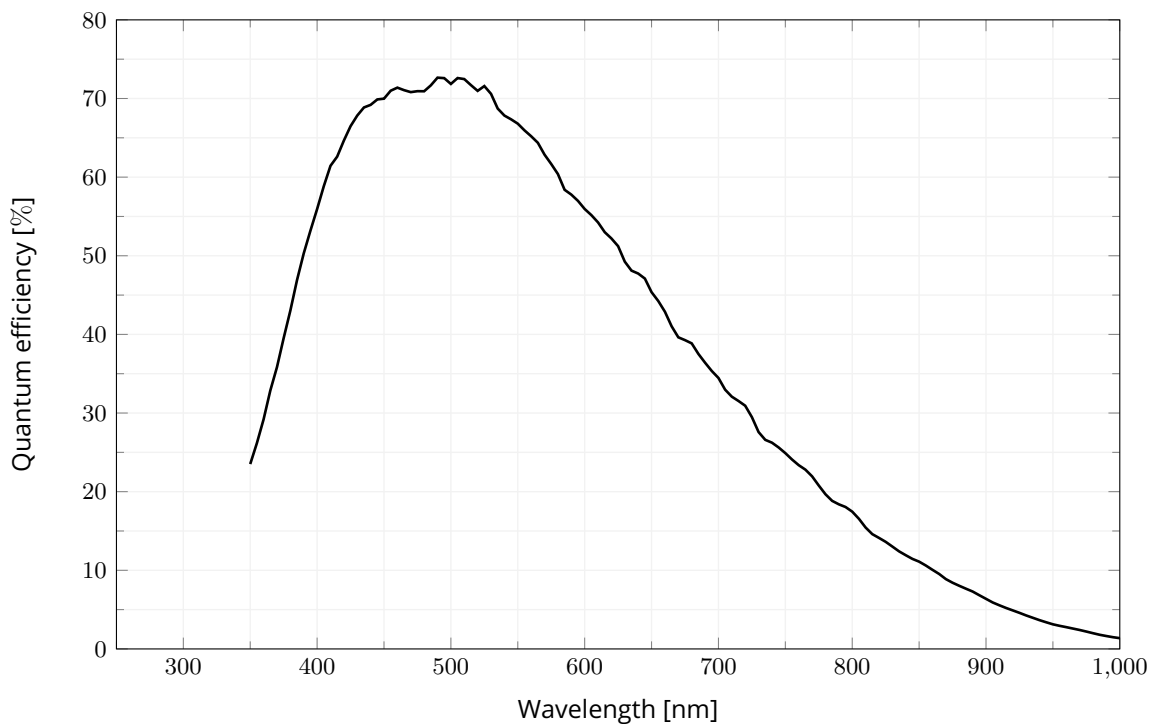


Figure 44: 1세대 Sony IMX 흑백 센서.

일반적으로 모든 2세대 Sony IMX 센서는 동일한 광학 응답을 나타냅니다. 흑백 및 컬러 센서의 상대 투과율은 그림 46 및 그림 47에 나와 있습니다. 이미지 센서 계열에 대한 정보를 얻으려면 섹션 1.5를 참조하십시오.

일반적으로 모든 4세대 Sony IMX 센서는 평균적으로 동일한 광학 응답을 나타냅니다. 흑백 및 컬러 센서의 상대 투과율은 그림 48 및 그림 49에 나와 있습니다. 이미지 센서 계열에 대한 정보를 얻으려면 섹션 1.5를 참조하십시오.

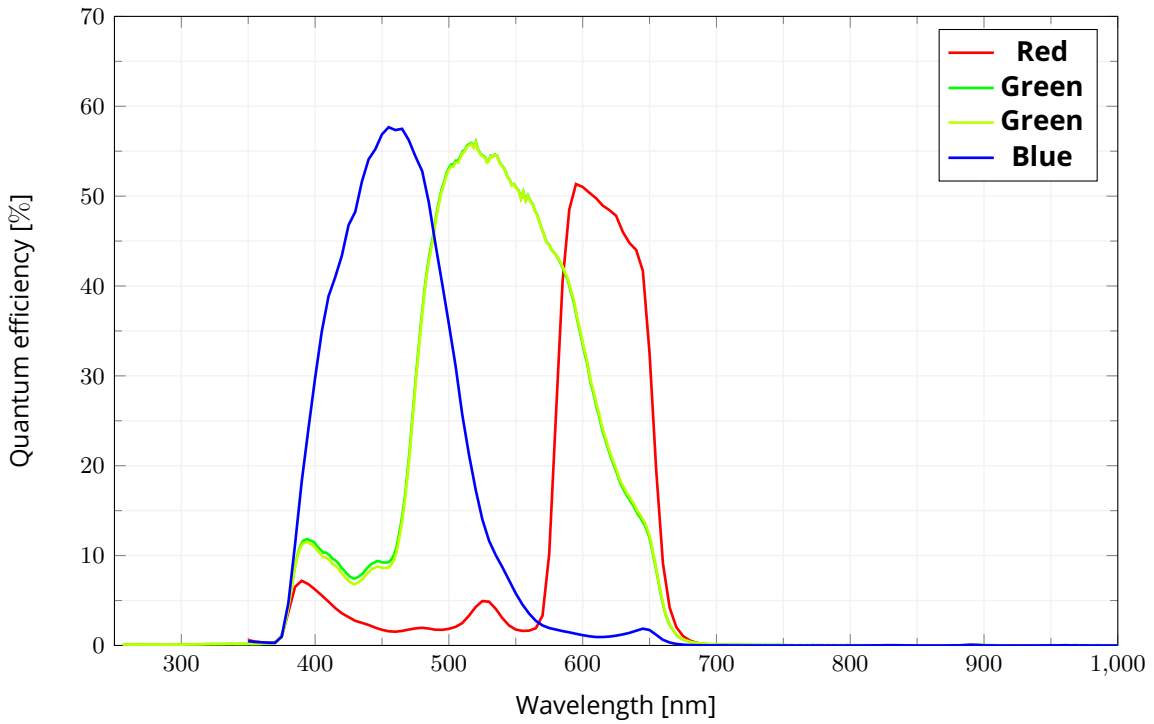


Figure 45: 1세대 Sony IMX 컬러 센서.

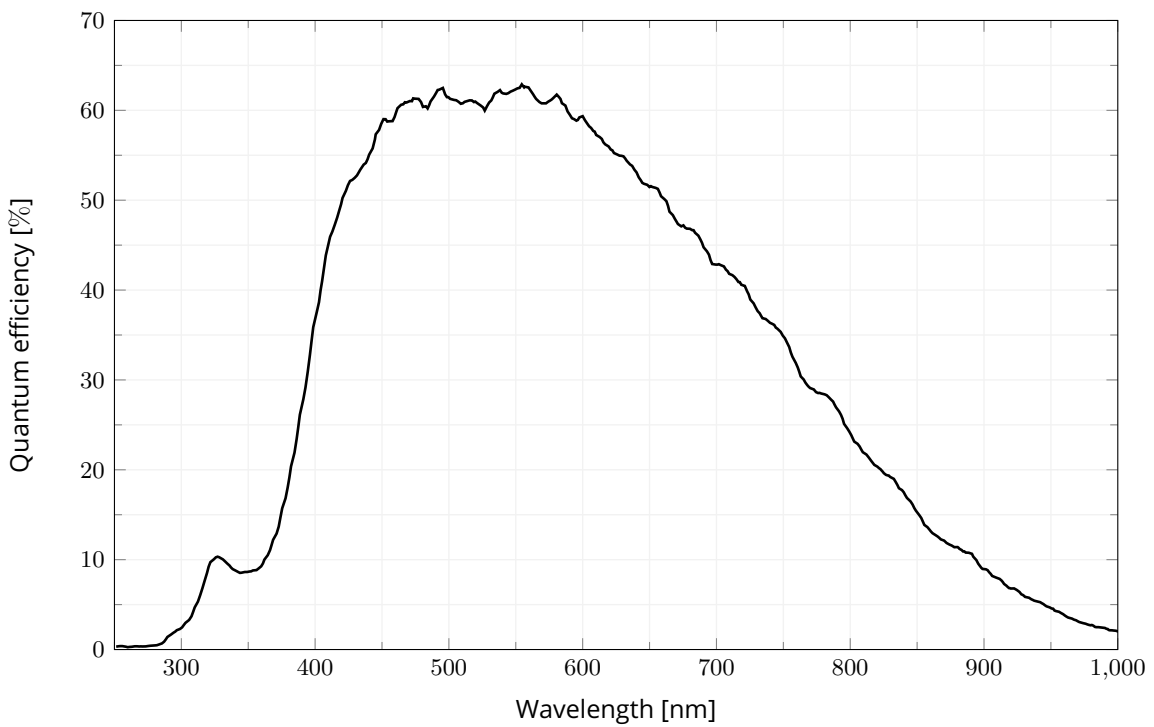


Figure 46: 2세대 Sony IMX 흑백 센서.

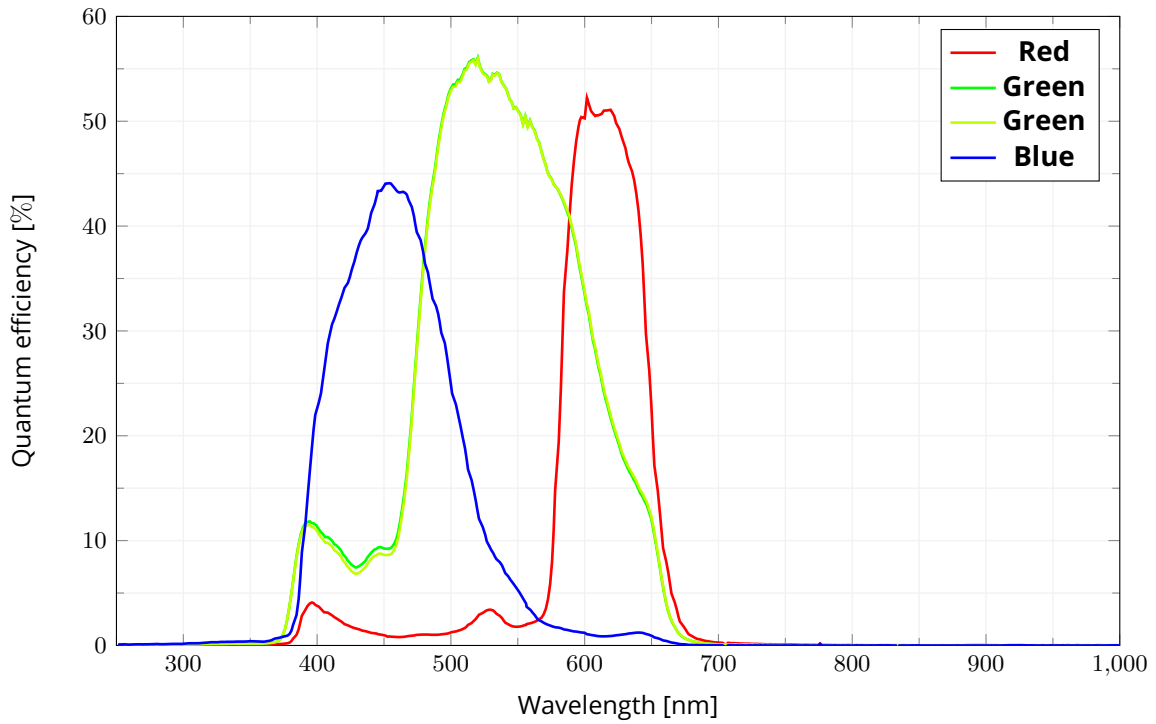


Figure 47: 2세대 Sony IMX 컬러 센서.

Sony IMX990 SenSWIR™ 센서의 상대 투과율은 그림 50에 나와 있습니다. 이미지 센서 계열에 대한 정보를 얻으려면 섹션 1.5를 참조하십시오.

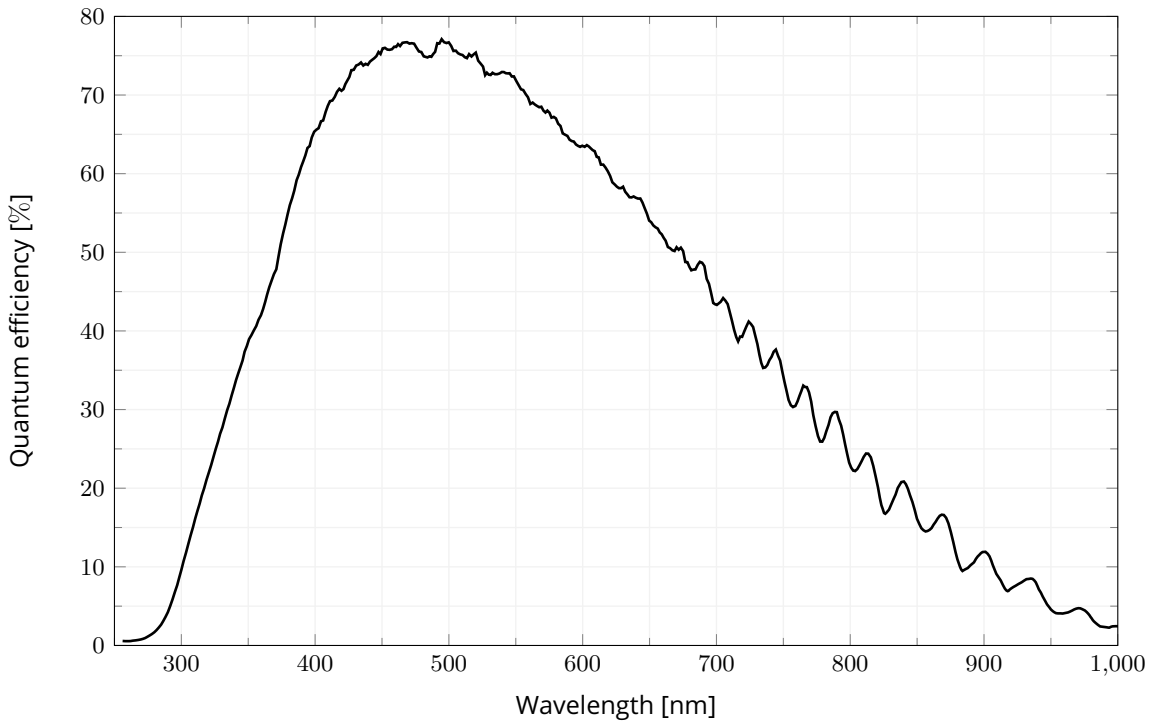


Figure 48: 4세대 Sony IMX 흑백 센서.

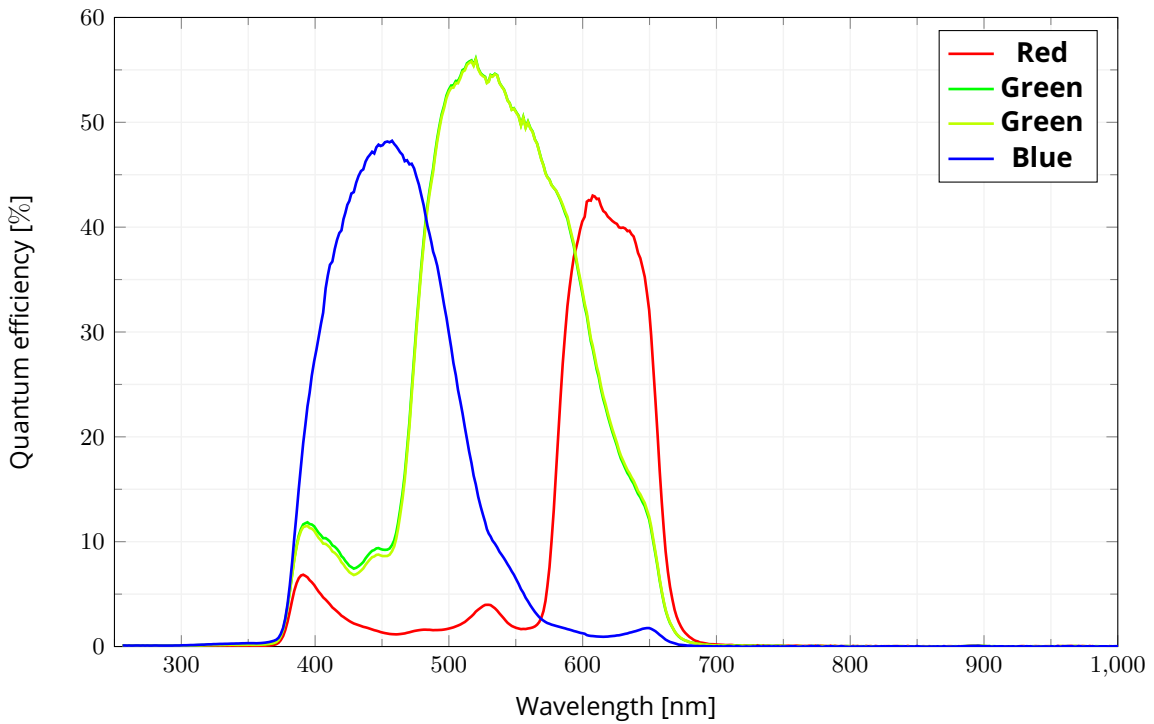


Figure 49: 4세대 Sony IMX 컬러 센서.

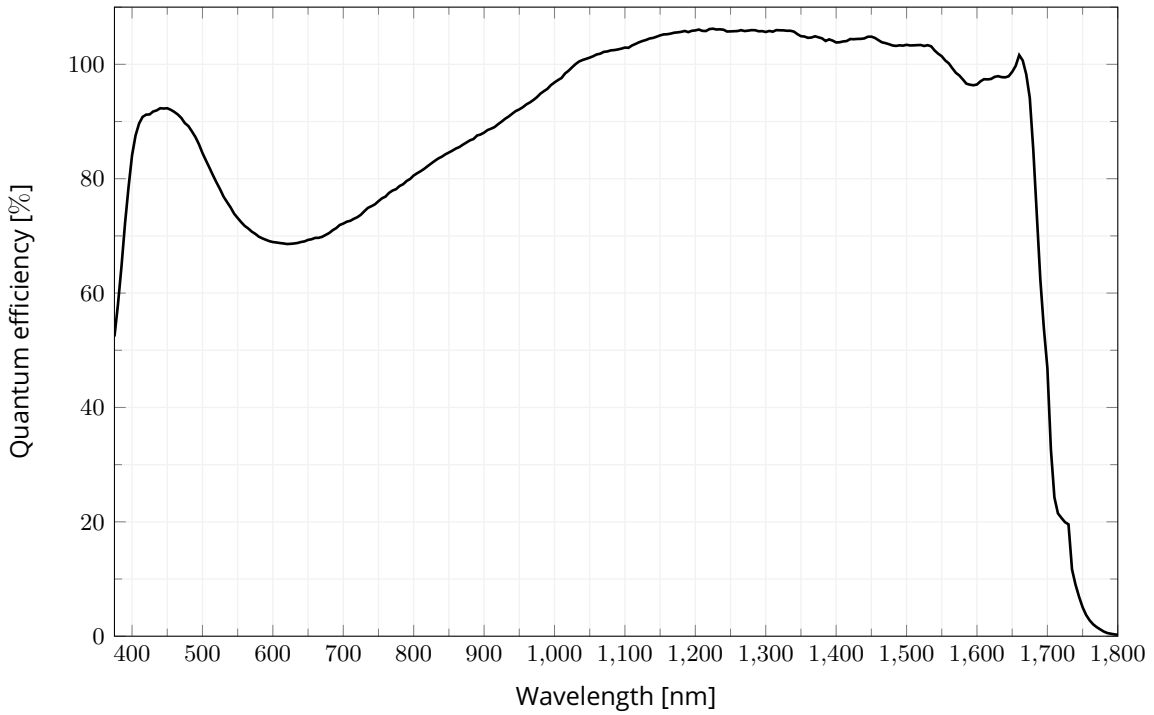
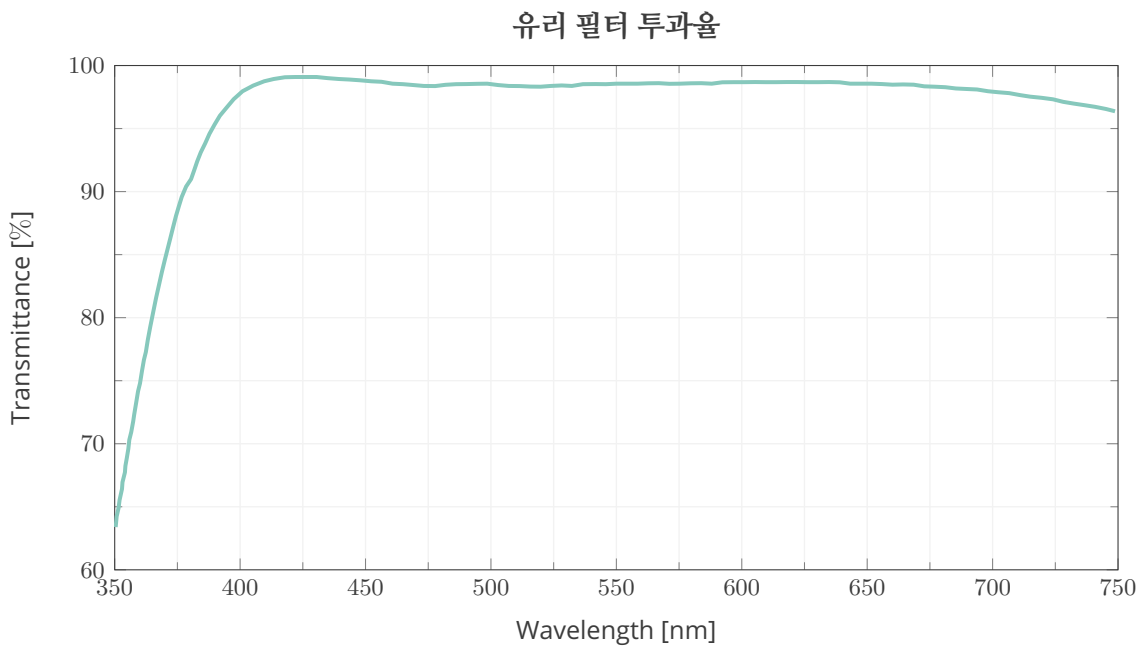


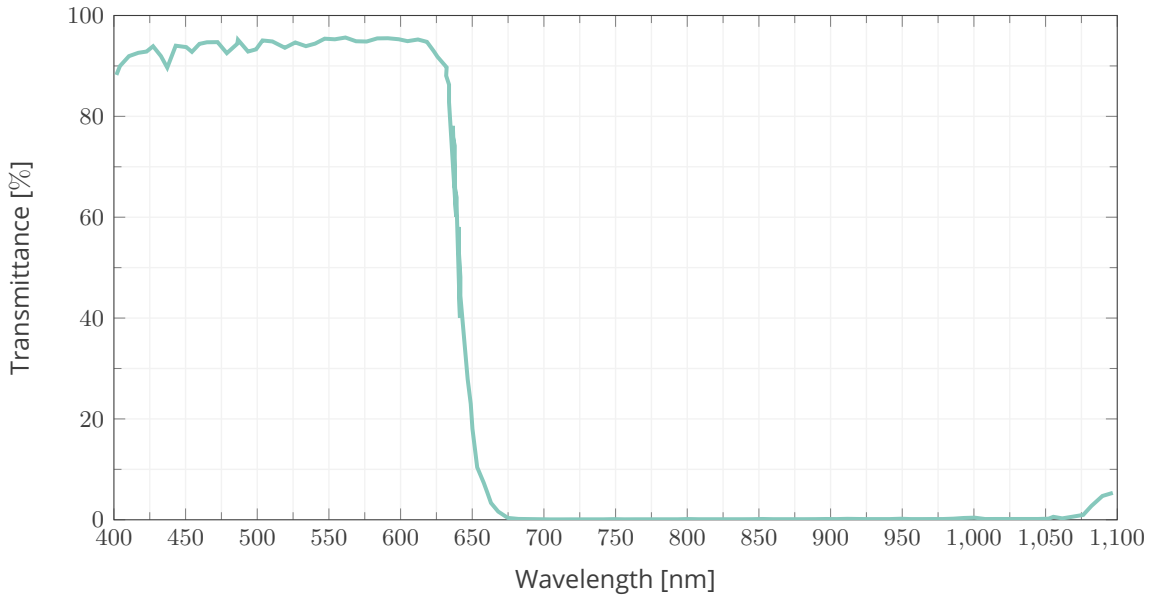
Figure 50: Sony IMX990 SenSWIR™ 흑백 센서.

5.4 광학 필터

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



IR 차단 필터 투과율



5.5 기계적 사양

5.5.1 치수 도면

ITALA G - ITALA G.EL

TYPE 1 도면(그림 51)은 최대 1.2" 이미지 포맷의 센서를 가진 모든 카메라에 해당합니다. 이는 플렌지 거리 **17.526 mm**의 표준 **C 마운트**(1인치 직경, 32 나사산/인치)가 장착되어 있습니다.

TYPE 2 도면(그림 52)은 4/3" APS-C 이미지 포맷의 센서를 가진 모든 카메라에 해당합니다. 이는 플렌지 거리 **12 mm**의 **M42x1** 나사산 마운트가 장착되어 있습니다.

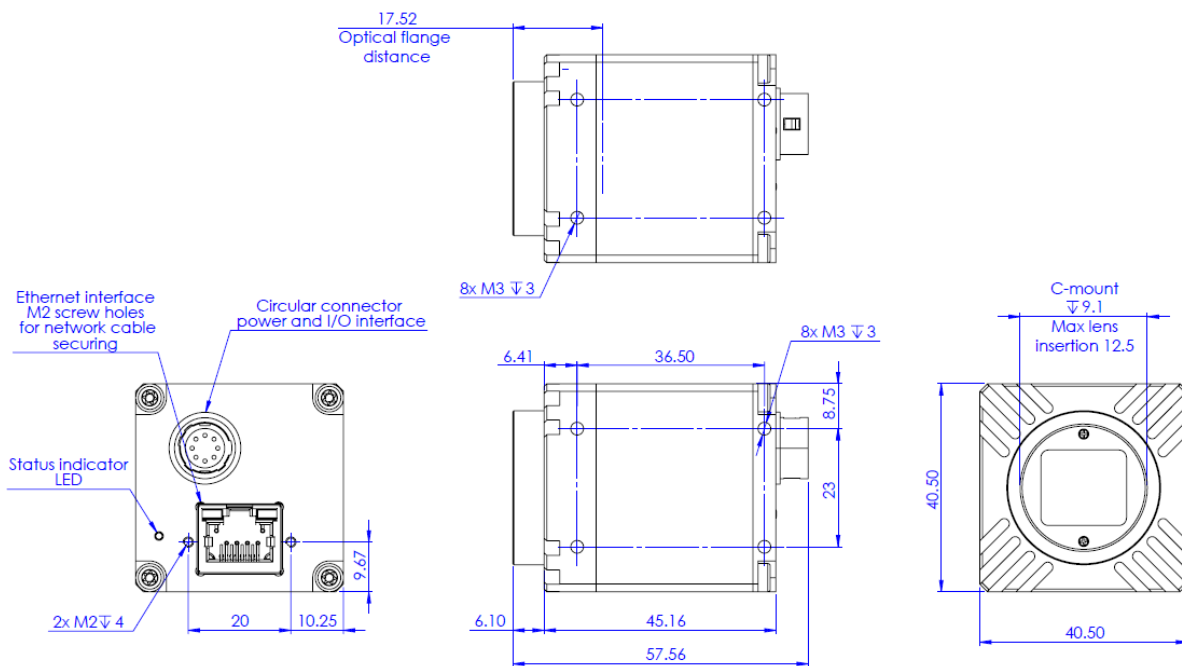


Figure 51: TYPE 1 dimensional drawings.

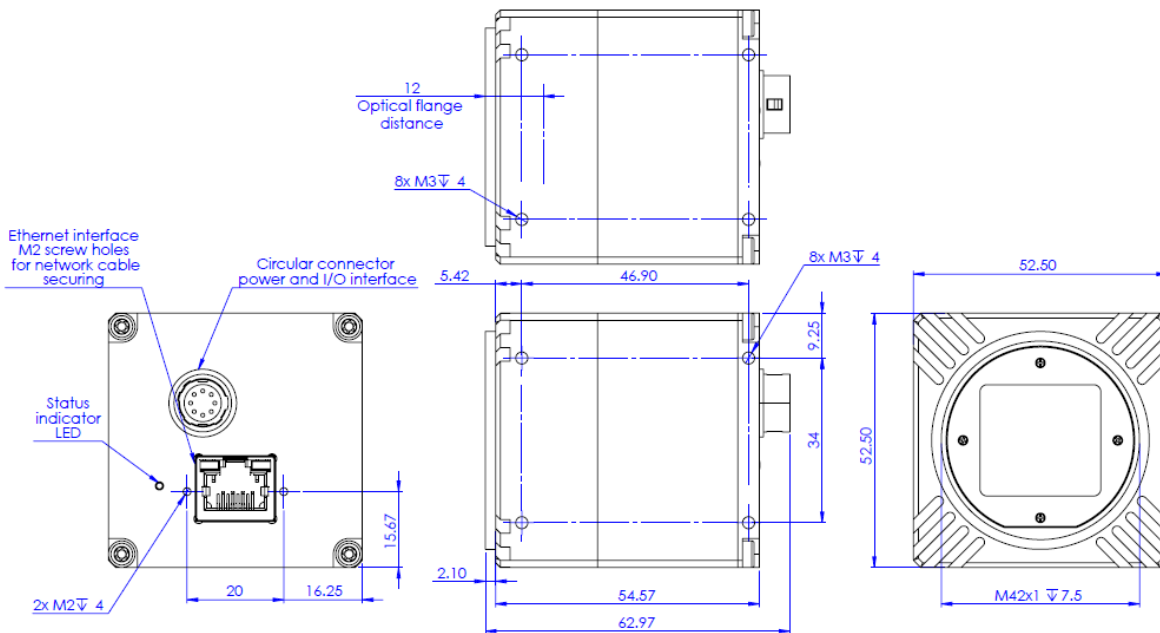


Figure 52: TYPE 2 dimensional drawings.

ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

그림 53의 도면은 모든 IP67 카메라에 해당합니다. 이는 플랜지 거리 **17.526 mm**의 표준 **C 마운트**(1인치 직경, 32 나사산/인치)가 장착되어 있습니다.

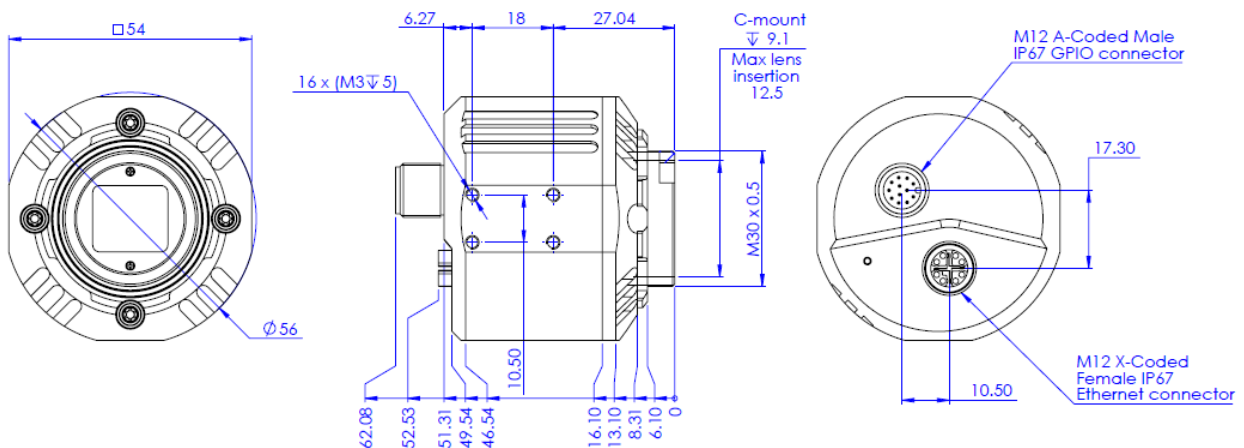
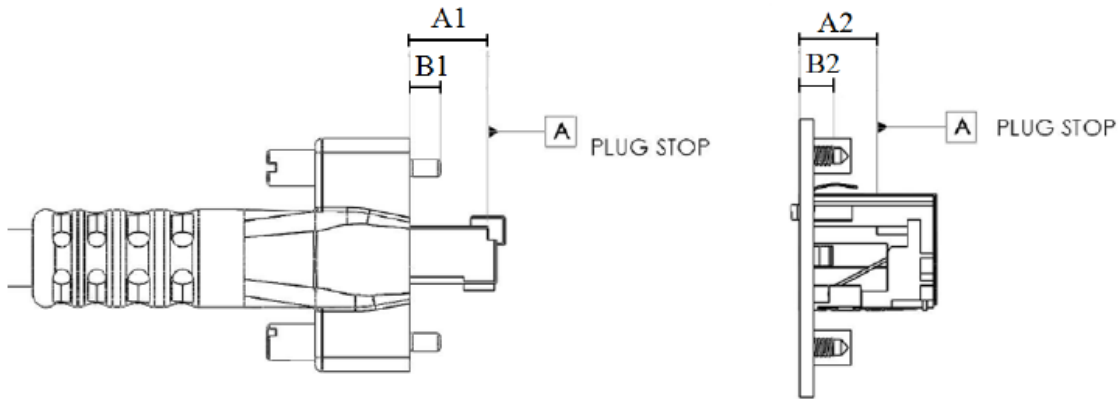


Figure 53: Itala G.IP and Itala G.EL.IP dimensional drawings.

5.5.2 GigE Vision 기계적 요구사항

Itala 카메라는 GigE Vision 기계적 사양을 완전히 준수하도록 설계되었습니다. 구현된 구성은 *GigE Vision Mechanical Supplement*에 정의된 **TYPE090** 표준에 해당합니다(그림 54).



Dimension – Free connector	TYPE090	TYPE110
From overmold to plug stop (A1)	9.0 mm (-0.47, +0.00)	11.0 mm (-0.47, +0.00)
From overmold to tip of thumbscrews (B1)	4.25 mm (-1.00, +0.25)	4.25 mm (-1.00, +0.25)
Dimension – Fixed Connector	TYPE090	TYPE110
From contact point to plug stop (A2)	9.0 mm (-0.00, +1.00)	11.0 mm (-0.00, +1.00)
From contact point to bottom of thumbscrew thread (B2)	4.5 mm (-0.00, +1)	4.5 mm (-0.00, +1.00)

Figure 54: GigE Vision 커넥터 사양

5.5.3 센서 중심 데이터

모든 카메라는 조립 후 센서가 올바르게 중심에 있는지 확인하기 위해 테스트됩니다. 최적의 이미징 성능을 보장하기 위해 렌즈 마운트에 대한 6자유도 모두에서 측정이 수행됩니다. 표 10 및 11에는 그림 55에 대한 센서 중심 맞춤의 일반적인 생산 값이 보고됩니다.

축	공칭값	3σ
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 카메라의 센서 중심 맞춤

축	공칭값	3σ
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 카메라의 센서 중심 맞춤

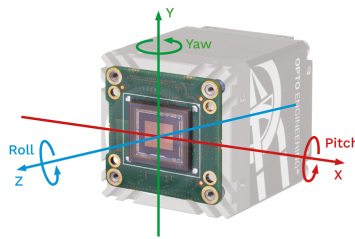


Figure 55: 센서 자유도.

5.6 커넥터 및 핀아웃

ITALA G - ITALA G.EL

카메라에는 두 개의 커넥터가 있습니다:

- **스크류 잠금이 있는 표준 RJ45 커넥터**
이미지 스트리밍 및 (선택적으로) PoE를 통한 카메라 전원 공급 연결.
- **12핀 원형 커넥터 (P/N: HR10G-10R-12PB(71))**
이 커넥터는 다목적 핀을 가지고 있습니다: 전원 공급, 트리거, 동기화, 시리얼 통신, 액체 렌즈 드라이버. 핀아웃은 고정되어 있지 않으며 카메라 모델(표준 또는 액체 렌즈 컨트롤러 포함)에 따라 다릅니다. 두 카메라 모델의 핀아웃은 표 12를 참조하십시오.

NOTE: CBGPIO001 케이블을 사용하는 경우 Opto Engineering® 웹사이트에서 "색상 vs 기능" 연관을 확인하십시오.

PIN	Itala G	Itala G.EL
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: Itala G 및 Itala G.EL 변형의 핀아웃.

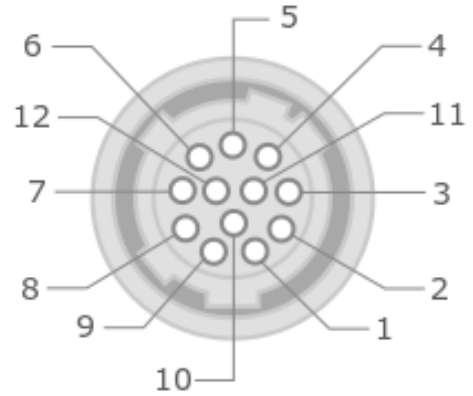


Figure 56: 12핀 원형 커넥터 핀아웃(카메라 전면 보기)

ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

카메라에는 두 개의 커넥터가 있습니다:

- M12 X-코드 암형 IP67 이더넷 커넥터 (P/N: 394811-E)**
 이미지 스트리밍 및 (선택적으로) PoE를 통한 카메라 전원 공급 연결.
- M12 A-코드 수형 IP67 GPIO 커넥터 (P/N: 494518-E)**
 이 커넥터는 다목적 핀을 가지고 있습니다: 전원 공급, 트리거, 동기화, 시리얼 통신, 액체 렌즈 드라이버. 핀아웃은 고정되어 있지 않으며 카메라 모델(표준 또는 액체 렌즈 컨트롤러 포함)에 따라 다릅니다. 두 카메라 모델의 핀아웃은 표 13를 참조하십시오.

NOTE: RT-MSAS-12BFFM-SL8Dxx 케이블을 사용하는 경우 Opto Engineering® 웹사이트에서 "색상 vs 기능" 연관성을 확인하십시오.

PIN	Itala G.IP	Itala G.EL.IP
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 13: Itala G.IP 및 Itala G.EL.IP 변형의 핀아웃.

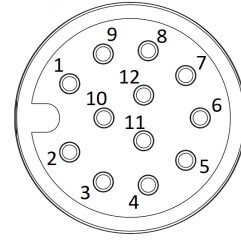


Figure 57: IP67 12핀 원형 커넥터 핀아웃 (카메라 전면 보기).

5.7 I/O 회로

I/O 커넥터의 모든 입력 및 출력 핀은 갈바닉 절연되어 있습니다. 모든 전기 사양 및 최대 전압/전류 정격은 표 7에 나열되어 있습니다.

5.7.1 광절연 입력

광절연 입력 토폴로지는 그림 58에 개략적으로 나와 있습니다.

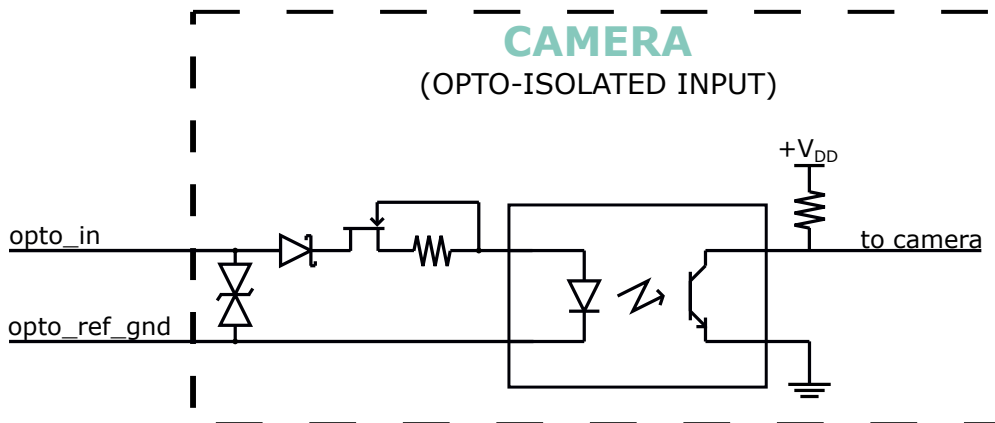


Figure 58: 광절연 입력 토폴로지.

최소 전파 지연으로 입력 트리거 신호를 처리하기 위해 설계에 고속 입력 절연기가 사용됩니다. TVS 다이

오드는 고전압 스파이크에 대한 대책으로 사용되고 직렬 다이오드는 입력 극성 반전을 방지합니다. 또한 입력 전류를 자동으로 조정하기 위한 전류 제한 회로도 포함되어 있습니다.

NOTE: 광절연 입력 회로의 손상은 해당 회로를 더 이상 사용할 수 없게 만든다는 점에 주의하십시오.

배선 다이어그램 예시(광절연 및 비절연 시스템 모두)는 "배선 연결 예시" 챕터(7.1)에 나와 있습니다.

5.7.2 광절연 출력

광절연 출력 토폴로지는 그림 59에 개략적으로 나와 있습니다.

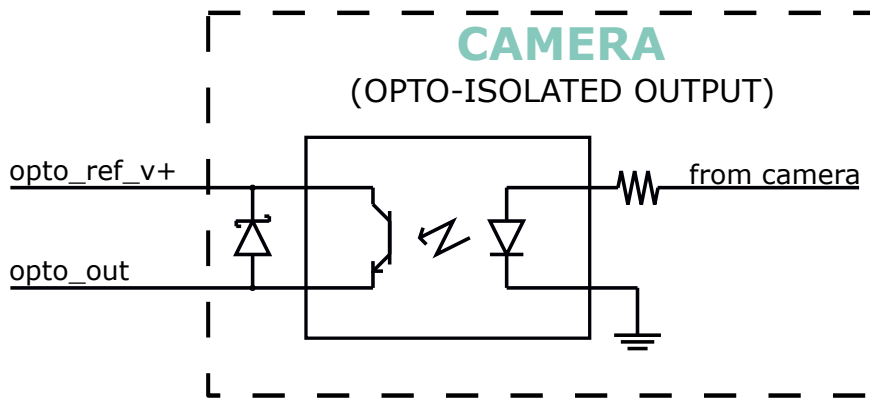


Figure 59: 광절연 출력 토폴로지.

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

5.8 LED 표시기

모든 Itala 카메라에는 커넥터 옆 하우징 후면에 LED 표시기가 장착되어 있습니다(그림 51, 52 및 53 참조).

이 LED는 카메라의 현재 작동 상태를 시각적으로 표시합니다. 색상 코드는 표 14에 나열되어 있습니다.

또한 IP67 모델을 제외한 모든 Itala 카메라에는 하우징 후면 RJ45 커넥터에 두 개의 이더넷 상태 LED 표시기가 있습니다(그림 51 및 52 참조).

이 LED는 카메라의 현재 이더넷 연결 상태를 시각적으로 표시합니다. 색상 코드는 표 15에 나열되어 있습니다.

색상

카메라 상태

조건: 카메라 작동 중	
● 노란색 점멸	카메라 시작 부팅(시작 시)
● 노란색 고정	카메라 준비 완료
● 녹색	카메라 트리거됨
조건: 펌웨어 업데이트 중	
● 보라색	카메라 부팅 모드
● 보라색/청록색 점멸	카메라 업데이트 중
조건: 오류	
● 빨간색 고정	하드웨어 오류 - FPGA 오류
● 빨간색 빠른 점멸 - 주기: 500ms	하드웨어 오류 - RAM 오류
● 빨간색 느린 점멸 - 주기: 4s	하드웨어 오류 - 이미지 센서 오류

Table 14: 카메라 상태를 나타내는 LED 색상 코드

색상

이더넷 상태

황색 LED - 네트워크 활동	
● 노란색 점멸	데이터가 활발히 전송 중
● 꺼짐	네트워크 활동 없음
녹색 LED - 연결 상태	
● 녹색	1000 Mbps 링크
● 꺼짐	100 Mbps 링크 또는 링크 없음

Table 15: 이더넷 상태를 위한 LED 색상 코드

6 카메라 기능

이 장에서는 Itala 카메라 시리즈의 표준 및 커스텀 기능에 대한 개요를 제공합니다. 기능은 *Standard Feature Naming Convention (SFNC)* 및 *GenICam* 명명 규칙에 따라 정의됩니다. 다음 절에서는 각 기능에 대한 보다 자세한 설명을 제공합니다.

6.1 Device Control

이 절에는 장치의 제어 및 정보와 관련된 기능이 포함되어 있습니다. 이는 주로 열거 프로세스 중에 장치를 식별하고 장치 자체에 대한 정보를 얻는 데 사용됩니다. Table 16에 모든 Device Control 파라미터가 나열되어 있습니다.

기능	설명	인터페이스	접근
DeviceType	장치 유형을 반환합니다	IEnumeration	R
DeviceScanType	장치 센서의 스캔 유형	IEnumeration	R
DeviceVendorName	장치 제조업체의 이름	IString	R
DeviceModelName	장치의 모델	IString	R
DeviceManufacturerInfo	장치에 대한 제조업체 정보	IString	R
DeviceVersion	장치의 버전	IString	R
DeviceFirmwareVersion	장치에 있는 펌웨어의 버전	IString	R
DeviceSerialNumber	장치 시리얼 번호	IString	R
DeviceUserID	사용자 프로그래밍 가능 장치 식별자	IString	RW
DeviceTLType	장치의 전송 계층 유형	IEnumeration	R
DeviceTLVersionMajor	장치 전송 계층의 메이저 버전	Integer	R
DeviceTLVersionMinor	장치 전송 계층의 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	선택된 링크에서 장치가 스트리밍할 데이터의 최대 대역폭을 제한합니다	Integer	RW
DeviceLinkHeartbeatMode	링크의 하트비트를 활성화 또는 비활성화합니다	IEnumeration	RW
DeviceLinkHeartbeatTimeout	특정 링크의 현재 하트비트 타임아웃을 제어합니다	IFloat	RW

DeviceLinkCommandTimeout	지정된 링크의 명령 타임아웃을 나타냅니다. 이는 해당 링크에서 전송된 명령에 대한 장치의 최대 응답 시간에 해당합니다	IFloat	RW
DeviceReset	장치를 전원 공급 상태로 재설정합니다. 재설정 후, 장치를 다시 검색해야 합니다. 일부 전송 계층은 실제 장치 재설정을 시작하기 전에 DeviceReset 명령의 확인 응답이 필요합니다	ICommand	W
DeviceFeaturePersistenceStart	모든 스트리밍 가능 기능의 지속성을 준비하도록 장치와 GenICam XML에 지시합니다	ICommand	W
DeviceFeaturePersistenceEnd	기능 지속성의 종료를 장치에 알립니다	ICommand	W
DeviceRegistersStreamingStart	일관성 확인 없이 레지스터 스트리밍을 위해 장치를 준비합니다	ICommand	W
DeviceRegistersStreamingEnd	레지스터 스트리밍의 종료를 알립니다	ICommand	W
DeviceTemperatureSelector	온도를 측정할 장치 내 위치를 선택합니다	IEnumeration	RW
DeviceTemperature	장치 온도(섭씨, °C)	IFloat	R
oeSensorTemperatureNormal	이미지 센서 정상 온도 한계값(섭씨, °C)	IFloat	R
oeSensorTemperatureHigh	이미지 센서 고온 한계값(섭씨, °C)	IFloat	R
oeSensorTemperatureStatus	이미지 센서의 온도 상태를 표시합니다	IEnumeration	R
oeDevicePressure	장치 내부 압력(hPa 단위)	IFloat	R

Table 16: Device Control 기능

6.1.1 Sensor Temperature Status

센서의 온도 상태는 **oeSensorTemperatureStatus** 기능을 사용하여 확인할 수 있습니다. 가능한 상태는 세 가지로, **oeSensorTemperatureNormal**(편집 가능) 및 **oeSensorTemperatureHigh**(고정) 파라미터로 정의되는 **Normal, High, Overheat**입니다. 온도 상태에 따라 조치가 필요할 수 있습니다. Normal 상태에서는 조치가 필요 없으며, High 상태에서는 냉각이 권장되고, Overheat 상태에서는 냉각이 필수이며, 그렇지 않으면 센서가 손상될 수 있습니다.

SensorTemperature 이벤트는 Event Control 섹션에서 이용 가능합니다. 이를 활성화하면 **oeSensorTemperatureStatus** 상태가 변경될 때마다 이벤트를 수신할 수 있습니다. 자세한 내용은 이벤트 관련 장을 참조하십시오.

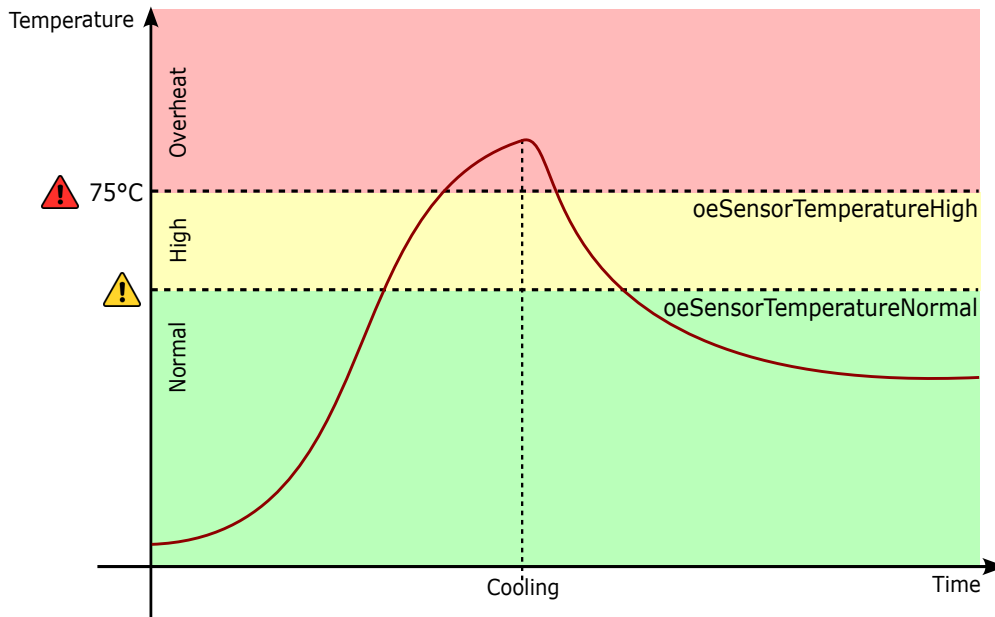


Figure 60: 장치 온도 곡선(센서) 및 상태 표현의 예시.

6.1.2 Bandwidth limit

DeviceLinkThroughputLimit 기능을 사용하면 카메라 데이터 스트리밍에 사용 가능한 대역폭을 제한할 수 있습니다. 피크 대역폭을 제어하기 위해 전송 계층 패킷 사이에 지연이 균일하게 삽입됩니다. 이는 **Transport Layer Control** 섹션의 **GevSCPD** 기능을 통해 패킷 간 지연 값을 직접 설정하는 것과 동일합니다. 데이터 전송에 적절한 지연을 두면 카메라가 전송 인터페이스 한계를 "초과"하는 것을 방지할 수 있습니다.

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

6.2 Image Format Control

Image Format Control 섹션에서는 이미지 크기 및 형식을 구성하는 방법을 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
SensorWidth	센서의 유효 너비(픽셀 단위)	Integer	R
SensorHeight	센서의 유효 높이(픽셀 단위)	Integer	R
SensorPixelWidth	광감지 픽셀 유닛의 x 방향 물리적 크기(피치)	IFloat	R

SensorPixelHeight	광감지 픽셀 유닛의 y 방향 물리적 크기(피치)	IFloat	R
SensorName	이미지 센서의 제품명	IString	R
WidthMax	이미지의 최대 너비(픽셀 단위)	Integer	R
HeightMax	이미지의 최대 높이(픽셀 단위)	Integer	R
Width	장치에서 제공하는 이미지의 너비(픽셀 단위)	Integer	RW
Height	장치에서 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	BinningHorizontal 사용 시 수평 광감지 셀을 결합하는 데 사용할 모드를 설정합니다	Enumeration	RW
BinningHorizontal	결합할 수평 광감지 셀의 수	Integer	RW
BinningVerticalMode	BinningVertical 사용 시 수직 광감지 셀을 결합하는 데 사용할 모드를 설정합니다	Enumeration	RW
BinningVertical	결합할 수직 광감지 셀의 수	Integer	RW
DecimationHorizontalMode	DecimationHorizontal 사용 시 수평 해상도를 줄이는 데 사용하는 모드를 설정합니다	Enumeration	RW
DecimationHorizontal	이미지의 수평 서브 샘플링	Integer	RW
DecimationVerticalMode	DecimationVertical 사용 시 수직 해상도를 줄이는 데 사용하는 모드를 설정합니다	Enumeration	RW
DecimationVertical	이미지의 수직 서브 샘플링	Integer	RW
ReverseX	장치에서 전송되는 이미지를 수평으로 반전합니다	Boolean	RW
ReverseY	장치에서 전송되는 이미지를 수직으로 반전합니다	Boolean	RW
PixelFormat	장치에서 제공하는 픽셀 형식	Enumeration	RW
TestPattern	장치에서 이미지 소스로 생성하는 테스트 패턴 유형을 선택합니다	Enumeration	RW

Table 17: Image Format Control 기능

6.2.1 이미지 처리 파이프라인

Fig. 61는 Itala 카메라에 구현된 온보드 이미지 처리 파이프라인을 나타냅니다. 파이프라인은 원시 센서 데이터를 분석 및 추가 이미지 처리에 활용 가능한 정보로 변환하는 일련의 처리 단계로 구성됩니다. 주요 처리 블록은 다음과 같습니다:

- **ROI:** 획득할 센서의 관심 영역(Region of Interest)을 정의합니다.
- **Defective pixel correction:** 결함 픽셀을 보정합니다.
- **Decimation:** 획득 및 처리할 픽셀 수를 줄입니다.
- **Binning:** 인접 픽셀을 결합하여 감도를 높입니다.
- **AOI:** 자동 기능에 사용되는 관심 영역(Area of Interest)을 정의합니다.
- **Autofocus:** 최적의 초점 설정을 자동으로 결정합니다.
- **Autoexposure:** 목표 밝기에 도달하도록 노출 시간을 자동으로 조정합니다.
- **Autogain:** 목표 신호 레벨에 도달하도록 게인을 자동으로 조정합니다.
- **White balance:** 세 가지 색상 채널(R, G, B)을 균일하게 맞춥니다.
- **LUT:** 픽셀 수준 변환(예: 감마 보정)을 적용하는 데 사용하는 룩업 테이블입니다.
- **Debayering:** 원시 데이터를 보간하여 완전한 컬러 R, G, B 이미지를 재구성합니다.
- **Color Correction Matrix (CCM):** 정확한 색상 재현을 위해 색상 채널을 조정합니다.

NOTE: 일부 처리 단계는 특정 Itala 카메라 모델에서만 사용 가능합니다. 예를 들어, 화이트 밸런스, 디베이어링, CCM은 컬러 카메라에서만 이용 가능하며, 자동 초점은 액체 렌즈 컨트롤러가 내장된 Itala 모델에서만 지원됩니다.

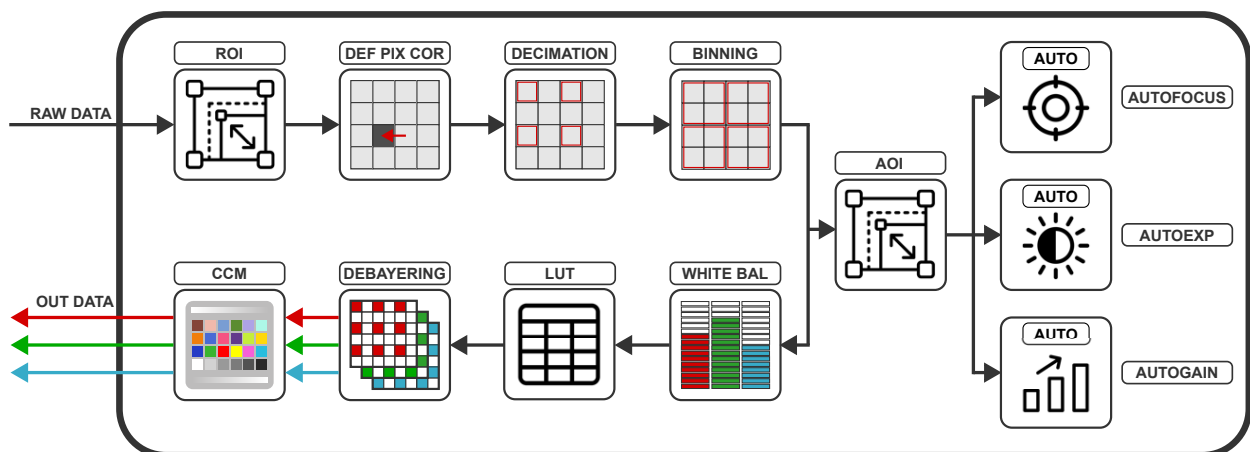


Figure 61: 이미지 처리 파이프라인.

6.2.2 이미지 ROI

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

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

WidthMax와 **HeightMax**는 센서에 따라 고정되며 사용자가 설정할 수 없습니다.

Fig.62에 이 파라미터에 대한 그래픽 설명이 나와 있습니다.

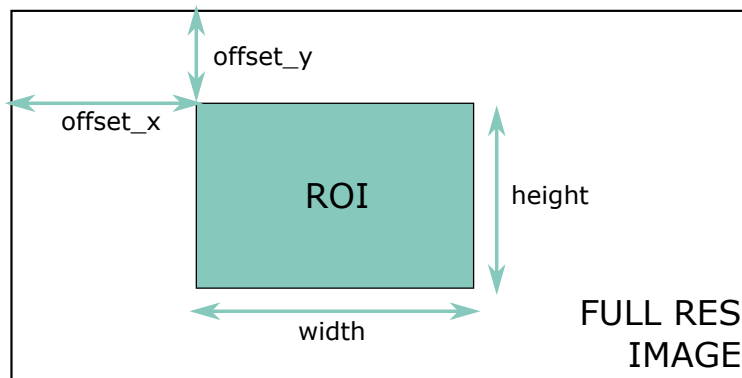


Figure 62: 이미지 ROI 파라미터.

6.2.3 Binning

Binning 모드는 인접 픽셀의 전하 값을 합산하여 카메라 감도를 높이지만, 유효 공간 해상도가 감소합니다.

Fig.63에 나타난 바와 같이, **2x1 binning** 작업은 두 인접 픽셀의 신호가 결합되므로 x축 방향의 이미지 해상도를 절반으로 줄이는 동시에 전체 이미지 밝기를 두 배로 늘립니다. **2x2 binning** 구성에서는 결과 이미지 해상도가 원본의 1/4이 되며 밝기는 4배 증가합니다.

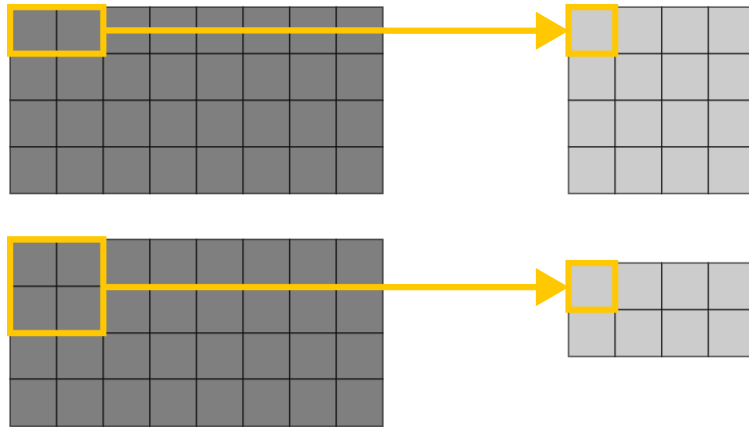


Figure 63: 흑백 센서에서의 binning 예시: 위쪽 그림은 2x1 binning, 아래쪽 그림은 2x2 binning이 적용됩니다.

컬러 센서의 경우 Bayer 필터 패턴을 고려해야 합니다. 인접 픽셀은 서로 다른 색상 채널에 해당하므로, Fig.64에 나타난 바와 같이 같은 색상 성분을 가진 픽셀에만 binning이 적용됩니다. 이 방식은 색도 왜곡을 방지하고 다른 색상 정보를 혼합함으로써 발생하는 아티팩트를 방지합니다.

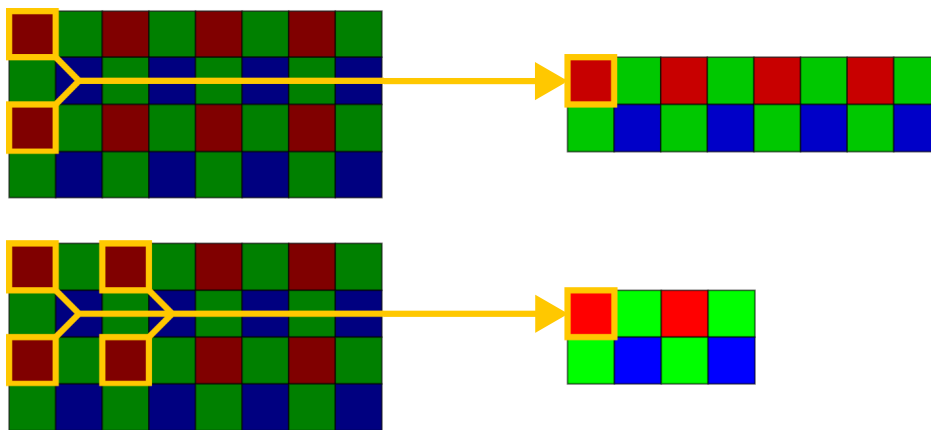


Figure 64: 컬러 센서에서의 binning 예시: 위쪽 그림은 1x2 binning, 아래쪽 그림은 2x2 binning이 적용됩니다.

6.2.4 Decimation

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

Decimation 모드는 카메라의 frame rate를 높이는 등 몇 가지 장점이 있습니다.

Fig.65에는 두 가지 decimation 예시가 나와 있습니다. 위쪽 그림에서는 **2x1 decimation**이 수행되어 두 픽셀 중 하나만 고려되므로 결과 이미지의 수평 해상도는 초기의 절반이 됩니다. 아래쪽 그림에서는 **4x1 decimation**이 적용되어 네 픽셀 중 하나만 획득됩니다. 이 경우에도 결과 수평 해상도가 감소합니다(4 배).

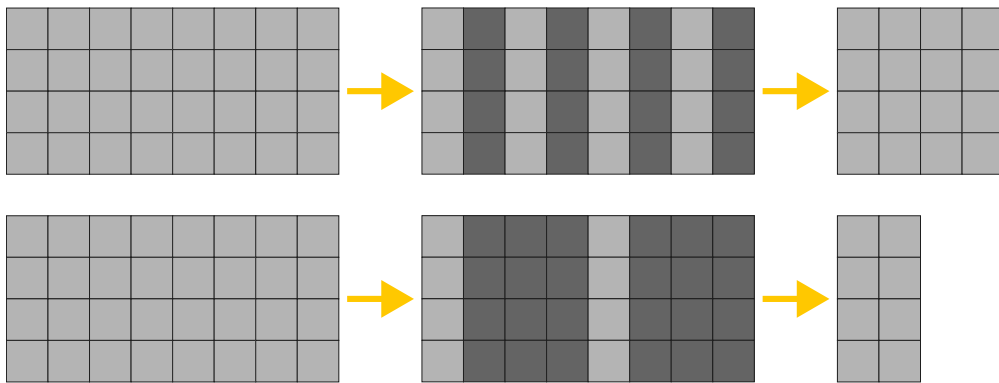


Figure 65: Decimation 예시: 위쪽 그림은 2x1 decimation, 아래쪽 그림은 4x1 decimation이 적용됩니다.

컬러 센서의 경우 Bayer 필터를 고려해야 합니다. 인접 픽셀은 서로 다른 색상 정보를 가지므로, Fig.66에 나타난 바와 같이 교대 색상의 픽셀을 그룹화하여 decimation이 수행됩니다. 이를 통해 색상 정보가 알고리즘 아티팩트의 영향을 받지 않습니다.

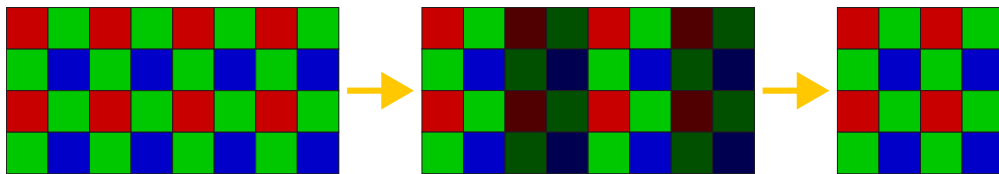


Figure 66: 컬러 센서에서의 decimation 예시: 위쪽 그림은 2x1 decimation이 수행됩니다.

6.2.5 Readout direction

카메라는 수평 및 수직 방향 모두에서 이미지 미러링을 지원하여 장착 위치에 관계없이 카메라를 통합할 수 있습니다.

Fig.67에 **ReverseX** 및 **ReverseY** 기능의 예시가 나와 있습니다.

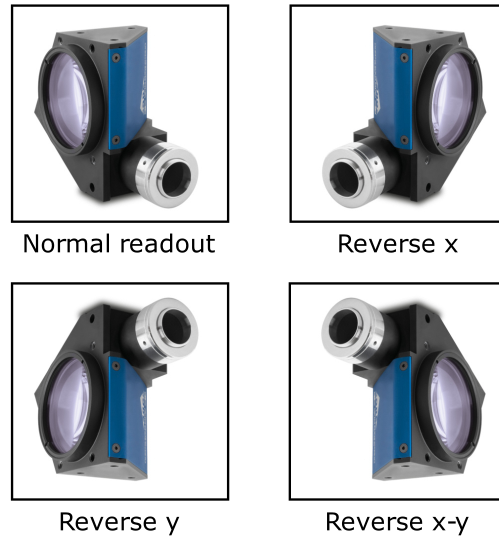


Figure 67: 네 가지 가능한 readout 모드 모두의 표현.

6.2.6 비트 심도 및 픽셀 형식

비트 심도는 센서가 캡처한 각 픽셀의 강도 값을 표현하는 데 사용하는 비트 수를 의미합니다. 사용 가능한 회색 레벨 수를 정의하며 달성 가능한 동적 범위에 직접 기여합니다.

Fig. 68는 비트 심도가 픽셀 양자화에 미치는 영향을 보여줍니다. 낮은 비트 심도는 이미지를 인코딩하는 데 더 적은 이산 레벨을 제공하여 저대역 영역에서의 디테일이 제한될 수 있습니다. 반면, 높은 비트 심도는 더 세밀한 양자화 단계를 허용하여 유효 이미지 해상도를 향상시킵니다.

그러나 비트 심도를 높이면 대역폭 트레이드오프가 발생합니다. 픽셀당 더 많은 비트는 전송해야 할 전체 페이로드를 증가시킵니다. 고정된 인터페이스 대역폭에서 페이로드가 높을수록 달성 가능한 최대 frame rate가 감소합니다.

머신 비전 응용 분야에서는 이미지 품질과 처리량 간의 적절한 타협을 제공하는 8 12비트의 비트 심도가 일반적으로 사용됩니다.

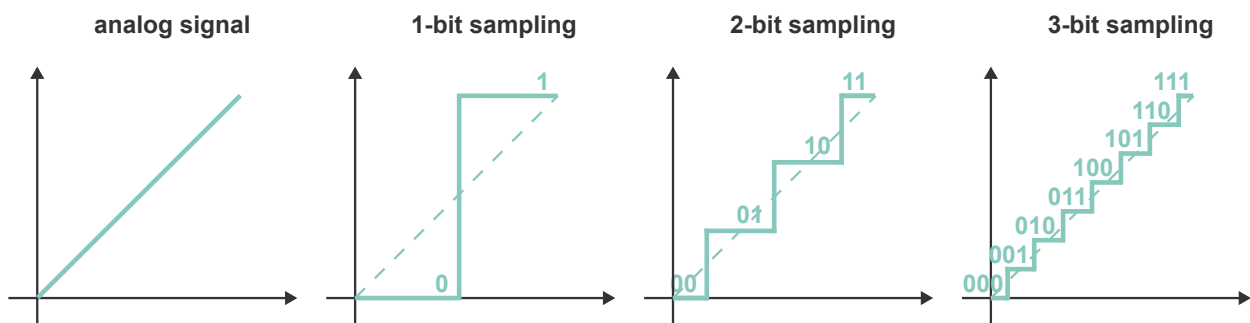


Figure 68: 픽셀 양자화 예시: 비트 심도가 증가할수록(왼쪽에서 오른쪽으로) 표현 가능한 강도 레벨 수가 증가하여 캡처된 이미지의 분해능이 향상됩니다.

픽셀 형식은 픽셀 데이터가 인코딩되는 방식을 정의하며, 각 픽셀에 포함된 정보의 유형(예: 흑백 또는 컬러 채널, 색 공간, 채널 순서)과 이를 표현하는 데 사용하는 비트 수를 지정합니다.

비트 심도와 픽셀 형식은 밀접한 관련이 있지만 서로 다른 개념입니다. 예를 들어, 픽셀 형식 *Mono10Packed* 는 픽셀당 10비트 샘플링 해상도를 사용하지만 데이터는 12비트 구조(의미 있는 데이터 10비트 + 패딩 2비트)로 저장됩니다.

Itala에서 지원하는 픽셀 형식은 Table 18에 나열되어 있습니다:

픽셀 형식	비트/픽셀	데이터 정보
흑백 센서		
Mono8	8	Grey level data (8-bit)
Mono10p	10	Grey level data (10-bit)
Mono12p	12	Grey level data (12-bit)
Mono10Packed	12	Grey level data (10-bit)
Mono12Packed	12	Grey level data (12-bit)
컬러 센서		
Mono8	8	Luminance data (8-bit)
BayerXX8	8	Un-debayered raw data (8-bit)
BayerXX10p	10	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12p	12	Un-debayered raw data (12-bit)
BayerXX10Packed	12	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12Packed	12	Un-debayered raw data (12-bit)
YUV411_8_UYVYY	12	Luminance (Y, 8-bit) and Chroma (U-V, 4-bit) data
YUV422_8	16	Luminance (Y, 8-bit) and Chroma (U-V, 8-bit) data
RGB8	24	Red (8-bit), Green (8-bit) and Blue (8-bit) data
흑백 편광 센서		
Mono8	8	Grey level raw data (8-bit)
Mono10p	10	Grey level raw data (10-bit)
Mono12p	12	Grey level raw data (12-bit)
Mono10Packed	12	Grey level raw data (10-bit)
Mono12Packed	12	Grey level raw data (12-bit)
PolarizedYYMono8	8	Un-depolarized raw data (8-bit)
PolarizedYYMono10p	10	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYMono12p	12	Un-depolarized raw data (12-bit)
PolarizedYYMono10Packed	12	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYMono12Packed	12	Un-depolarized raw data (12-bit)
컬러 편광 센서		
BayerXX8	8	Un-debayered raw data (8-bit)
BayerXX10p	10	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12p	12	Un-debayered raw data (12-bit)

BayerXX10Packed	12	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12Packed	12	Un-debayered raw data (12-bit)
PolarizedYYBayerXX8	8	Un-depolarized raw data (8-bit)
PolarizedYYBayerXX10p	10	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYBayerXX12p	12	Un-depolarized raw data (12-bit)
PolarizedYYBayerXX10Packed	12	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYBayerXX12Packed	12	Un-depolarized raw data (12-bit)

Table 18: Itala 카메라의 픽셀 형식.

Fig. 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81는 선택된 픽셀 형식에 따라 픽셀 데이터가 어떻게 패킹 및 인코딩되는지를 보여줍니다.

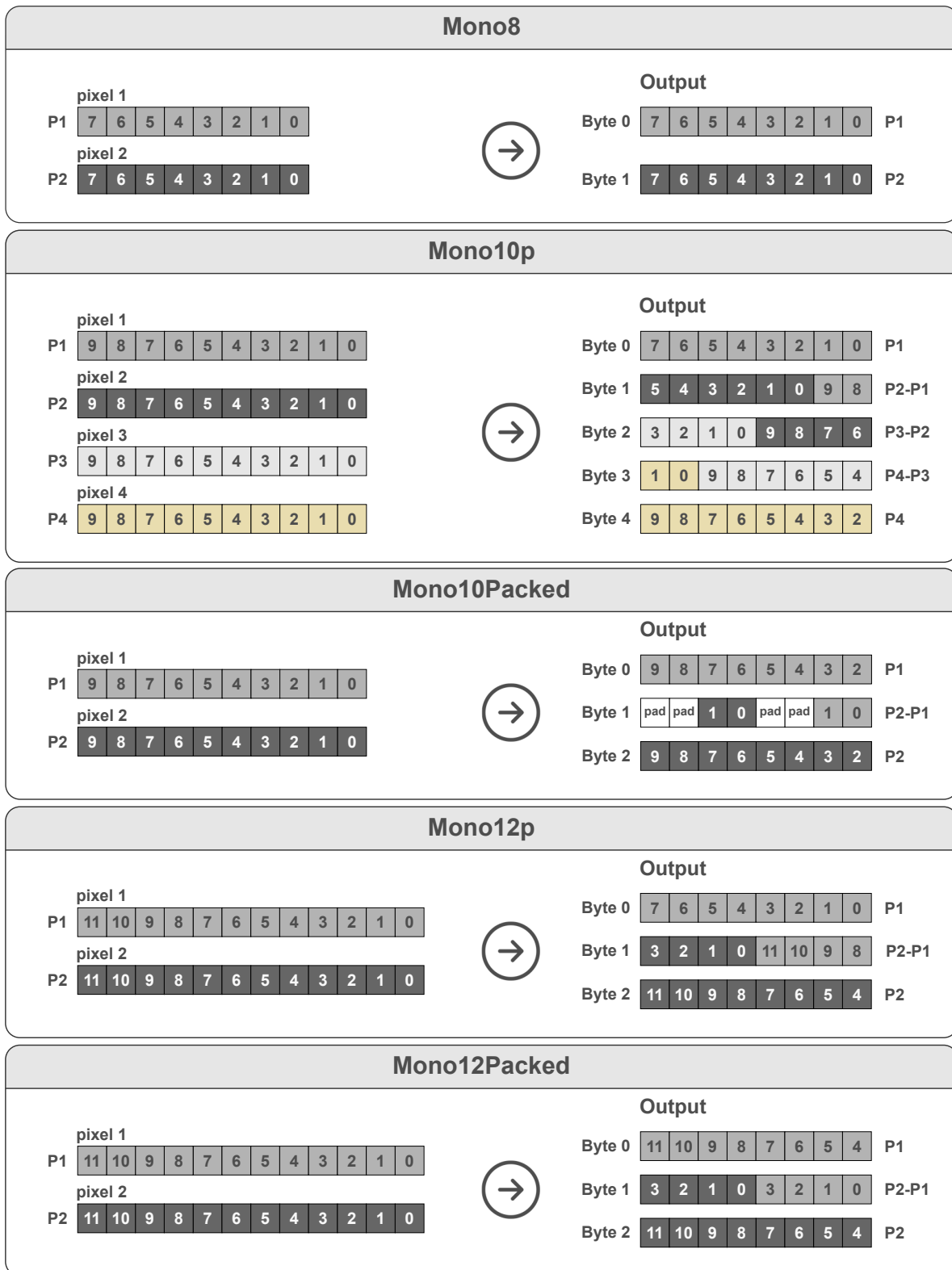


Figure 69: 픽셀 형식 인코딩.

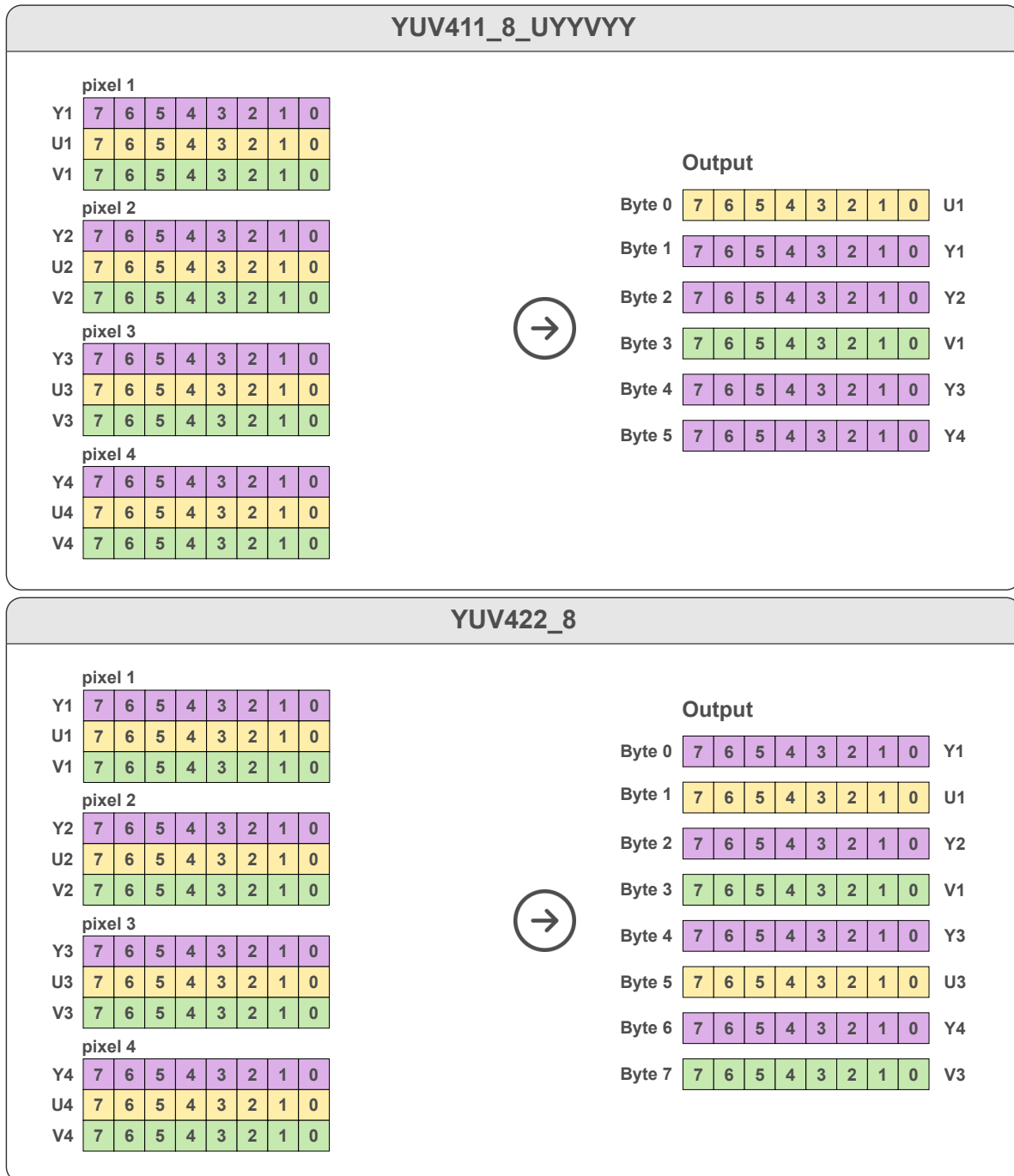


Figure 70: 픽셀 형식 인코딩.

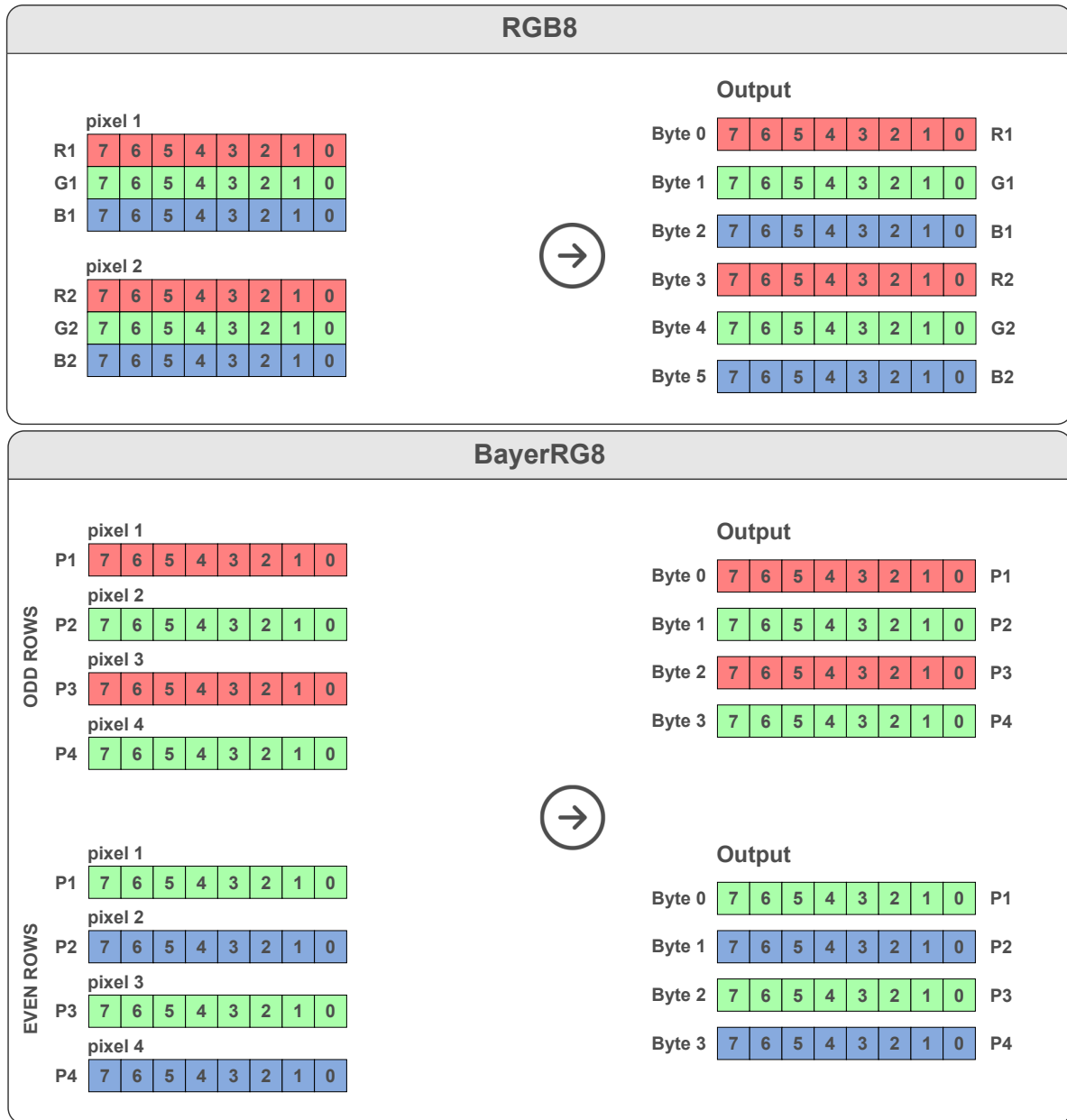




Figure 72: 픽셀 형식 인코딩.



Figure 73: 픽셀 형식 인코딩.

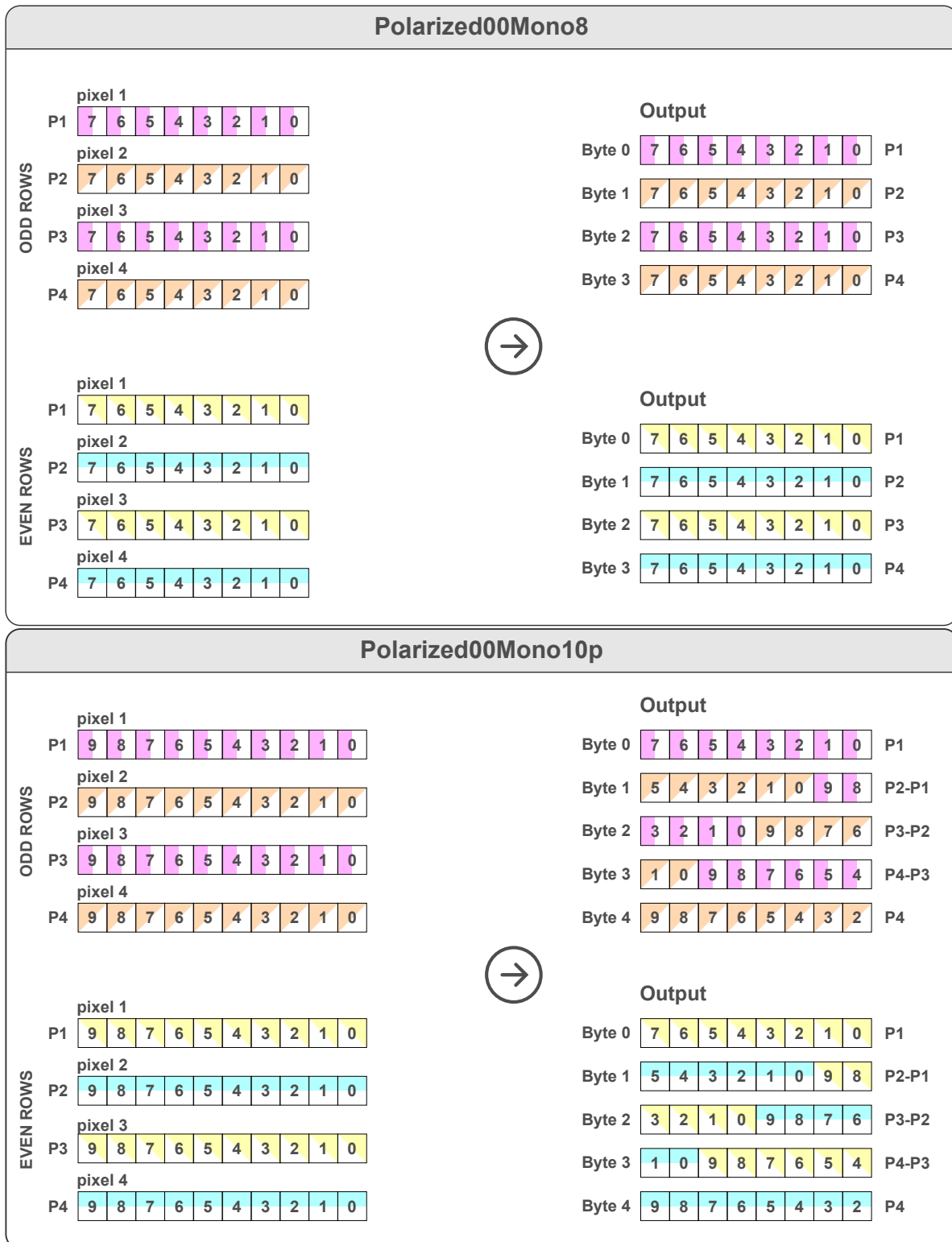


Figure 74: 픽셀 형식 인코딩.

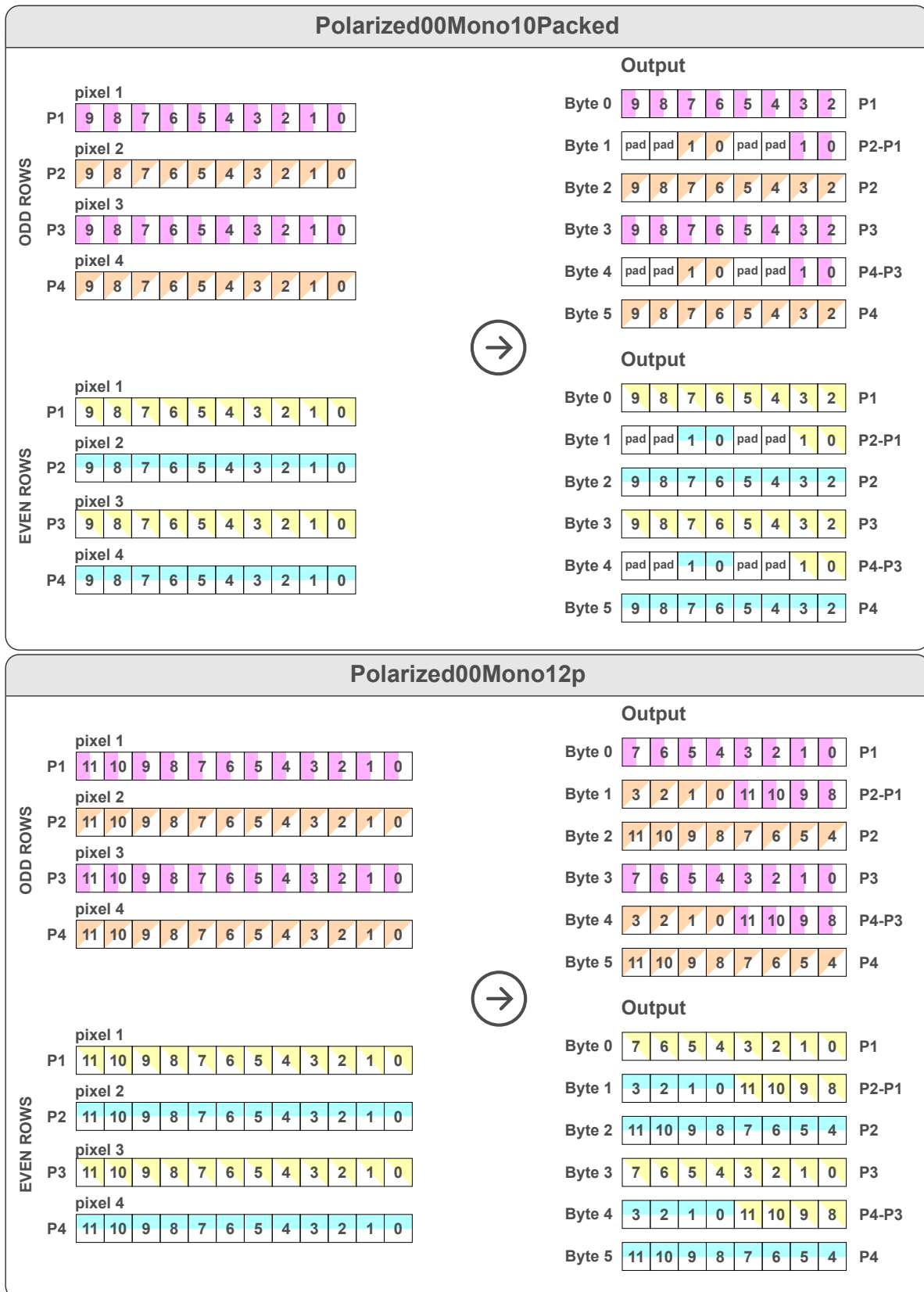


Figure 75: 픽셀 형식 인코딩.

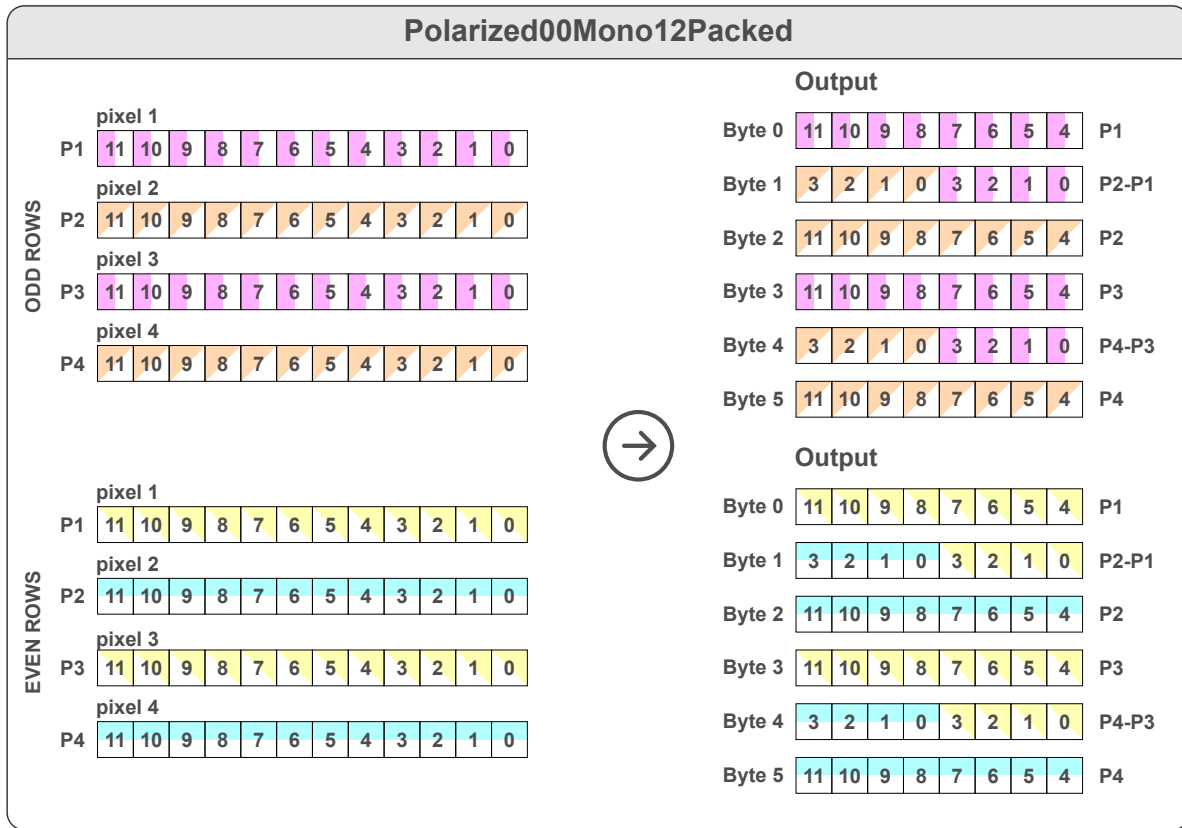


Figure 76: 픽셀 형식 인코딩.



Figure 77: 픽셀 형식 인코딩.



Figure 78: 픽셀 형식 인코딩.



Figure 79: 픽셀 형식 인코딩.



Figure 80: 픽셀 형식 인코딩.



Figure 81: 픽셀 형식 인코딩.

6.2.7 디베이어링

디베이어링(또는 디모자이킹)은 Bayer 필터가 장착된 이미지 센서에서 획득한 원시 데이터로부터 완전한 컬러 이미지를 생성하는 프로세스입니다.

이미지 센서는 색상을 직접 측정하지 않습니다. 센서 표면 위에 배치된 Bayer 필터 배열로 인해 각 픽셀은 하나의 주요 색상 성분(적색, 녹색, 또는 청색)만 기록합니다.

Fig. 82에 나타난 바와 같이, 디베이어링의 목적은 인접 픽셀의 색상 정보를 보간하여 각 픽셀의 세 가지 색상 채널을 모두 재구성하는 것입니다.

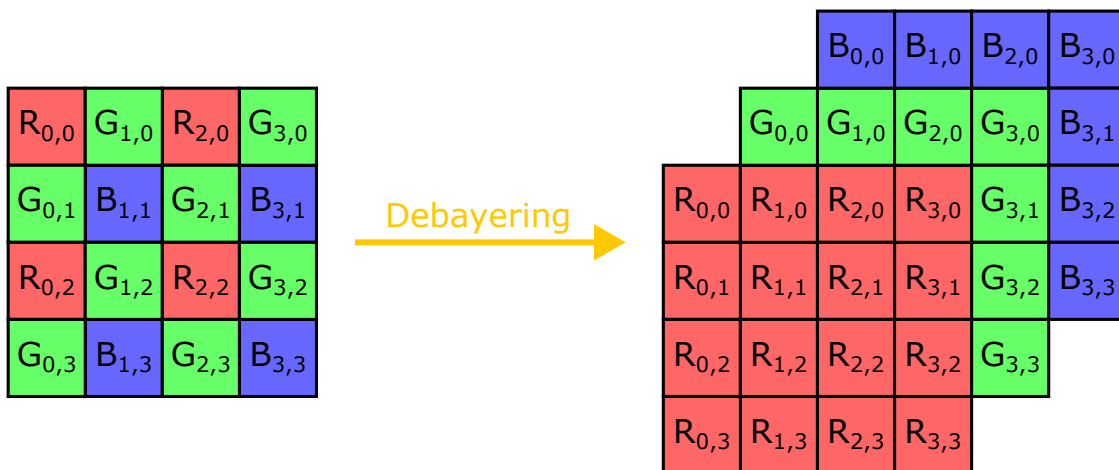


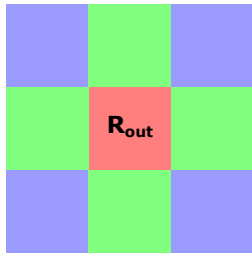
Figure 82: 디베이어링 전후의 이미지 색상 정보.

결과 이미지의 색상 정확도는 디베이어링 알고리즘의 효율성에 따라 달라집니다.

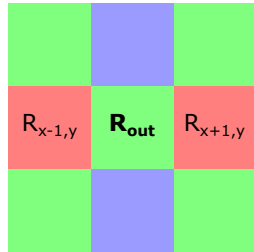
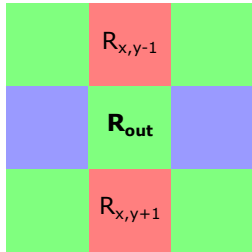
알고리즘 복잡성과 사용 가능한 하드웨어 자원 간의 트레이드오프 때문에, 산업용 카메라는 일반적으로 계산상 간단하면서도 색상 재구성에 효과적인 선형 보간 알고리즘을 사용합니다.

Itala 카메라에 구현된 알고리즘은 *지퍼 아티팩트*와 같은 재구성 아티팩트를 방지하도록 설계되어 있습니다.

Bayer 배열의 모든 픽셀 유형에 대해 적색, 녹색, 청색 성분을 복원하는 데 사용하는 보간 방식은 Table 19, 20, 21에 자세히 설명되어 있습니다.

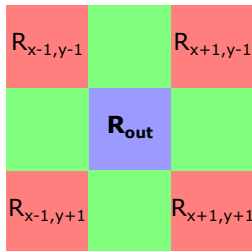


$$R_{out} = R_{x,y}$$



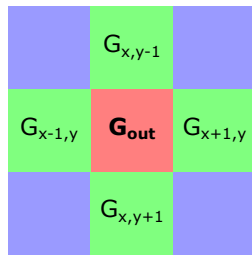
$$R_{out} = \frac{R_{x,y-1} + R_{x,y+1}}{2}$$

$$R_{out} = \frac{R_{x-1,y} + R_{x+1,y}}{2}$$

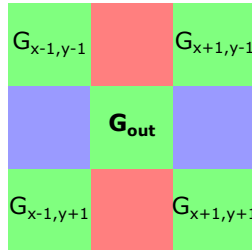


$$R_{out} = \frac{R_{x-1,y-1} + R_{x+1,y-1} + R_{x-1,y+1} + R_{x+1,y+1}}{4}$$

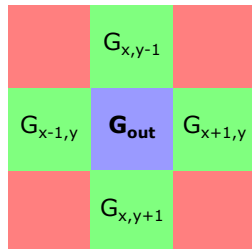
Table 19: 적색 픽셀(상), 녹색 픽셀(중), 청색 픽셀(하)에서의 적색 색상 재구성.



$$G_{out} = \frac{G_{x,y-1} + G_{x-1,y} + G_{x+1,y} + G_{x,y+1}}{4}$$

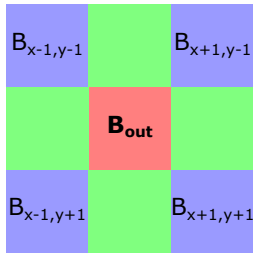


$$G_{out} = \frac{4 * G_{x,y} + G_{x-1,y-1} + G_{x+1,y-1} + G_{x-1,y+1} + G_{x+1,y+1}}{8}$$

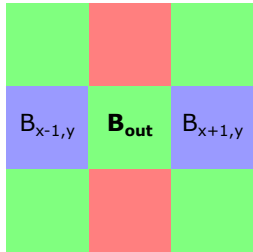


$$G_{out} = \frac{G_{x,y-1} + G_{x-1,y} + G_{x+1,y} + G_{x,y+1}}{4}$$

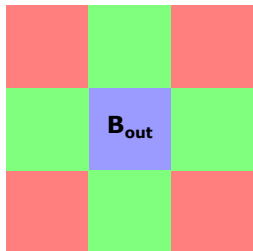
Table 20: 적색 픽셀(상), 녹색 픽셀(중), 청색 픽셀(하)에서의 녹색 색상 재구성.



$$B_{out} = \frac{B_{x-1,y-1} + B_{x+1,y-1} + B_{x-1,y+1} + B_{x+1,y+1}}{4}$$



$$B_{out} = \frac{B_{x-1,y} + B_{x+1,y}}{2} \quad \text{or} \quad \frac{B_{x,y-1} + B_{x,y+1}}{2}$$



$$B_{out} = B_{x,y}$$

Table 21: 적색 픽셀(상), 녹색 픽셀(중), 청색 픽셀(하)에서의 청색 색상 재구성.

6.2.8 Test pattern

Itala 카메라는 흑백 및 컬러의 두 가지 test pattern을 지원합니다. 두 가지 test pattern은 Fig. 83와 84에 나타나 있습니다.

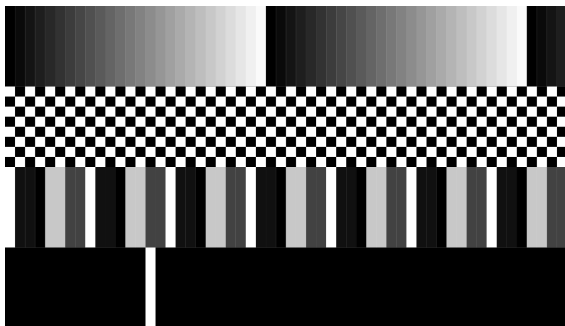


Figure 83: 흑백 test pattern

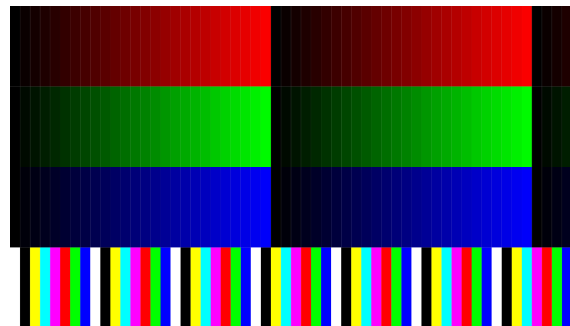


Figure 84: 컬러 test pattern

흑백 패턴은 4가지 구역으로 구성됩니다:

- 검정에서 흰색까지의 고정 그라디언트 패턴;
- 고정 체스 패턴;

- 고정 비대칭 바 패턴(값: 0xC8, 0x10, 0x10, 0x42);
- 검정 배경 위의 흰색 이동 라인.

컬러 패턴은 4가지 구역으로 구성됩니다:

- 검정에서 적색까지의 고정 적색 그라디언트 패턴;
- 검정에서 녹색까지의 고정 녹색 그라디언트 패턴;
- 검정에서 청색까지의 고정 청색 그라디언트 패턴;
- 고정 컬러 바 패턴(R, G, B 좌표의 모든 가능한 조합).

6.3 Acquisition Control

Acquisition Control 섹션에서는 trigger 및 노출 제어를 포함하여 이미지 획득과 관련된 모든 기능을 설명합니다. 획득을 위한 기본 모델과 장치의 일반적인 동작을 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
AcquisitionMode	장치의 획득 모드를 설정합니다. 주로 획득 중에 캡처할 프레임 수와 획득 종료 방법을 정의합니다	IEnumeration	RW
AcquisitionStart	장치의 획득을 시작합니다	ICommand	RW
AcquisitionStop	현재 프레임의 끝에서 장치의 획득을 중지합니다	ICommand	RW
AcquisitionBurstFrameCount	각 FrameBurstStart 트리거에 대해 획득할 프레임 수	Integer	RW
AcquisitionFrameRate	프레임이 캡처되는 획득 속도(Hz 단위)를 제어합니다	IFloat	RW
AcquisitionFrameRateEnable	AcquisitionFrameRate 기능이 쓰기 가능하고 획득 속도를 제어하는 데 사용되는지 여부를 제어합니다. 그렇지 않으면 획득 속도는 ExposureTime 등 다른 기능의 조합으로 암묵적으로 제어됩니다.	IBoolean	RW
oeAcquisitionFrameRateLimitMode	획득 frame rate를 제한하는 요인을 선택합니다	IEnumeration	RW
oeResultingFrameRate	현재 획득 frame rate를 표시합니다	IFloat	RO
oeMaxFrameRate	이미지 압축이 활성화되었을 때 도달 가능한 최대 획득 frame rate를 표시합니다	IFloat	RO

TriggerSelector	구성할 트리거 유형을 선택합니다	IEnumeration	RW
TriggerMode	선택된 트리거의 활성화 여부를 제어합니다	IEnumeration	RW
TriggerSoftware	내부 트리거를 생성합니다	ICommand	RW
TriggerSource	트리거 소스로 사용할 내부 신호 또는 물리적 입력 라인을 지정합니다	IEnumeration	RW
TriggerOverlap	이전 프레임 또는 라인과 허용되는 트리거 겹침 유형을 지정합니다. 이는 새로운 프레임 또는 새로운 라인에 대해 유효한 트리거가 수락(또는 래치)되는 시점을 정의합니다	IEnumeration	RW
TriggerDelay	트리거 수신 후 활성화까지 적용할 지연(마이크로초, us 단위)을 지정합니다	IFloat	RW
ExposureMode	노출의 동작 모드를 설정합니다	IEnumeration	RW
oeShortExposureEnable	짧은 노출 모드를 활성화합니다	IBoolean	RW
oeDualExposureEnable	이중 노출 모드를 활성화합니다	IBoolean	RW
ExposureTime	ExposureMode가 Timed이고 ExposureAuto가 Off일 때 노출 시간을 설정합니다	IFloat	RW
oeWaitTime1	이중 노출 모드에서 첫 번째와 두 번째 노출 사이의 시간 지연.	IFloat	RO
oeExposureTime2	이중 노출 모드에서 두 번째 노출 시간.	IFloat	RO
oeWaitTime2	이중 노출 모드에서 두 번째 노출 후 새로운 획득 전에 대기하는 시간.	IFloat	RO
ExposureAuto	ExposureMode가 Timed일 때 자동 노출 모드를 설정합니다	IEnumeration	RW
oeExposureAutoMin	자동 노출 알고리즘의 하한값을 설정합니다	IFloat	RW
oeExposureAutoMax	자동 노출 알고리즘의 상한값을 설정합니다	IFloat	RW
oeImageCompressionEnable	이미지 압축 알고리즘을 활성화합니다	IBoolean	RW
oeFramesInBuffer	온보드 메모리에 현재 저장된 프레임 수를 표시합니다	IInteger	RO

Table 22: Acquisition Control 기능

6.3.1 Trigger overlap

Exposure Time과 Frame Readout의 관계

기본적으로 **TriggerOverlap** 기능은 OFF로 설정됩니다. 이 경우 Fig.85에 나타난 바와 같이, 다음 노출 시간 주기는 현재 프레임 전송이 끝날 때까지 허용되지 않습니다. 즉, 노출 시간과 프레임 전송이 겹칠 수 없습니다. 그러나 이 구성에서는 노출 시간과 프레임 전송 사이의 지연이 높은 반복성을 가집니다. 결론적으로, 더 낮은 유효 카메라 frame rate를 대가로 더 높은 결정론적 동작을 달성할 수 있습니다.

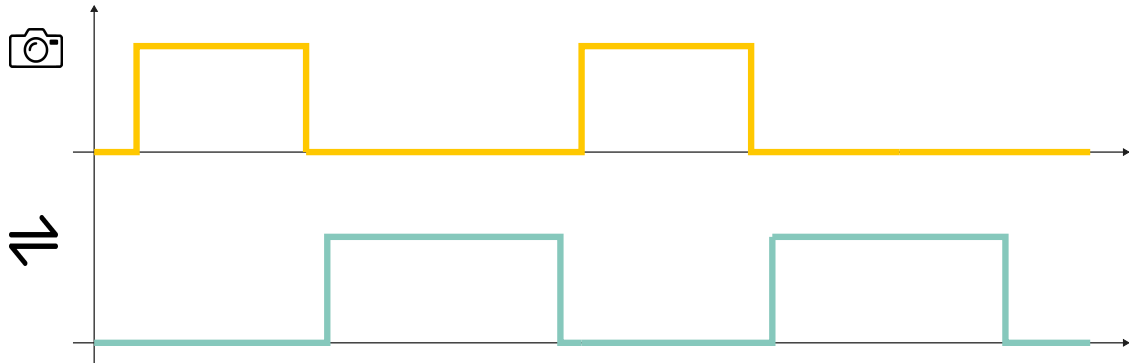


Figure 85: TriggerOverlap가 OFF로 설정된 경우, 레이턴시는 높은 반복성을 가지지만, 다음 노출 시간은 현재 프레임이 내부 메모리로 전송될 때까지 수락될 수 없습니다. 위에서 아래로 센서 노출 및 읽기 신호가 표시됩니다.

TriggerOverlap이 Readout으로 설정된 경우, 노출 종료와 프레임 전송 시작 사이의 레이턴시는 더 높은 가변성을 나타냅니다. 그러나 이전 프레임이 센서에서 메모리 버퍼로 전송되는 동안 새로운 노출을 시작할 수 있습니다. Fig.86에 나타난 바와 같이, 이 모드에서 유일한 제약 조건은 연속적인 전송 구간 간의 오버랩을 방지하는 것입니다. 따라서, Ethernet 대역폭 제한에 따라 더 높은 카메라 frame rate를 달성할 수 있으나, 프레임 전송 타이밍의 결정론적 특성이 감소합니다.

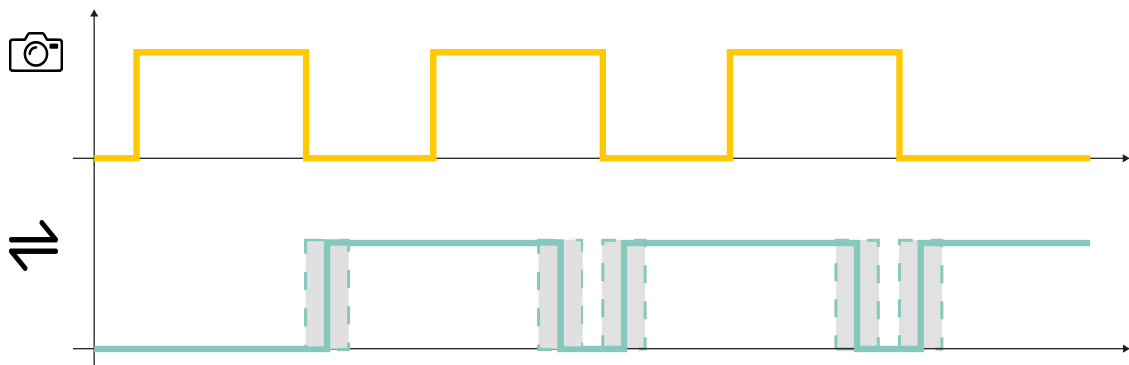


Figure 86: TriggerOverlap이 Readout으로 설정된 경우, 다음 노출 시간은 현재 프레임이 내부 메모리로 전송되는 동안 수락될 수 있지만, 레이턴시는 더 높은 불확실성의 영향을 받습니다. 위에서 아래로 센서 노출 및 읽기 신호가 표시됩니다.

Readout 모드가 노출 시간에 미치는 영향

ExposureTime 값은 다음에 의해 제한됩니다:

- **ExposureTimeMin:** 사용자가 설정할 수 있는 최소 노출 시간.
- **ExposureTimeMax:** 사용자가 설정할 수 있는 최대 노출 시간.
- **ExposureTimeInc:** 노출 시간 증가/감소를 위한 이산 스텝의 값.

ExposureTimeMax는 두 가지 *TriggerOverlap* 설정(*Off* 및 *Readout*) 모두에서 일정합니다.

*TriggerOverlap = Off*와 *TriggerOverlap = Readout* 간의 **ExposureTimeMin** 차이는 센서 모델에 따라 다르지만, 일반적으로 무시할 수 있는 수준입니다.

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

- *TriggerOverlap = Off*인 경우, 노출 시간 단위는 매우 세밀하며 수십 나노초 수준입니다.
- *TriggerOverlap = Readout*인 경우, 노출 시간 단위는 센서 라인 주기(즉, 이미지 센서가 단일 라인을 읽는 데 필요한 시간)와 밀접하게 관련됩니다. 이 설정에서 노출 시간 증분은 센서 모델에 따라 다르지만 일반적으로 수십 마이크로초 수준입니다.

어떤 경우에도, 사용자가 설정한 **ExposureTime**은 현재 카메라 설정에 따라 장치에 의해 자동으로 조정됩니다.

6.3.2 Dual Exposure

Dual Exposure 기능은 두 프레임을 가능한 한 가깝게 촬영할 수 있어, 빠르게 움직이는 물체를 검사하거나 다양한 광원을 사용하는 경우에 유용합니다. 이는 Figure 87에 나타난 바와 같이, 첫 번째 센서 readout과 두 번째 센서 노출을 겹치는 방식으로 구현됩니다.

기본적으로 **oeDualExposureEnable** 기능은 사용할 수 없습니다. Dual Exposure는 **TriggerMode**가 ON으로 설정되고 **TriggerOverlap**이 Readout으로 설정된 경우에만 사용 가능합니다. **oeDualExposureEnable**이 ON이면 **AcquisitionBurstFrameCount**가 사라지고 자동으로 2로 설정됩니다.

Dual Exposure는 유효한 **TriggerSource**가 설정된 경우에만 사용 가능합니다. trigger는 아래 설명된 프로세스를 시작합니다:

- 첫 번째 노출 시간 *EXPOSURE TIME 1*은 **ExposureMode** 설정을 따릅니다: subsection 6.3.4에서 설명한 대로, 지속 시간은 Timed 또는 TriggerWidth가 될 수 있습니다.
- 첫 번째 노출이 완료되면 센서 동작을 위한 *WAIT TIME 1*이 필요합니다. 이 시간은 두 프레임 사이에서 달성 가능한 최소 시간 간격을 나타냅니다. 이 시간은 고정값입니다.
- *EXPOSURE TIME 2*의 경우, 카메라가 첫 번째 센서 readout 중에 두 번째 노출을 시작하므로 trigger 오버랩이 발생합니다. *EXPOSURE TIME 2*는 *SENSOR READOUT 1*과 동일한 시간 동안 지속됩니다. 이 시간은 고정값입니다.
- 두 번째 노출 후 *WAIT TIME 2*가 발생하여 센서 동작 및 두 번째 프레임의 센서 readout이 가능합니다. 이 시간은 고정값입니다.

모든 고정 시간은 센서에 따라 다르며 dual exposure 모드에서 올바른 카메라 동작을 위해 필요합니다. 이 값들은 센서 설정(ROI, Pixel Format, Binning 및 Decimation)에 따라 달라지며, **oeWaitTime1**, **oeExposureTime2** 및 **oeWaitTime2** 기능에서 읽을 수 있습니다.

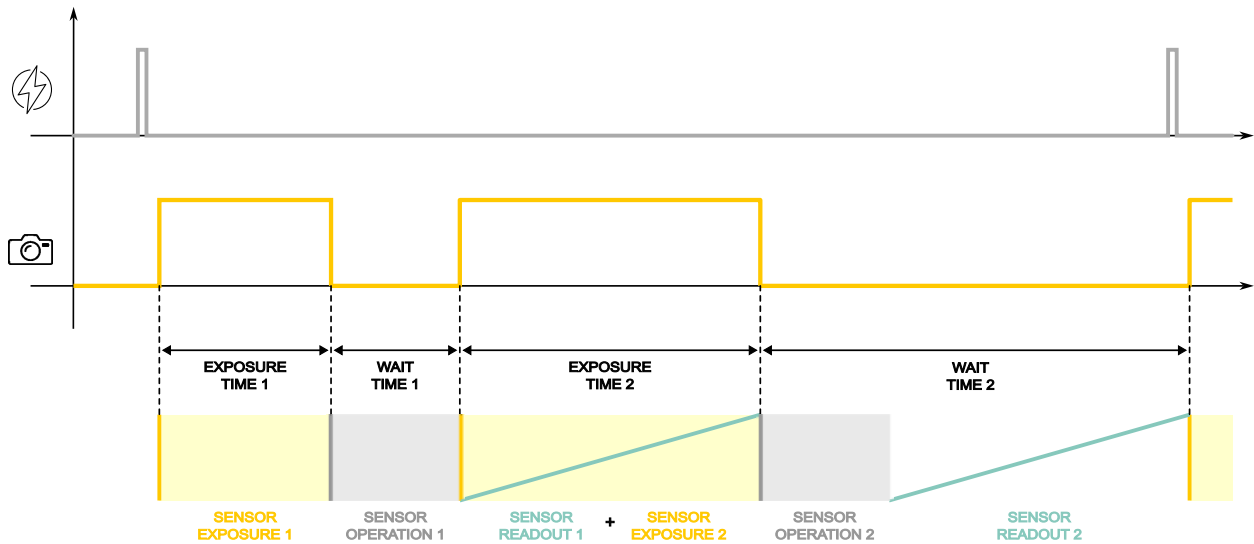


Figure 87: Dual Exposure 타이밍 및 동작. 위에서 아래로 trigger 신호, 센서 노출 신호 및 카메라 동작이 표시됩니다.

NOTE: 두 번째 hardware trigger는 전체 프로세스, 즉 WAIT TIME 2 이후에만 발생할 수 있습니다. WAIT TIME 1, EXPOSURE TIME 2 또는 WAIT TIME 2 중에 발생하는 모든 트리거 신호는 무시됩니다.

NOTE: WAIT TIME 1은 애플리케이션 요구 사항에 따라 카메라 모델을 적절히 선택하기 위해 머신 비전 시스템 설계 시 반드시 고려해야 합니다.

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

6.3.3 Trigger delay

조명과 노출 사이의 동기화가 어려울 수 있으므로, **TriggerDelay** 기능을 사용하여 센서의 노출 기간을 외부 조명에 맞게 정렬할 수 있습니다.

예를 들어, 조명과 카메라 노출을 모두 활성화하는 트리거 장치의 경우를 생각해 보십시오. 정렬이 올바르지 않은 경우, 모든 빛이 센서에 의해 수집되지 않아(Figure 88 참조) 비효율적인 조명이 발생합니다. **TriggerDelay** 기능을 사용하여 Itala 카메라의 노출 시간을 조정함으로써 조명 ON 시간을 완전히 커버할 수 있습니다(Figure 89 참조).

NOTE: 활성 지연 기간 중에 수신된 여러 트리거 이벤트는 내부적으로 대기열에 저장되어 설정된 지연 후에 실행됩니다. 카메라 버퍼는 최대 64개의 트리거 신호를 저장할 수 있어, 고속 동작 중에도 트리거가 손실되지 않습니다.

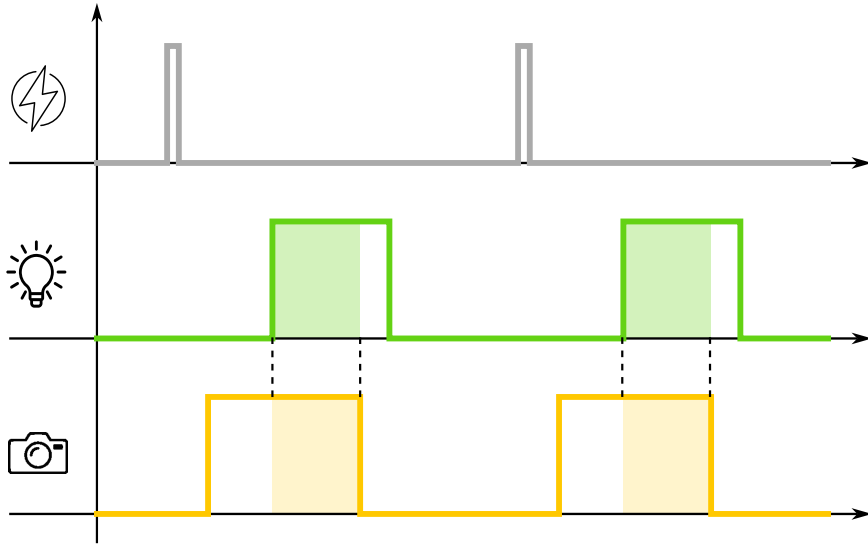


Figure 88: 조명과 카메라 노출 시간 사이의 잘못된 정렬. 위에서 아래로 trigger 신호, 조명 기간 및 카메라 노출 시간이 표시됩니다.

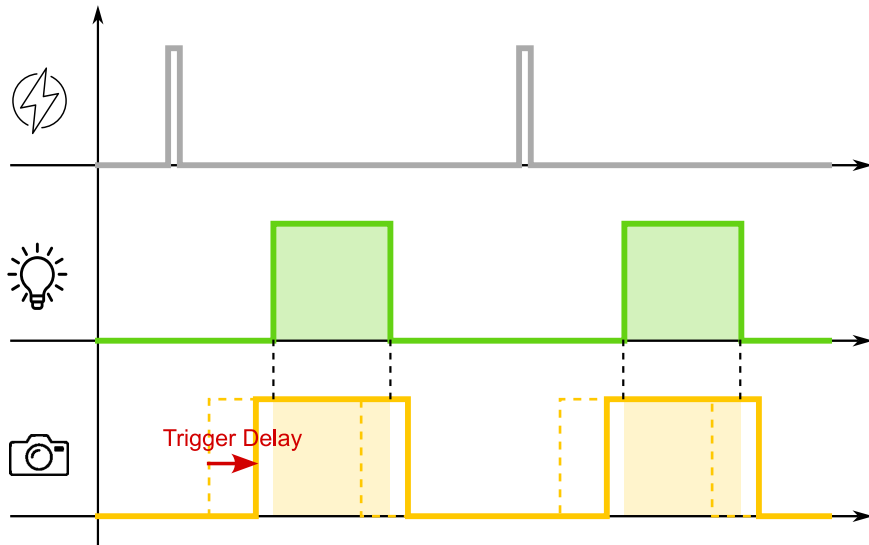


Figure 89: 조명과 카메라 노출 시간 사이의 올바른 정렬. 위에서 아래로 trigger 신호, 조명 기간 및 카메라 노출 시간이 표시됩니다.

6.3.4 Timed vs TriggerWidth Exposure Mode

노출 모드는 **Timed** 또는 **TriggerWidth**로 설정할 수 있습니다.

Timed Exposure가 선택된 경우, 센서 노출 시간은 *ExposureTime* 또는 *ExposureAuto* 기능을 사용하여 설정됩니다.

이 경우 노출 시간은 다음과 같이 표현할 수 있습니다:

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

예를 들어, $ExposureTime = 500\mu s$ 인 경우, 이미지 센서는 $500\mu s$ 동안 노출됩니다.

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

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

여기서:

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

이 경우, 카메라에 공급된 trigger 펄스가 $500\mu s$ 와 같다면, 센서 노출 오프셋의 고유 기여도도 고려해야 하며, 전체 노출 시간은 $500\mu s$ 보다 높아집니다.

일반적으로 노출 오프셋은 이미지 센서에 따라 달라지며, 수 마이크로초에서 수십 마이크로초 수준입니다.

NOTE: *TriggerWidth Exposure*가 선택된 경우, *ExposureTime* 필드는 허용되는 최대 펄스 폭으로 작동합니다. 더 큰 펄스 폭의 *trigger* 신호를 제공하면, 캡처된 프레임의 노출 시간이 *ExposureTime* 필드 값으로 제한됩니다.

NOTE: *TriggerWidth Exposure*가 선택된 경우, *ChunkExposureTime*은 *ExposureTime* 필드에 설정된 값을 표시합니다.

6.3.5 Image Compression

이미지 압축 기능은 캡처된 프레임을 무손실 알고리즘으로 압축할 수 있습니다.

알고리즘의 압축 비율은 일정한 값이 아니라 가변적이며 캡처된 이미지에 따라 달라집니다. 특히 비율은 이미지를 구성하는 픽셀의 엔트로피에 반비례합니다. 따라서 압축 비율은 이미지 노이즈의 영향을 받으므로 낮은 개인 레벨을 사용하는 것이 권장됩니다. 일반적인 압축 비율은 1.5에서 2 사이입니다.

이미지 압축이 활성화되면 이미지 페이로드 크기가 줄어들어 동일한 대역폭에서 frame rate를 높일 수 있습니다. 이는 이미지 페이로드 크기(노출 시간, 취득 모드, binning 및 decimation과 같은 기타 이미지 처리 기능과 함께)가 링크 대역폭이 고정된 상태에서 카메라의 frame rate를 제어하기 때문입니다(*DeviceLinkThroughputLimit* 기능은 section 6.1.2 참조).

이미지 압축을 활성화하려면 *oeImageCompressionEnable* 파라미터를 설정합니다. 압축이 활성화되면 카메라는 프레임을 자동으로 압축하고, 새 이미지 페이로드 크기를 계산하며, 사용 가능한 모든 대역폭을 활용하도록 새 크기 값으로 frame rate를 조정합니다 (*DeviceLinkThroughputLimit*). 결과적으로 알고리즘은 카메라의 속도를 최대한 증가시킵니다.

이러한 모든 작업은 압축이 활성화된 경우에만 카메라에 의해 자동으로 수행됩니다. 사용자는 다른 카메라 파라미터만 설정하면 됩니다.

oeMaxFrameRate 파라미터는 이미지 압축이 활성화된 경우에만 카메라가 달성 가능한 최대 frame rate를 표시하며, 절대 최대 frame rate는 이미지 센서의 속도에 의해 결정됩니다.

NOTE: 이미지 압축은 8bit 크기의 픽셀 포맷만 지원합니다: *Mono8*, *BayerRG8*, *BayerGR8*, *BayerGB8*, *BayerBG8*, *Polarized00Mono8*, *Polarized00BayerRG8*, *Polarized00BayerGR8*, *Polarized00BayerGB8* 및 *Polarized00BayerBG8*.

NOTE: 이미지 압축은 *oeAcquisitionFrameRateLimitMode*가 *oeLinkThroughput*으로 설정된 경우에 지원됩니다.

NOTE: 이미지 압축이 활성화된 경우 *Chunk* 데이터는 지원되지 않습니다.

압축 해제 알고리즘은 Opto Engineering® GenTL producer (.cti)에 구현되어 있으므로, Opto Engineering® GenTL producer (.cti)에 의존하지 않는 서드파티 소프트웨어에서는 압축 해제를 사용할 수 없습니다.

Fig.90은 구현 예시를 보여줍니다: 두 카메라가 1 Gbps의 대역폭을 공유하고 각 카메라는 0.5 Gbps의 대역폭을 사용할 수 있습니다 (DeviceLinkThroughputLimit = 62500000). 압축이 x2 속도를 달성할 수 있다면, 두 카메라는 절반의 대역폭만 가지더라도 동일한 frame rate를 달성할 수 있습니다.

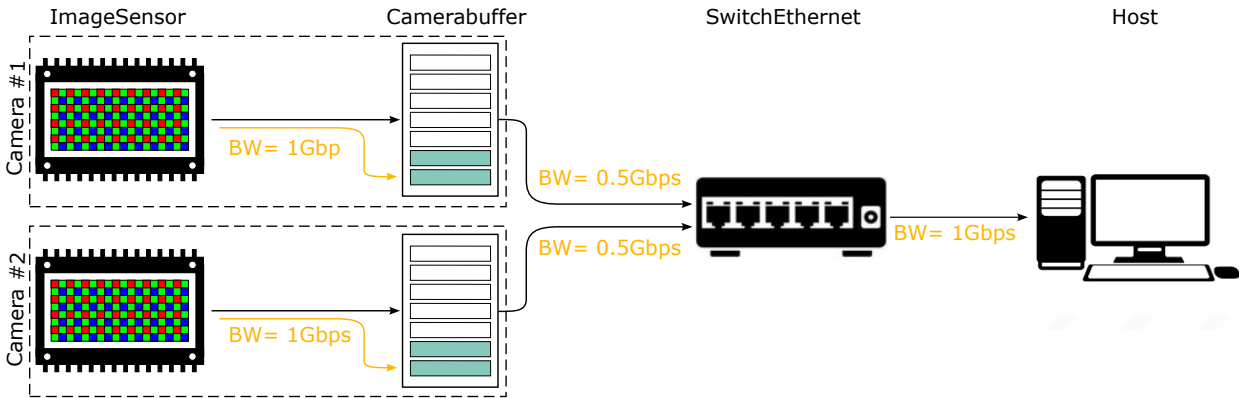


Figure 90: 이미지 압축이 활성화된 멀티 카메라 시스템 예시.

6.4 Analog Control

이 섹션에서는 게인, 블랙 레벨, 감마 등 이미지의 아날로그 기능을 조정하는 방법을 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
Gain	선택된 게인을 절대 물리적 값으로 제어합니다	IFloat	RW
GainAuto	자동 게인 제어(AGC) 모드를 설정합니다	IEnumeration	RW
oeGainAutoMin	자동 게인 알고리즘의 하한값을 설정합니다	IFloat	RW
oeGainAutoMax	자동 게인 알고리즘의 상한값을 설정합니다	IFloat	RW
BlackLevel	아날로그 블랙 레벨을 절대 물리적 값으로 제어합니다	IFloat	RW
BalanceRatioSelector	제어할 밸런스 비율을 선택합니다	IEnumeration	RW
BalanceRatio	선택된 색상 채널의 비율을 제어합니다	IFloat	RW
BalanceWhiteAuto	색상 채널 간 자동 화이트 밸런싱 모드를 제어합니다. 화이트 밸런싱 비율이 자동으로 조정됩니다	IEnumeration	RW

oeGammaEnable	감마 보정을 활성화합니다. LUT 기능은 비활성화됩니다	IBoolean	RW
Gamma	픽셀 강도의 감마 보정을 제어합니다	IFloat	RW

Table 23: Analog Control 기능

6.4.1 Gain

Gain은 저조도 환경에서도 이미지 밝기를 높이기 위해 픽셀 값에 적용되는 곱셈 계수입니다. 그러나 센서 게인은 유용한 신호와 원치 않는 노이즈 모두에 무차별적으로 영향을 미칩니다: Fig.91에서 볼 수 있듯이, 이미지 밝기는 게인에 비례하여 증가하지만, 과도한 노이즈로 인해 높은 게인 값에서는 이미지 품질이 저하될 수 있습니다.



Figure 91: 다양한 게인 값으로 촬영한 이미지

6.4.2 화이트 밸런스

화이트 밸런스 기능은 컬러 카메라의 세 가지 색상 채널(R, G, B)의 응답을 조정할 수 있습니다. 일반적으로 컬러 센서는 세 가지 색상 좌표에 대해 서로 다른 감도를 가집니다: 이는 주로 이미지 센서 위에 있는 Bayer 필터의 서로 다른 응답 때문입니다. Fig.92(왼쪽 그림)는 컬러 센서의 일반적인 특성을 보여줍니다: 완벽하게 균일한 외부 광원(즉, 평탄한 스펙트럼)의 경우에도 픽셀 응답이 균일하지 않아(회색 레벨의 평균값이 다름), 녹색 픽셀이 빨간색과 파란색 픽셀보다 밝게 나타납니다.

이 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 더 단순화하기 위해 하나의 색상 채널을 일정하게 유지할 수 있습니다(일반적으로 지배적인 Bayer 타일 색상이므로 녹색 채널을 사용). 따라서 빨간색과 파란색 채널의 화이트 밸런스 계수는 다음과 같이 쓸 수 있습니다:

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

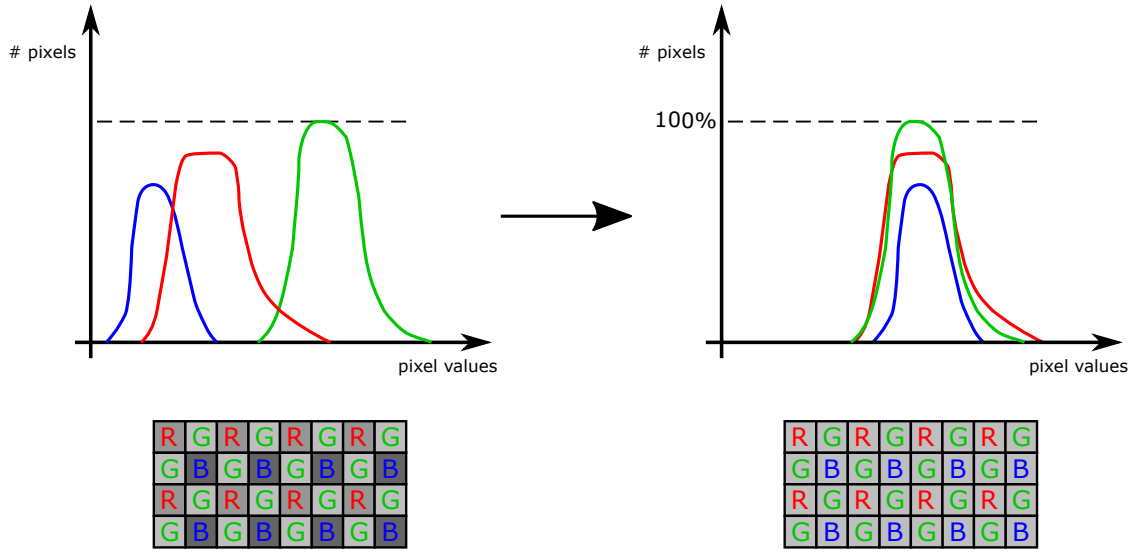


Figure 92: 왼쪽은 컬러 센서의 일반적인 분광 감도 히스토그램입니다. 오른쪽은 화이트 밸런스가 적용된 카메라의 히스토그램입니다.

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

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

여기서:

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

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

마지막 방정식과 같이, **BalanceRatio**는 K_{red} 및 K_{blue} 계수를 설정할 수 있으며, K_{green} 은 1로 고정됩니다.

화이트 밸런스 절차의 효과는 Fig.92(오른쪽 그림)에 나타나 있습니다: 세 채널이 균등화되어 동일한 평균 회색 레벨을 나타냅니다.

Itala 카메라는 세 가지 색상 좌표를 자동으로 밸런싱할 수 있는 기능을 제공합니다: 이를 위해 **BalanceWhiteAuto** 기능을 활성화해야 합니다.

BalanceWhiteAuto 알고리즘은 회색 세계 근사에 의존합니다: 이 가정의 전제는 잘 균형 잡힌 컬러 이미지에서 모든 색상의 평균이 중립적인 회색이라는 것입니다.

따라서 완벽한 화이트 밸런스를 얻으려면 다음 단계를 수행하십시오:

- free-run 취득을 시작합니다;
- 이미지의 ROI(관심 영역) 전체를 덮는 균일한 샘플(예: 흰색 중립 배경)을 삽입합니다;
- BalanceWhiteAuto를 활성화합니다(*Continuous mode* 또는 *Once mode*);
- *Continuous mode* 자동 화이트 밸런스의 경우, 보정이 완료된 후 BalanceWhiteAuto를 비활성화합니다;
- 균일한 중립 배경을 제거합니다;

- 카메라가 이제 균형 조정되어 사용할 준비가 되었습니다.

자동 화이트 밸런스 절차의 예시는 Fig.93에 나타나 있습니다: 왼쪽은 보정되지 않은 이미지가 표시되고, 오른쪽은 화이트 밸런스가 보정된 사진이 표시됩니다.

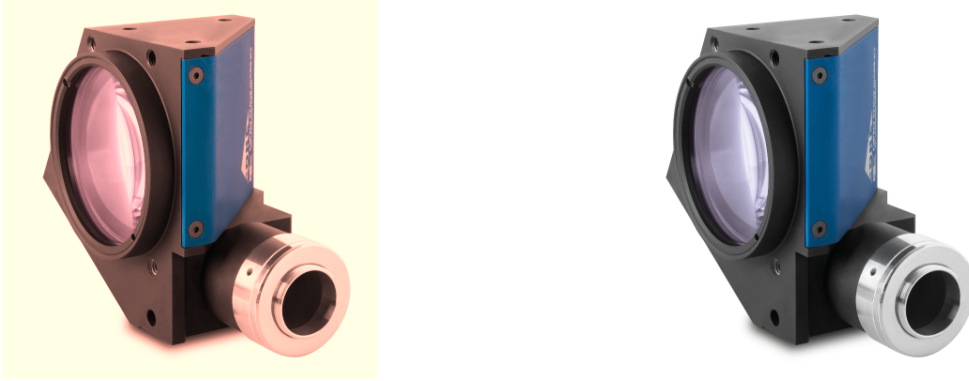


Figure 93: 왼쪽은 보정되지 않은 이미지가 표시되고, 오른쪽은 화이트 밸런스가 보정된 사진이 표시됩니다.

6.4.3 Gamma correction

감마 보정은 formula 11를 따르는 비선형 연산입니다:

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

여기서 V_{out} 은 감마 보정 후 픽셀 n 의 회색 레벨, V_{in} 은 픽셀 n 의 회색 레벨이며, γ 는 **Gamma** 기능으로 설정되는 비선형 변환에 사용되는 계수입니다.

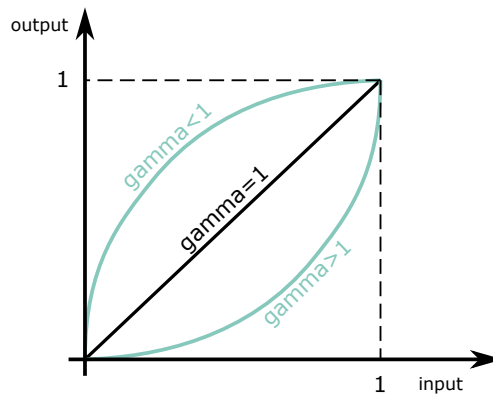


Figure 94: $\gamma = 1$, $\gamma < 1$ 및 $\gamma > 1$ 에 대한 감마 보정 곡선. X축과 Y축은 정규화되어 있습니다.

이 연산은 Fig.94에 명확하게 나타나 있습니다: "검정" 및 "흰색" 픽셀은 보정 후에도 동일하게 유지되지만, 다른 회색 픽셀들은 비선형 곡선에 재매핑되어 γ 값에 따라 어두운 또는 밝은 특징을 강조합니다.

Fig.95는 감마 보정 적용 예시를 보여줍니다.

$\gamma < 1$ 은 어두운 영역의 값 범위를 확장하고 밝은 영역을 압축하므로, 이미지의 어두운 부분에서 특징을 관찰할 때 유용합니다. 반대로, $\gamma > 1$ 은 어두운 영역의 값 범위를 압축하고 밝은 영역을 확장하므로, 이미지의 밝은 부분에서 특징을 관찰할 때 유용합니다.

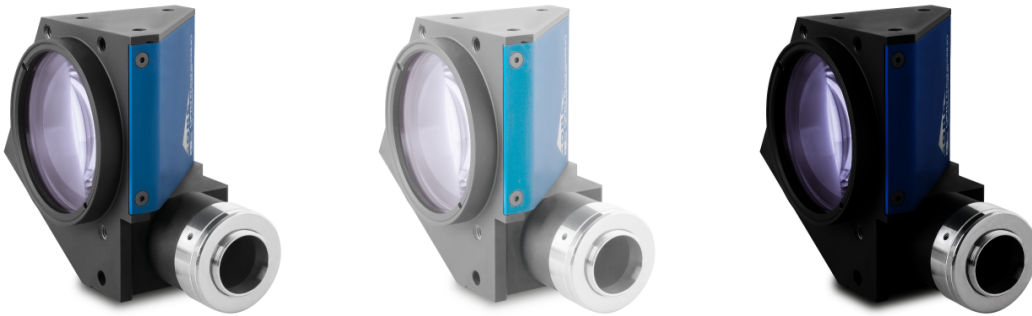


Figure 95: 다양한 γ 값으로 촬영한 이미지: 왼쪽은 $\gamma = 1$, 가운데는 $\gamma < 1$, 오른쪽은 $\gamma > 1$

감마 보정은 LUT 기능이 활성화된 경우에는 사용할 수 없습니다(section 6.6.1 참조).

6.4.4 Black level

BlackLevel은 이미지의 모든 픽셀에 더해지는 회색 레벨로 표현된 오프셋 값입니다.

이미지에 black level 값을 추가하는 효과는 Fig.96에 나타난 바와 같이 픽셀 히스토그램을 포화 레벨 방향으로 이동시킵니다.

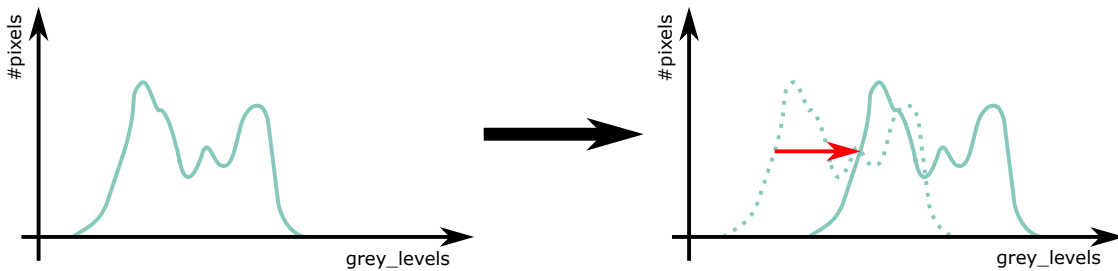


Figure 96: black level은 픽셀 히스토그램을 더 높은 픽셀 값 방향으로 이동시킵니다.

6.5 OE Auto Functions Control

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

기능

설명

인터페이스

접근

oeAutoTargetBrightness	자동 게인 및 자동 노출 기능에서 사용되는 이미지의 목표 밝기 레벨 (%)	Integer	RW
oeResultingBrightness	이미지의 실제 밝기 레벨 (%)	Integer	R
oeAutoDampingFactor	자동 게인 및 자동 노출 기능의 알고리즘 진동을 줄이기 위해 사용되는 제어 값 (%)	Integer	RW
oeAutoConfidence	자동 게인 및 자동 노출 기능에서 사용하는 목표 값 주변의 히스테리시스. 값이 클수록 이미지 안정성이 향상되지만 밝기 오차가 증가합니다	Integer	RW
oeAutoAOIWidth	자동 기능 계산에 사용되는 영역의 너비(픽셀 단위)	Integer	RW
oeAutoAOIHeight	자동 기능 계산에 사용되는 영역의 높이(픽셀 단위)	Integer	RW
oeAutoAOIOffsetX	자동 기능 계산에 사용되는 영역의 원점으로부터 수평 오프셋(픽셀 단위)	Integer	RW
oeAutoAOIOffsetY	자동 기능 계산에 사용되는 영역의 원점으로부터 수직 오프셋(픽셀 단위)	Integer	RW

Table 24: OE Auto Functions Control 기능

6.5.1 OE AutoAOI

ExposureAuto 및 **GainAuto**는 전체 프레임 이미지 또는 전용 Area of Interest (AOI)에서 작동할 수 있습니다.

첫 번째 경우, 자동 기능은 **Width** 및 **Height** 파라미터로 정의된 전체 활성 프레임에 대해 계산됩니다. 두 번째 경우, Figure 97에 나타난 바와 같이 취득 영역과 자동 기능 영역을 분리할 수 있습니다. 회색 영역은 장치에서 전송되는 모든 활성 픽셀을 나타내며, 파란색 영역은 **ExposureAuto** 및 **GainAuto** 계산에 사용되는 영역을 정의합니다.

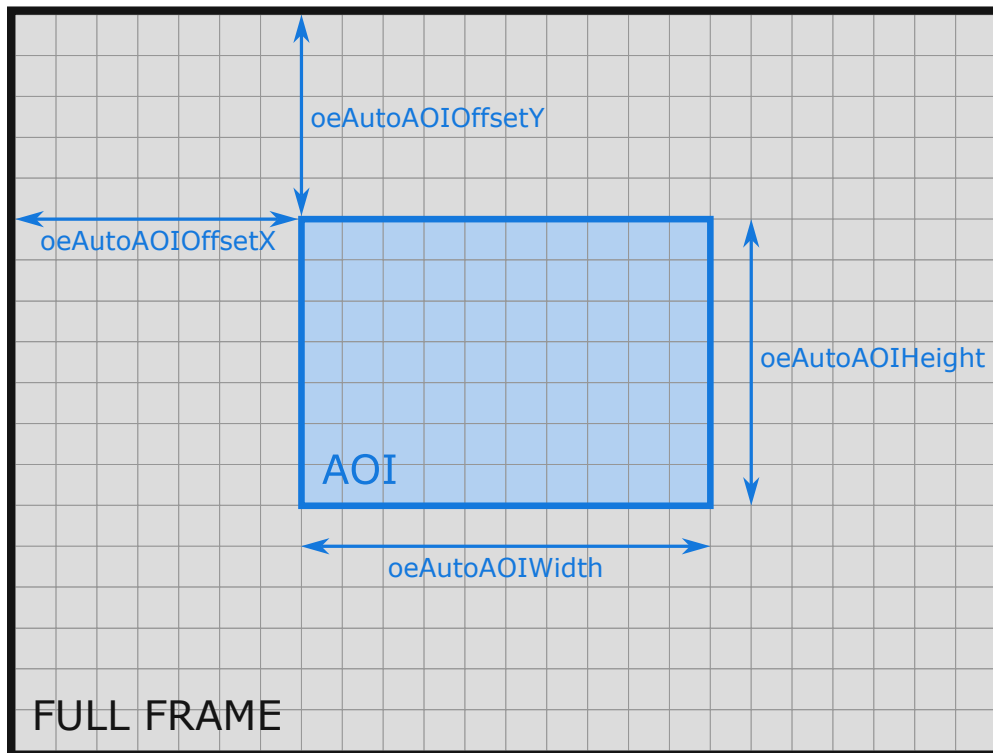


Figure 97: 회색 영역은 취득 중 전송되는 모든 활성 픽셀을 포함합니다. 파란색 영역은 Auto-Exposure/AutoGain 계산에 사용되는 영역을 정의합니다. 이 영역 외부(회색 영역)의 픽셀은 자동 기능에서 무시됩니다.

자동 기능을 위한 AOI는 **oeAutoFunctionControl** 카테고리에서 설정할 수 있습니다. Figure 97을 참조하면, 다음 노드를 사용할 수 있습니다:

- **oeAutoAOIWidth**: 자동 기능이 동작하는 영역의 너비(픽셀 단위).
- **oeAutoAOIHeight**: 자동 기능이 동작하는 영역의 높이(픽셀 단위).
- **oeAutoAOIOffsetX**: 자동 기능이 동작하는 영역의 수평 오프셋(픽셀 단위).
- **oeAutoAOIOffsetY**: 자동 기능이 동작하는 영역의 수직 오프셋(픽셀 단위).

또한, 축소된 ROI가 설정된 경우(예: 센서 영역을 제한하고 페이로드 크기를 줄이기 위해), Figure 98에 나타난 바와 같이 AutoExposure/AutoGain을 위한 별도의 AOI를 정의할 수 있습니다.

Figure 98에서 AOI(파란색)는 AutoExposure/AutoGain 계산에 사용되는 영역을 정의하고, ROI(빨간색)는 장치에서 전송되는 활성 픽셀 영역을 정의하며, 나머지 픽셀(회색)은 취득 및 자동 기능 처리 모두에서 제외됩니다.

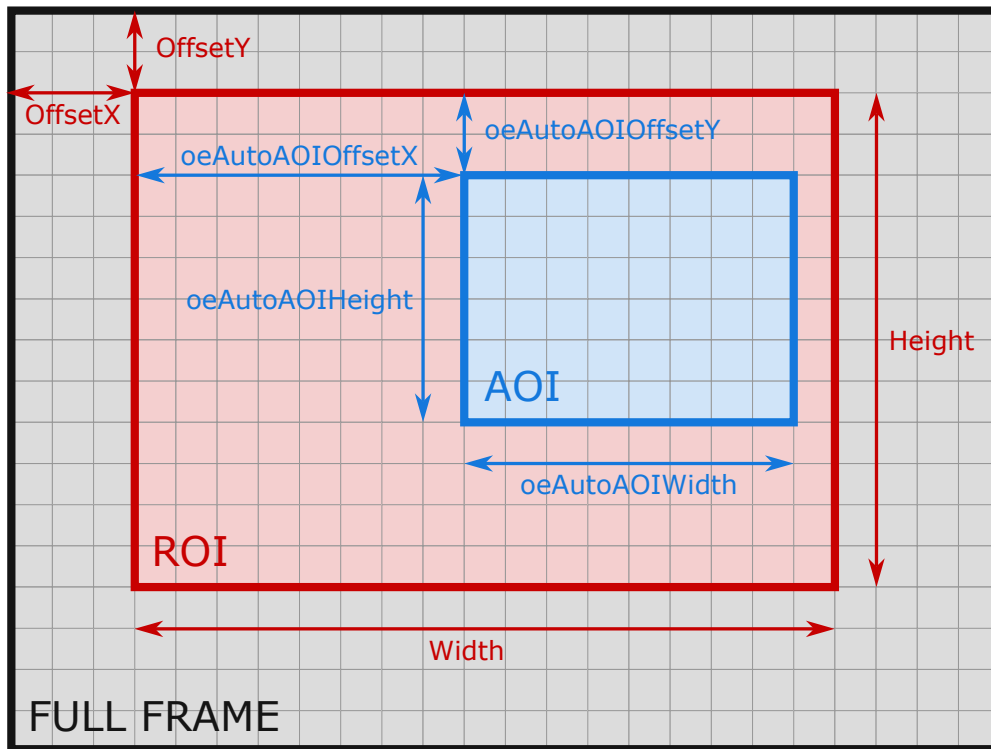


Figure 98: AOI(파란색)는 AutoExposure/AutoGain 계산을 위한 영역을 정의합니다. ROI(빨간색)는 활성 취득 영역을 정의합니다. 회색 픽셀은 취득 및 자동 기능 모두에서 무시됩니다.

6.5.2 OE Autoexposure/Autogain

필요한 노출 시간을 사전에 알 수 없거나, 대상의 조명이 시간에 따라 변화하는 경우, **autoexposure** 및 **autogain** 기능을 사용하여 외부 조명 조건이 일정하지 않더라도 안정적인 밝기 레벨을 유지할 수 있습니다.

예를 들어, Fig.99을 살펴보십시오: 취득 시작 시(즉, 첫 번째 캡처), 이미지의 결과 평균 회색 레벨 값이 50입니다. 일반적으로 좋은 노출은 전체 스케일 범위의 절반(8비트 이미지의 경우 약 127)에 중심을 맞추므로, **oeAutoTargetBrightness** 기능에 전체 다이내믹의 50%에 해당하는 평균 회색 레벨 값을 설정할 수 있습니다. 따라서 Fig.99에서 볼 수 있듯이, 평균 회색 레벨 값이 목표 밝기 127에 도달하도록 자동으로 조정됩니다.

노출 시간이 지속적으로 조정되는 것을 방지하기 위해 **oeAutoConfidence** 기능으로 특정 임계값을 설정할 수 있습니다: 이를 통해 알고리즘이 작은 외부 광원 변동에 덜 민감해지고, 일관된 회색 레벨 변화가 발생하는 경우에만 활성화됩니다(Fig.100 참조).

autogain/autoexposure 알고리즘의 동작은 **oeAutoDampingFactor** 노드를 통해 조정할 수 있습니다: 이 파라미터의 낮은 값은 더 높은 안정성을 제공하지만 응답이 느리고, 반대로 높은 값은 알고리즘을 가속할 수 있지만 불안정한 동작을 유발할 수 있습니다(Fig.101 참조).

조명 조건이 좋지 않은 경우, 원하는 밝기 레벨을 달성하기 위해 긴 노출 시간이 필요합니다: 어떤 경우에는 이 상황이 카메라 frame rate의 원치 않는 감소로 이어질 수 있습니다.

이 상황을 방지하기 위해, autoexposure 알고리즘이 계산한 노출 시간을 제한하는 최소 및 최대 노출 시

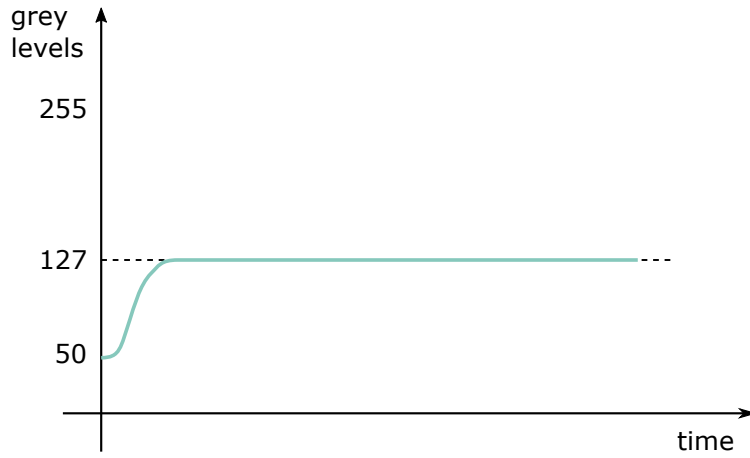


Figure 99: autoexposure가 활성화된 경우 시간 경과에 따른 평균 회색 레벨 값의 변화.

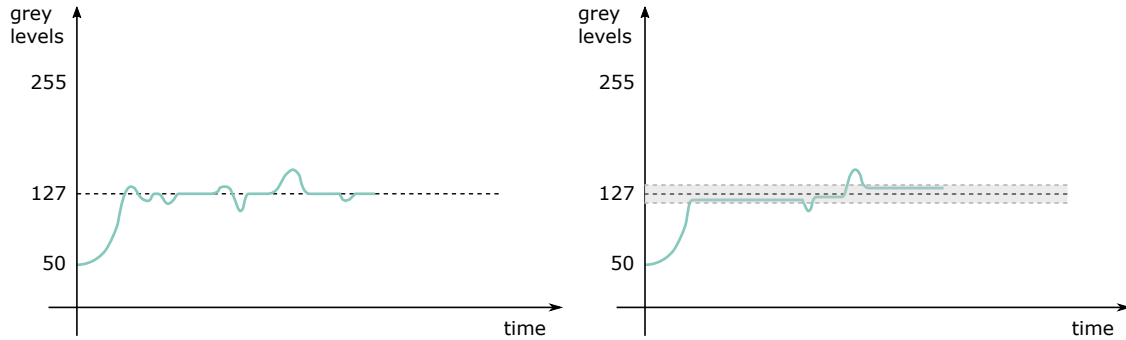


Figure 100: 외부 광원 변동으로 인한 노출 시간의 지속적인 조정(왼쪽 그림)은 목표 밝기 주변에 confidence 값을 추가하여 속도를 줄일 수 있습니다(오른쪽 그림).

간을 설정할 수 있습니다(즉, 각각 **oeExposureAutoMin** 및 **oeExposureAutoMax**): 예를 들어 Fig.102에서 보여주는 것처럼, 원하는 밝기를 위해 필요한 노출 시간이 **oeExposureAutoMax** 값보다 큰 경우, 목표 회색 레벨에 도달할 수 없지만 결과 frame rate는 과도하게 긴 노출 시간의 영향을 받지 않습니다.

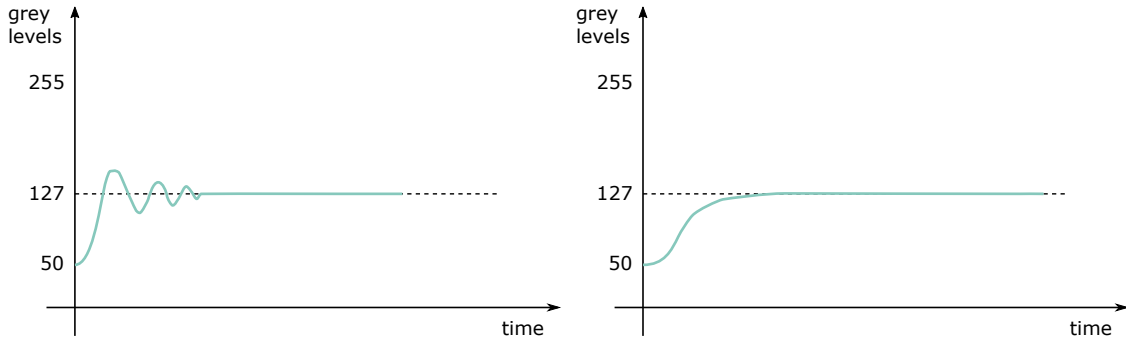


Figure 101: 낮은 damping factor의 경우(왼쪽 그림) 알고리즘의 응답이 빠르지만 진동이 발생할 수 있고, 높은 damping factor의 경우(오른쪽 그림) 알고리즘이 안정적이지만 수렴하는데 오랜 시간이 필요할 수 있습니다.

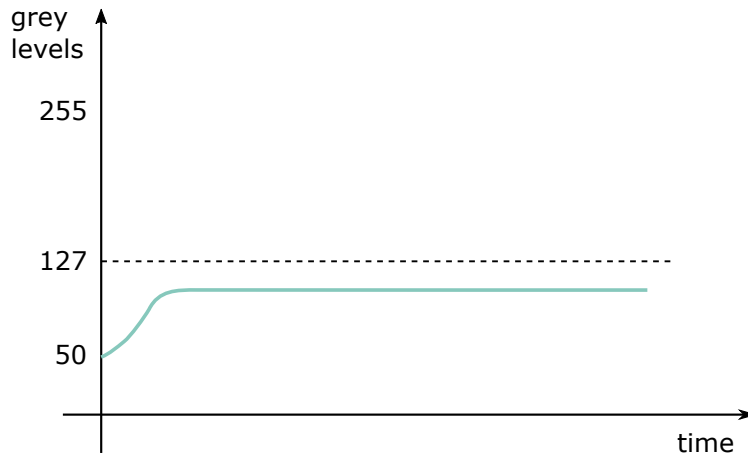


Figure 102: oeExposureAutoMax가 설정된 경우, 목표 밝기에 도달하지 못할 수 있지만, 긴 노출이 방지되어 카메라 frame rate의 감소를 막을 수 있습니다.

6.6 LUT Control

이 챕터의 기능은 Look-up table (LUT)와 관련된 기능을 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
LUTSelector	제어할 LUT를 선택합니다	IEnumeration	RW
LUTEnable	선택된 LUT를 활성화합니다	IBoolean	RW
LUTIndex	선택된 LUT에서 접근할 계수의 인덱스(오프셋)를 제어합니다	IInteger	RW
LUTValue	LUTSelector로 선택된 LUT의 LUTIndex 항목에서 값을 반환합니다	IInteger	RW

Table 25: LUT Control 기능

6.6.1 LUT

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

Fig.103에 나타난 그래프를 살펴보십시오: 첫 번째 그래프에서는 LUT가 적용되지 않아 출력 회색 레벨이 입력 값과 동일합니다(예: 회색 레벨 127은 LUT 출력에서도 127). 두 번째 그래프에서는 이진 임계화가 적용됩니다: 회색 레벨 값이 127 미만인 모든 픽셀(8비트 이미지의 경우)은 0(검정)으로 설정되고, 나머지는 255(흰색)로 설정됩니다.

Fig.104는 이전 두 변환의 결과를 보여줍니다.

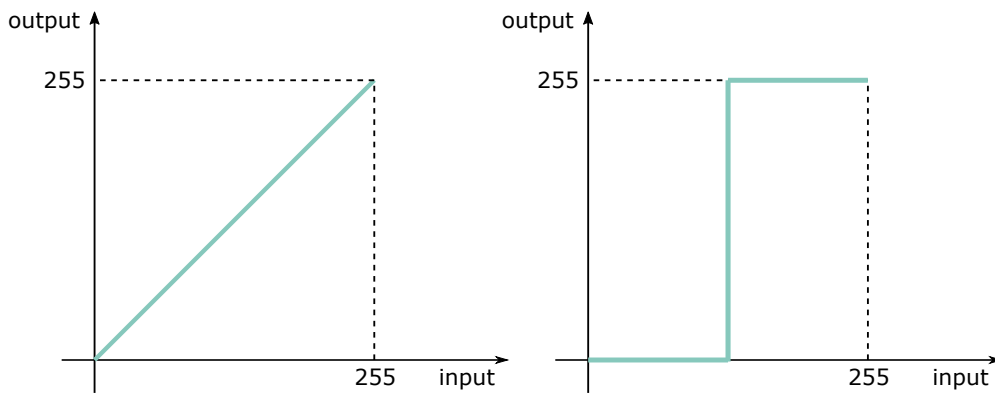


Figure 103: 두 가지 일반적인 입출력 전달 함수: 왼쪽은 LUT가 적용되지 않은 경우, 오른쪽은 이진 임계화가 적용된 경우.

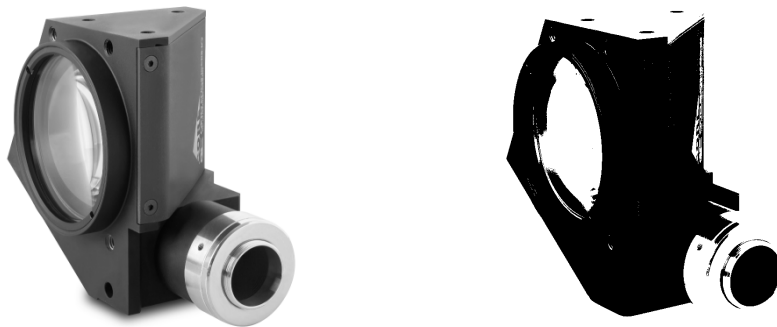


Figure 104: 왼쪽은 LUT가 적용되지 않은 경우, 오른쪽은 이진 임계화가 적용된 경우.

감마 기능이 활성화된 경우 LUT는 사용할 수 없습니다(section 6.4.3 참조).
Itala View의 LUT 마법사에 대한 자세한 내용은 section 4.7.4를 참조하십시오.

6.7 Color transformation control

Color Transformation 섹션은 장치의 색상 변환과 관련된 모든 기능을 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
ColorTransformationSelector	다양한 Color Transformation 기능에 의해 제어되는 Color Transformation 모듈을 선택합니다	IEnumeration	RW
ColorTransformationEnable	선택된 Color Transformation 모듈을 활성화합니다	IBoolean	RW
ColorTransformationValueSelector	선택된 Color Transformation 모듈에서 접근할 변환 행렬의 Gain 계수 또는 Offset을 선택합니다	IEnumeration	RW
ColorTransformationValue	변환 행렬 내 선택된 Gain 계수 또는 Offset의 값을 나타냅니다	IFloat	RW

Table 26: Color Transformation Control 기능

6.7.1 Color Correction Matrix (CCM)

좋은 색상 충실도를 얻는 것은 어려울 수 있습니다. 이미지의 색상이 카메라 색상 필터 및 무엇보다도 조명에 따라 다르기 때문입니다.

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

Color Correction Matrix (CCM)는 다음과 같이 게인/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' 및 B' 는 보정된 색상 좌표이며, R , G 및 B 는 보정되지 않은 색상 좌표입니다.

Gain과 Offset은 사용자가 자유롭게 편집할 수 있지만, 최적의 캘리브레이션을 위해 Itala View에서 사용할 수 있는 마법사가 이미 개발되어 있습니다. 이 캘리브레이션 절차의 단계는 Paragraph 4.7.6를 참조하십시오.

색상 보정 행렬은 색상 공간 간 변환에도 사용됩니다: 예를 들어 YUV 픽셀 포맷이 선택된 경우, 카메라는 RGB에서 YUV 색상 공간으로 전환하기 위한 올바른 계수를 자동으로 로드합니다:

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

CCM 계수의 적절한 조정은 section 4.7.6를 참조하십시오.

6.7.2 올바른 색상 캘리브레이션 수행 방법

Itala 카메라로 올바른 색상 캘리브레이션을 수행하려면 Itala View를 사용하여 다음 단계를 수행할 수 있습니다:

1. 적절한 조명을 설정한 후, *Horizontal line profile* 탭(중앙 하단 패널)을 선택하고 color checker 하단의 회색조 값만 포함하는 ROI를 그립니다(Figure 105).

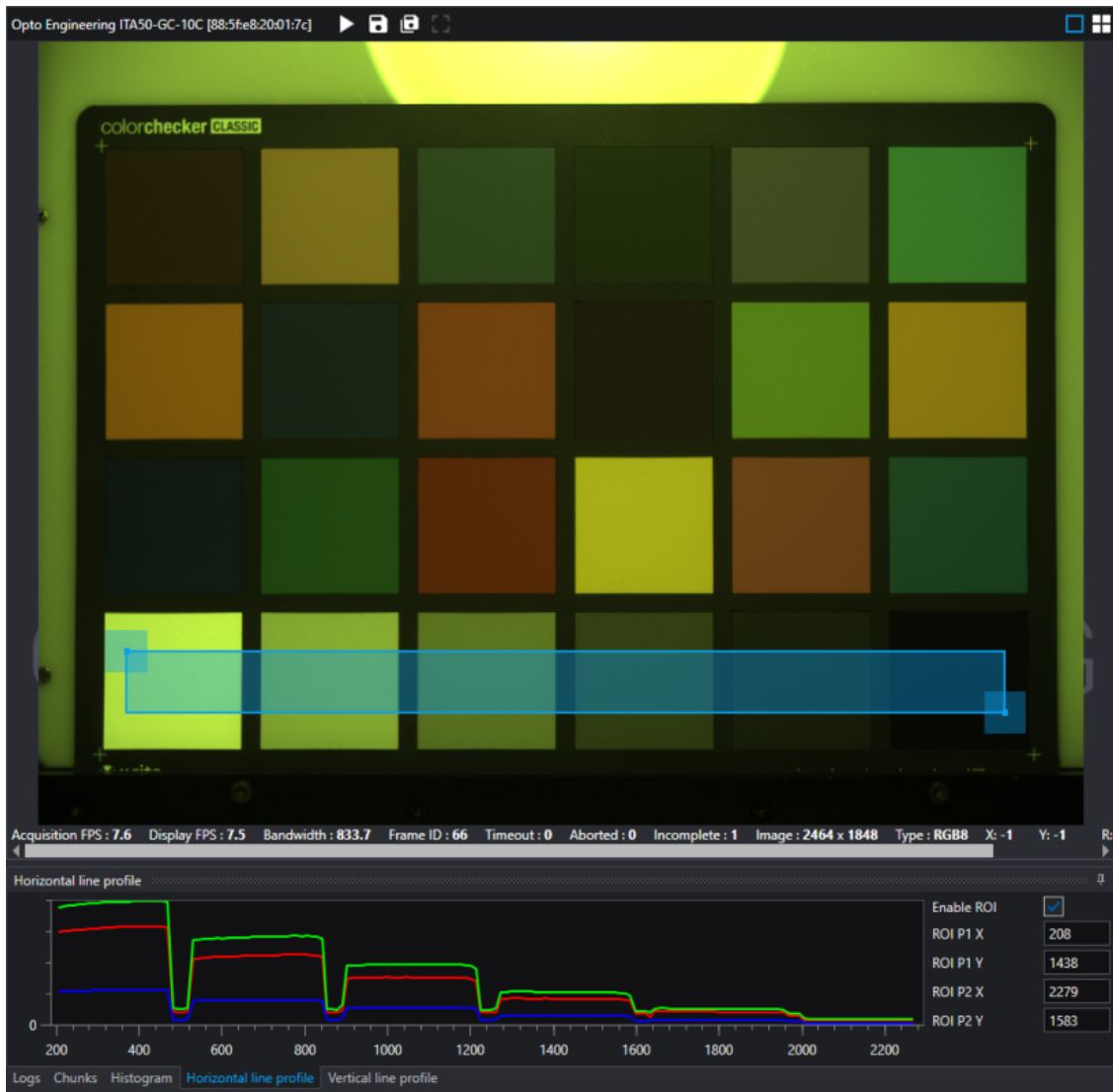


Figure 105: 색상 캘리브레이션 절차의 첫 번째 단계: 적절한 ROI 설정(color checker의 회색조 타일만 포함) 및 수평 라인 프로파일러에 결과 표시.

2. 표시된 이미지의 각 회색조 타일은 color checker에서 지정한 기준 값과 일치해야 합니다. 따라서 이 완벽한 일치를 위해 *ExposureTime* 및 *Gamma* 값을 조정해야 합니다(Figure 106). 우선 녹색 채널만 고려합니다(현재 픽셀 값은 이미지 표시 패널의 오른쪽 하단에 표시됩니다).
3. 녹색 채널이 올바르게 조정된 후, *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 모니터링합니다. R, G, B 곡선이 겹치면 화이트 밸런스가 최적 상태입니다(Figure 107).

- 이제 Itala View의 *Tool* 패널에 있는 전용 마법사를 사용하여 색상 캘리브레이션을 수행할 수 있습니다: *Color Correction Wizard*의 올바른 사용 지침은 Paragraph 4.7.6에 나열되어 있습니다(Figure 108).

캘리브레이션이 완료되면 결과는 Figure 109에 나타난 다음과 유사합니다.

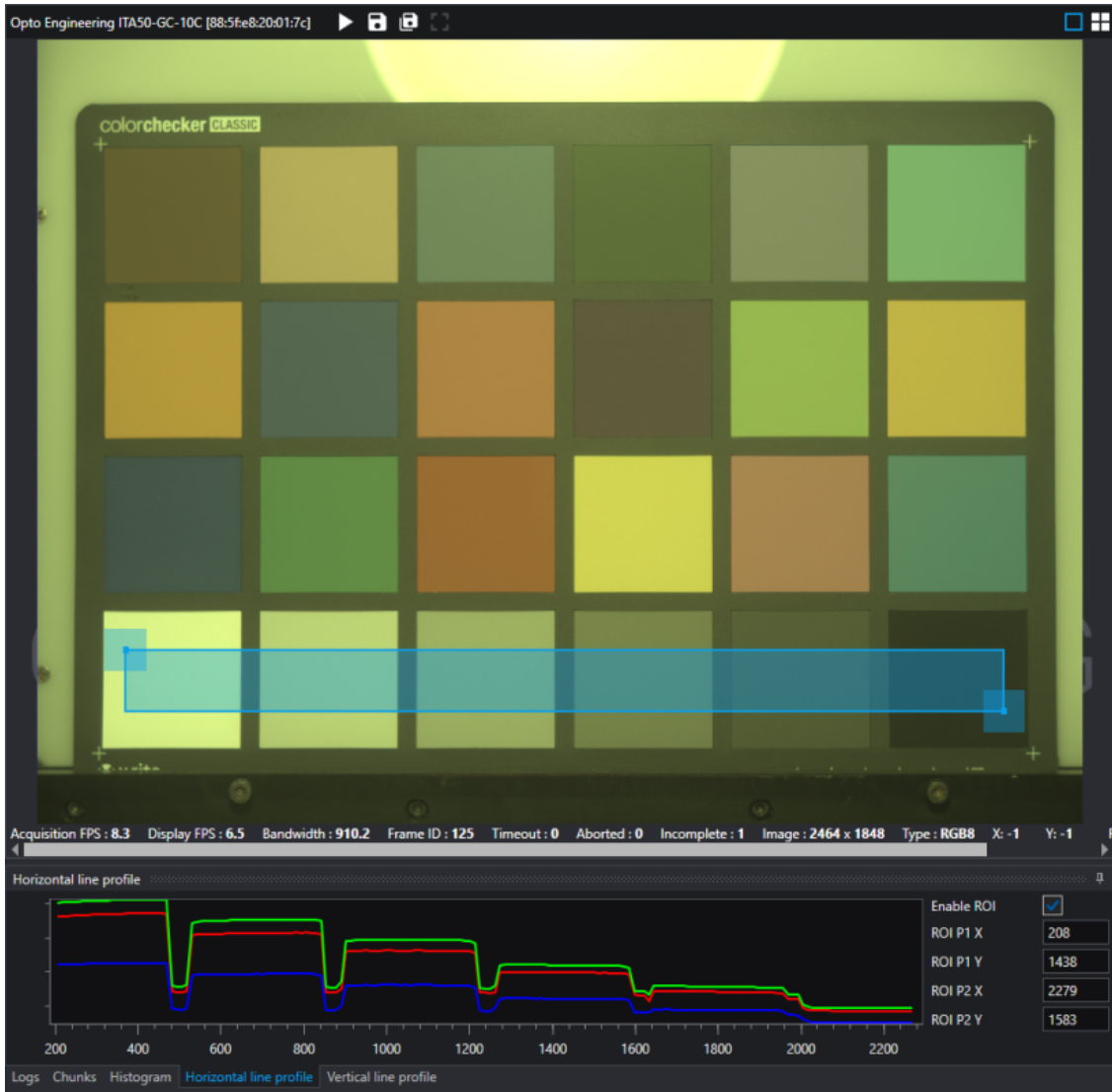


Figure 106: 색상 캘리브레이션 절차의 두 번째 단계: 녹색 채널이 color checker에서 지정한 값과 일치하도록 *Exposure Time* 및 *Gamma* 조정.

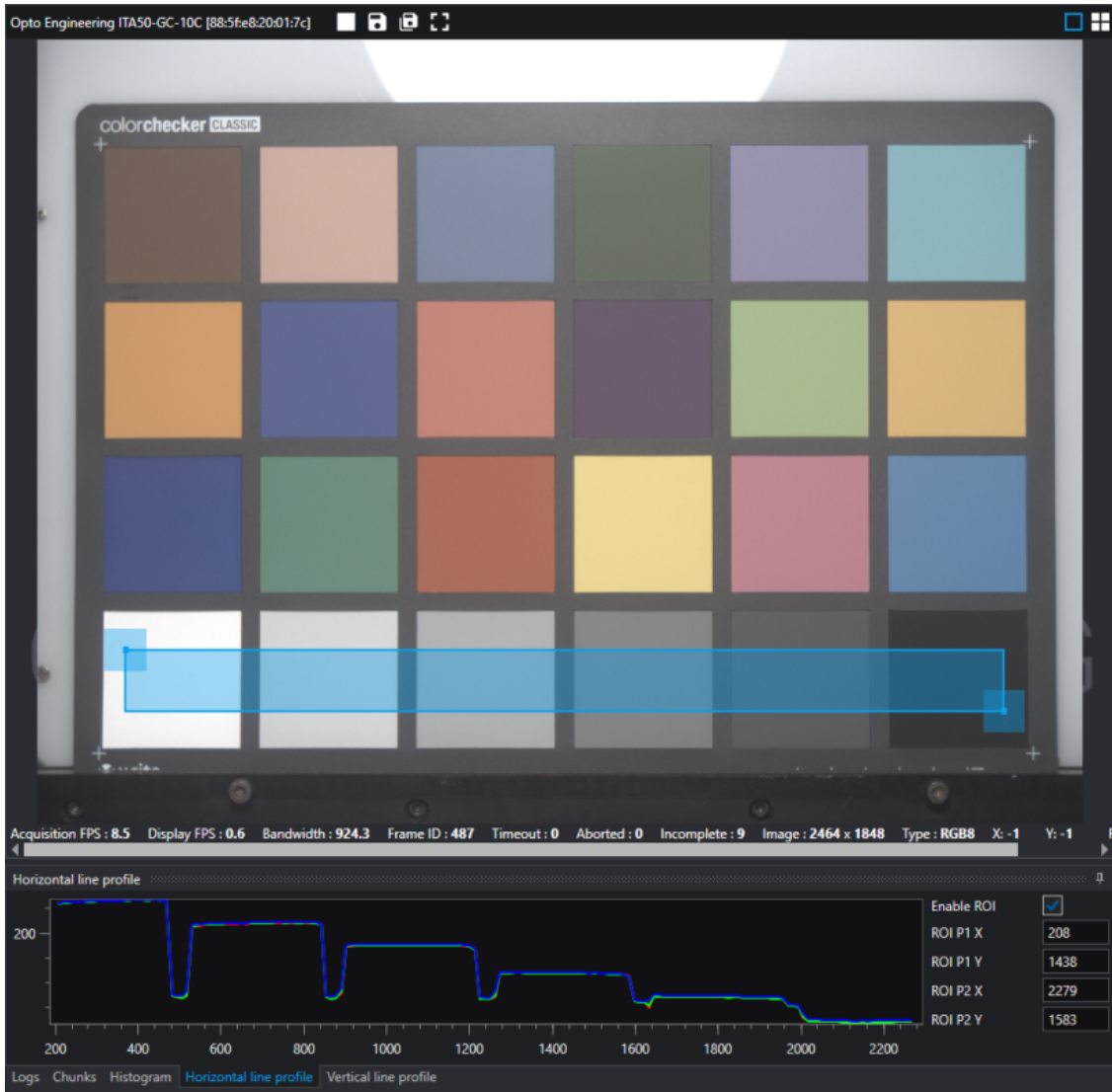


Figure 107: 색상 캘리브레이션 절차의 세 번째 단계: *BalanceRatio* 기능을 사용하여 수평 라인 프로파일 탭에서 세 가지 색상 곡선이 모두 겹치도록 빨간색 및 파란색 채널을 조정.

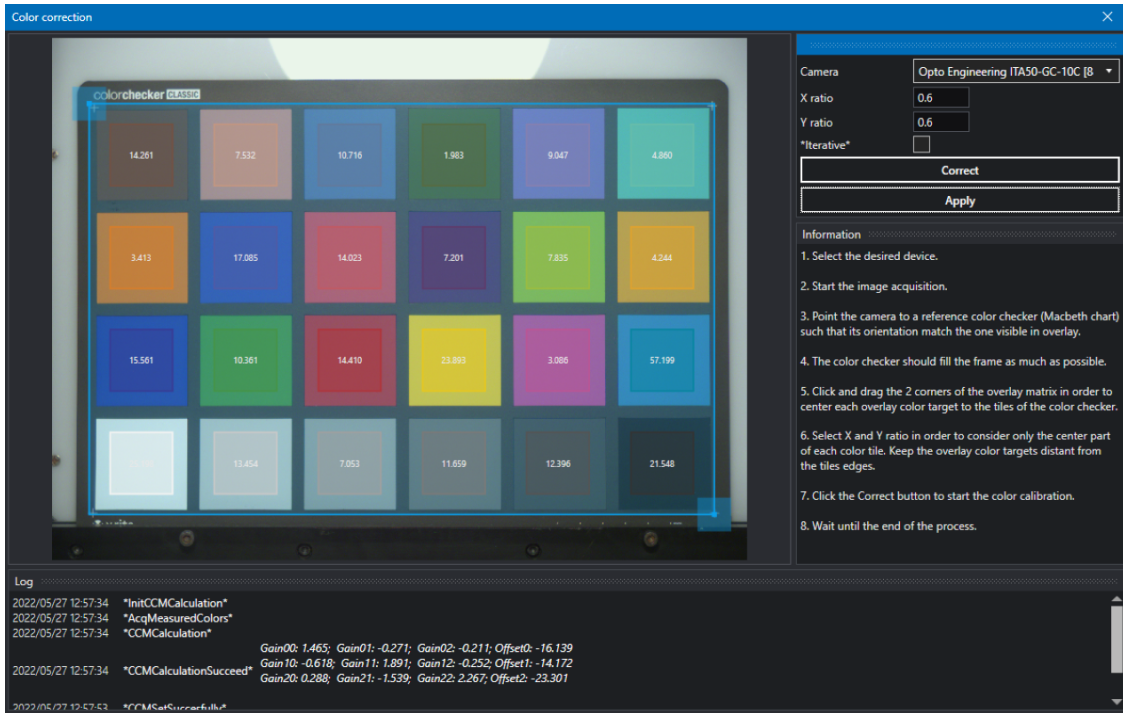


Figure 108: 색상 캘리브레이션 절차의 네 번째 단계: Itala View의 *Color Correction Wizard*를 사용하여 마법사의 안내에 따라 색상 캘리브레이션을 수행.



Figure 109: 색상 보정 절차 후의 컬러 차트.

6.8 Digital I/O Control

Digital I/O 챕터는 디바이스의 일반 입출력 신호를 제어하는 데 필요한 기능을 다룹니다. 여기에는 타이머, 카운터 트리거를 위한 입출력 제어 신호와 사용자가 구성 가능한 입출력 비트와 같은 정적 신호가 포함됩니다.

기능	설명	인터페이스	접근
LineSelector	구성할 외부 디바이스 커넥터의 물리적 라인(또는 핀) 또는 전송 계층의 가상 라인을 선택합니다	IEnumeration	RW
LineMode	물리적 라인이 신호 입력 또는 출력에 사용되는지 제어합니다	IEnumeration	RW
LineInverter	선택된 입력 또는 출력 라인의 신호 반전을 제어합니다	IBoolean	RW
LineStatus	선택된 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	선택된 라인에 출력할 내부 수집 또는 I/O 소스 신호를 선택합니다	IEnumeration	RW
oeDebounceEnable	입력 디바운스 회로를 활성화합니다. 입력 신호를 필터링하고 스푸리어스 상태 변화를 무시할 수 있습니다.	IBoolean	RW
oeDebounceAmount	유효한 입력으로 인식되기 위해 입력 신호가 일정하게 유지되어야 하는 시간	IFloat	RW
oePulseGeneratorEnable	LineSource로 지정된 신호의 상승 에지에서 생성된 펄스로 출력 신호를 대체합니다	IBoolean	RW
oePulseGeneratorPeriod	출력 신호 펄스의 지속 시간을 설정합니다	IFloat	RW
UserOutputSelector	UserOutputValue에 의해 설정될 User Output 레지스터의 비트를 선택합니다	IEnumeration	RW
UserOutputValue	UserOutputSelector로 선택된 비트의 값을 설정합니다	IBoolean	RW
UserOutputValueAll	User Output 레지스터의 모든 비트 값을 설정합니다	IInteger	RW

UserOutputValueAllMask	User Output 레지스터에 쓰기 전에 UserOutputValueAll로 지정된 값에 적용할 쓰기 마스크를 설정합니다	Integer	RW
------------------------	----------------------------------------------------------------------	---------	----

Table 27: Digital I/O Control 기능

6.8.1 Input Stage

디지털 I/O 블록에는 입력 트리거 신호 및 동기화 출력을 위한 온보드 처리 스테이지가 포함되어 있습니다.

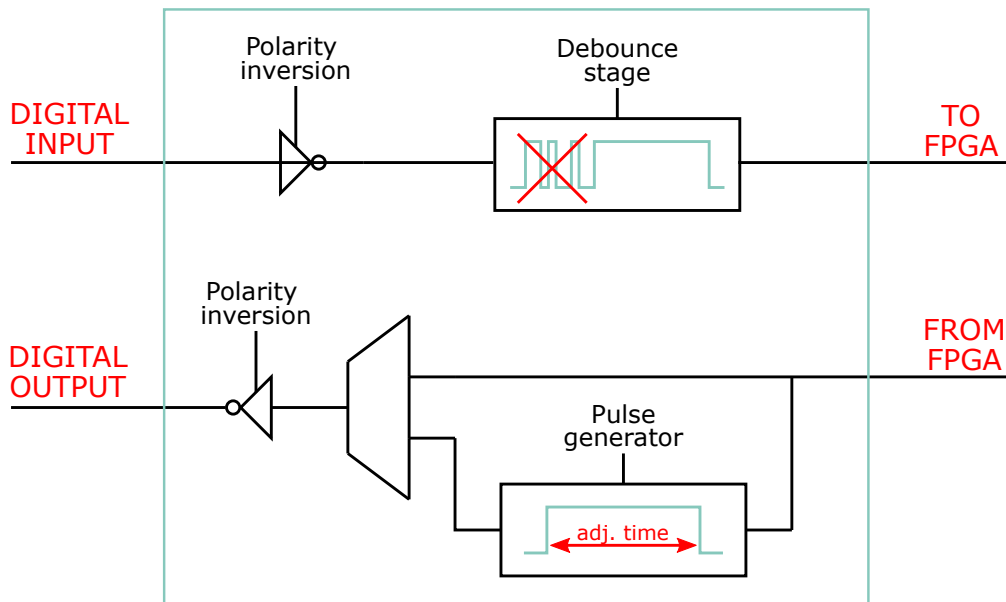


Figure 110: 디지털 I/O 스테이지 구성도.

LineInverter 기능은 입력 트리거가 *active-low* 로직, 즉 하강 에지를 감지해야 하는 경우 활성화해야 합니다. 이 기능은 동기화 출력에도 적용됩니다.

6.8.2 Debouncer

디바운서는 입력 트리거 신호의 노이즈, 스파이크, 진동을 억제하기 위해 설계된 기능입니다. 이러한 간섭이 의도치 않은 트리거 이벤트를 유발할 수 있는 시스템에서 일반적으로 사용됩니다.

Fig.111는 디바운서 로직의 동작 원리를 나타냅니다.

$T_{DEBOUNCE}$ (GenICam 트리에서 **oeDebounceAmount**로 노출)보다 짧은 입력 펄스는 스푸리어스로 분류되어 거부되며, 이 시간을 초과하는 펄스는 유효한 것으로 간주됩니다.

입력 펄스가 진짜인지 아닌지를 판단하기 전에 **oeDebounceAmount**와 동일한 시간 간격이 경과해야 하므로, 이 스테이지는 본질적으로 처리 지연을 발생시킵니다.

NOTE: 디바운서를 활성화하려면 불리언 기능 **oeDebounceEnable** 을 ON으로 설정해야 합니다.

NOTE: 광절연 입력의 고주파 진동을 억제하기 위해 기본적으로 $1\mu s$ 의 고유 디바운스 기간이 항상 적용됩니다.

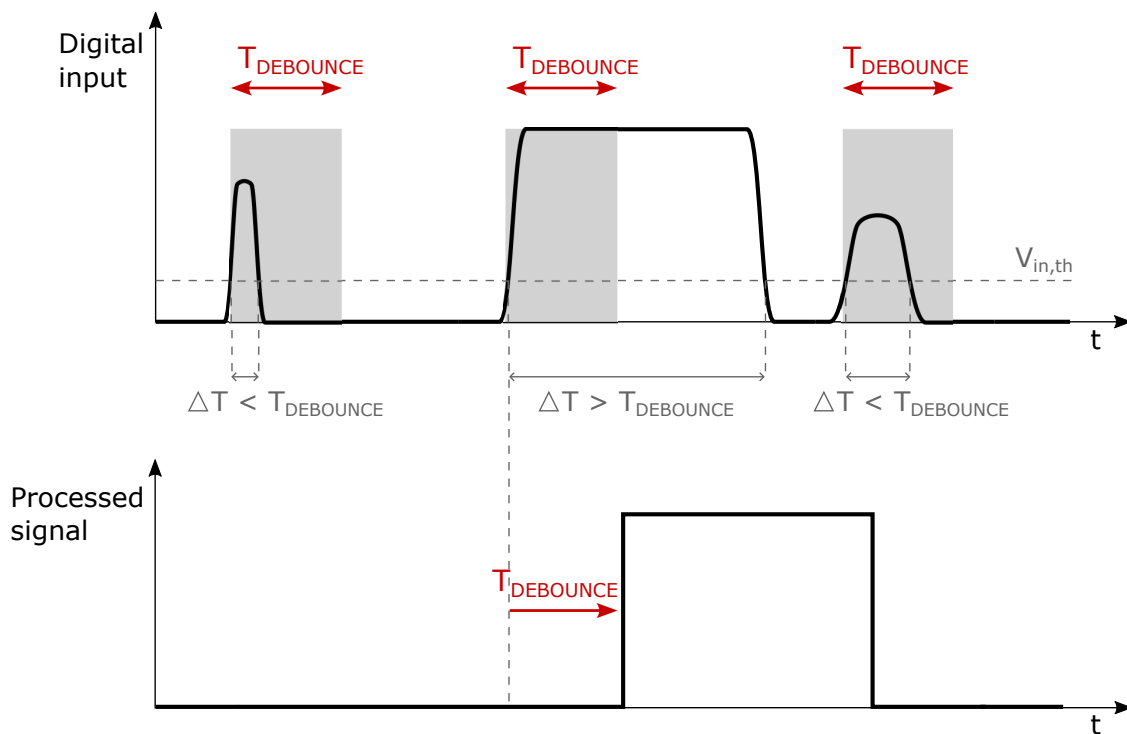


Figure 111: 디바운서 동작 원리. oeDebounceAmount보다 짧은 펄스는 불필요한 스파이크로 거부되고, 더 긴 펄스는 유효한 트리거 신호로 수락됩니다.

또한, 노이즈 및 간섭에 대한 입력 트리거 견고성을 더욱 높이기 위한 추가 보호 메커니즘을 활성화할 수 있습니다.

oeDeglitchEnable 기능이 활성화되면, 입력 디글리치 회로는 oeDebounceAmount보다 짧은 음의 방향 펄스를 필터링합니다. 디글리치 스테이지는 디바운서(oeDebounceEnable)가 활성화된 경우에만 동작합니다.

Fig.112는 디글리치 로직의 기능 원리를 보여줍니다.

NOTE: 디글리치 기간은 항상 디바운스 기간과 일치합니다.

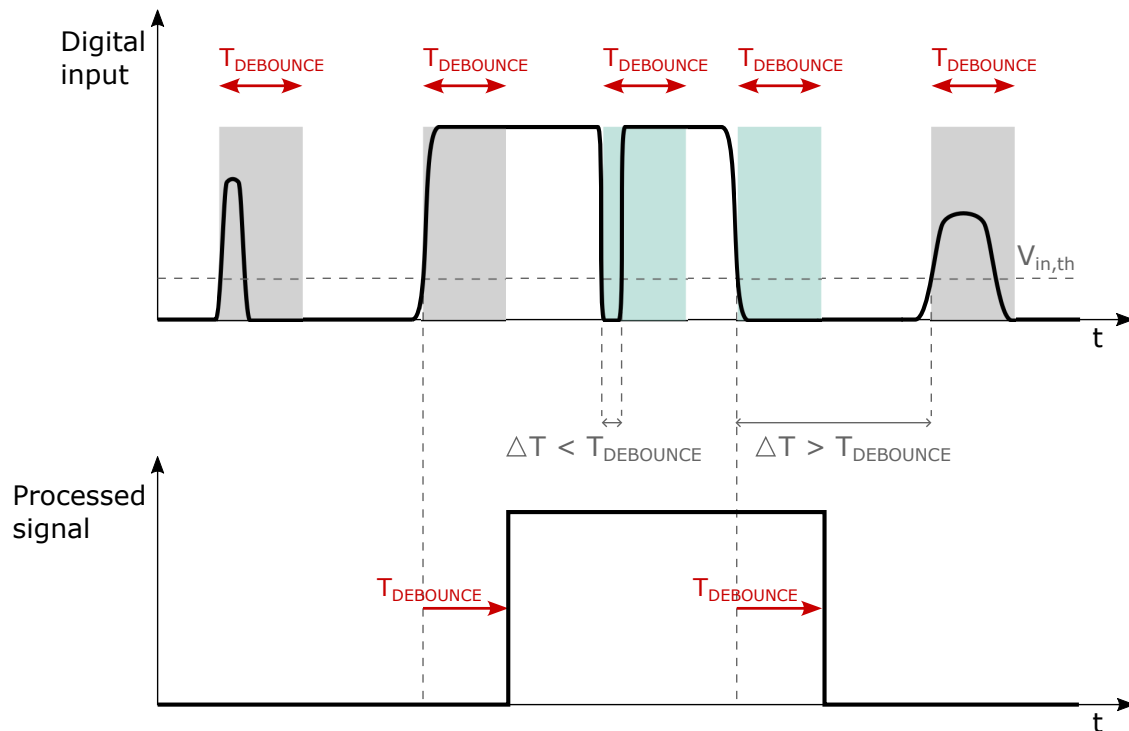


Figure 112: 디글리치 동작 원리. oeDebounceAmount보다 짧은 음의 방향 입력 펄스는 불필요한 글리치로 간주되어 거부됩니다. 논리 LOW 상태가 oeDebounceAmount보다 오래 지속되면 하강 에지는 유효한 것으로 처리되고, 처리된 신호는 그에 따라 LOW로 전환됩니다.

6.8.3 Output stage

출력 동기화 신호는 조건이 충족될 때 발생하는 내부 생성 펄스(예: TimerEnd, CounterEnd, EncoderOut 등)와 전용 펄스 생성기 중에서 선택할 수 있습니다. 두 번째 방식의 장점은 펄스 지속 시간을 선택할 수 있다는 점이며, 첫 번째 방식에서는 생성된 신호가 클럭 주기 하나만큼만 지속되어 슬레이브 디바이스가 감지하기에 너무 빠를 수 있습니다.

oePulseGeneratorEnable 기능은 **LineSource** 조건이 충족될 때 펄스 생성기를 트리거하며, **oePulseGeneratorPeriod** 기능은 온타임을 설정합니다.

6.9 Counter and Timer Control

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

기능	설명	인터페이스	접근
CounterSelector	구성할 카운터를 선택합니다	IEnumeration	RW
CounterEventSource	카운터를 증가시킬 소스 이벤트를 선택합니다	IEnumeration	RW
CounterResetSource	카운터를 초기화할 소스 신호를 선택합니다	IEnumeration	RW
CounterDuration	CounterEnd 이벤트가 생성되기 전까지의 지속 시간(또는 이벤트 수)을 설정합니다	Integer	RW
CounterValue	선택된 카운터의 현재 값을 읽거나 씁니다	Integer	RW
CounterReset	선택된 카운터를 소프트웨어로 초기화하고 시작합니다	ICommand	RW
TimerSelector	구성할 타이머를 선택합니다	IEnumeration	RW
TimerTriggerSource	타이머를 시작할 트리거 소스를 선택합니다	IEnumeration	RW
TimerDuration	타이머 펄스의 지속 시간 (마이크로초)을 설정합니다	Float	RW
TimerDelay	트리거 수신 후 타이머를 시작하기 전에 적용할 지연 시간(마이크로초)을 설정합니다	Float	RW
TimerValue	선택된 타이머의 현재 값 (마이크로초)을 읽거나 씁니다	Float	RW
TimerReset	선택된 타이머를 소프트웨어로 초기화하고 시작합니다	ICommand	RW

Table 28: Counter and Timer Control 기능

6.10 Encoder Control

이 섹션에는 쿼드러처 엔코더의 제어 및 모니터링을 위한 모든 기능이 나열되어 있습니다. 쿼드러처 엔코더는 증분형, 회전형 및 샤프트 엔코더라고도 합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EncoderSelector	구성할 엔코더를 선택합니다	IEnumeration	RW
EncoderSourceA	엔코더 A 입력의 소스로 사용할 신호를 선택합니다	IEnumeration	RW
EncoderSourceB	엔코더 B 입력의 소스로 사용할 신호를 선택합니다	IEnumeration	RW
EncoderMode	엔코더 카운트가 지터 필터링이 있는 FourPhase 모드 또는 지터 필터링이 없는 HighResolution 모드를 사용하는지 선택합니다	IEnumeration	RW
EncoderDivider	엔코더 출력 펄스 신호를 생성하는데 필요한 엔코더 증가/감소 횟수를 설정합니다	Integer	RW
EncoderOutputMode	엔코더 인터페이스가 유효한 엔코더 출력 신호를 생성하기 위한 조건을 선택합니다	IEnumeration	RW
EncoderValue	선택된 엔코더의 위치 카운터 현재 값을 읽거나 씁니다	Integer	RW
EncoderResetSource	엔코더를 초기화할 소스 신호를 선택합니다	IEnumeration	RW
EncoderReset	선택된 엔코더를 소프트웨어로 초기화하고 시작합니다	ICommand	RW

Table 29: Encoder Control 기능

6.10.1 Encoder interface

Itala는 증분형 엔코더 모니터링에 사용할 수 있습니다. 쿼드러처 엔코더의 A-B 핀은 Itala 카메라의 광절연 입력 핀에 연결할 수 있습니다. 전기 사양은 Table 7와 Table 5.1에 나열되어 있습니다.

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

NOTE: 입력 주파수가 공칭 사양보다 높은 경우 샘플링 오류가 발생할 수 있으며, 결과적으로 엔코더 모니터링 중 오류가 발생할 수 있습니다.

6.10.2 Encoder output mode

EncoderOutputMode 기능은 다음 두 가지 구동 모드 중 하나를 선택합니다(Fig.113 참조):

- **direction mode:** 엔코더 위치는 한 방향으로만 증가합니다.
이동 방향이 변경되면 이동 방향이 다시 변경될 때까지 엔코더 카운터가 계수를 중지합니다.
이 구성에서는 역방향 이동이 고려되지 않습니다.
- **position mode:** 엔코더 위치는 한 방향으로만 증가합니다.
이동 방향이 변경되면 이동 방향이 다시 변경될 때까지 엔코더 카운터가 감소하기 시작합니다.
이 구성에서는 역방향 이동이 고려됩니다.

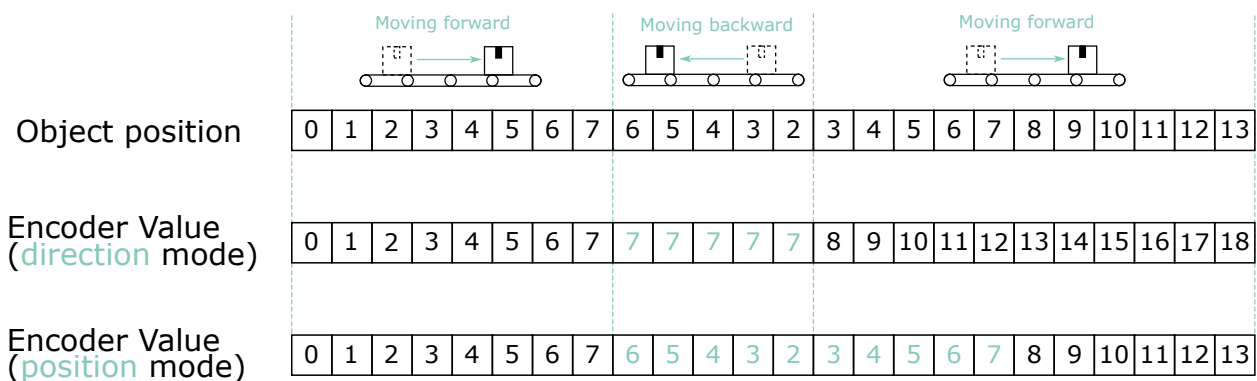


Figure 113: 엔코더 블록의 두 가지 구동 모드: (위 그림) **direction mode**와 (아래 그림) **position mode**.

6.10.3 Encoder mode

엔코더 카운터는 두 가지 방식으로 증가/감소할 수 있습니다:

- **High resolution mode:** Encoder A 또는 Encoder B 신호의 모든 상태 변화에 대해 엔코더 카운터가 업데이트(증가 또는 감소)됩니다.
- **4-phase mode:** 매 전체 사이클(즉, 00 - 10 - 11 - 01 시퀀스마다)에 대해 엔코더 카운터가 업데이트(증가 또는 감소)됩니다.

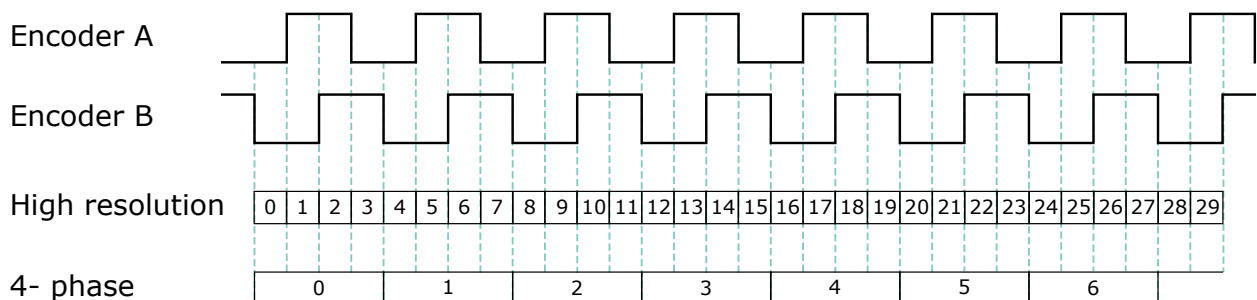


Figure 114: 엔코더 모드: High resolution(위) vs 4-phase(아래).

6.10.4 EncoderValue 래핑 관리

EncoderValue는 0에서 65535 범위의 양수 값입니다.

엔코더 출력 모드가 **position mode**로 설정된 경우 **EncoderValue** 계산에서 역방향 이동이 고려됩니다. 이 값은 음수가 될 수 없으므로, 역방향 이동 시 Fig.115에 나타난 것처럼 엔코더가 65535에서 0으로 역방향 카운트를 수행합니다.

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

EncoderDivider가 20000으로 설정된 다음 예시를 고려하십시오.

또한 **EncoderValue**가 15000, 즉 **EncoderDivider**보다 작은 값이 되도록 하는 일정 수의 역방향 스텝을 고려하십시오. 전진 이동이 재개되면 **EncoderValue**가 **EncoderDivider**(즉, 20000)와 같아질 때 스푸리어스 엔코더 펄스가 발생합니다.

원치 않는 엔코더 펄스를 방지하려면 다음 조건이 충족되어야 합니다:

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

Eq.11를 보장할 수 없는 경우 스푸리어스 엔코더 펄스는 사용자 애플리케이션에서 관리해야 합니다.

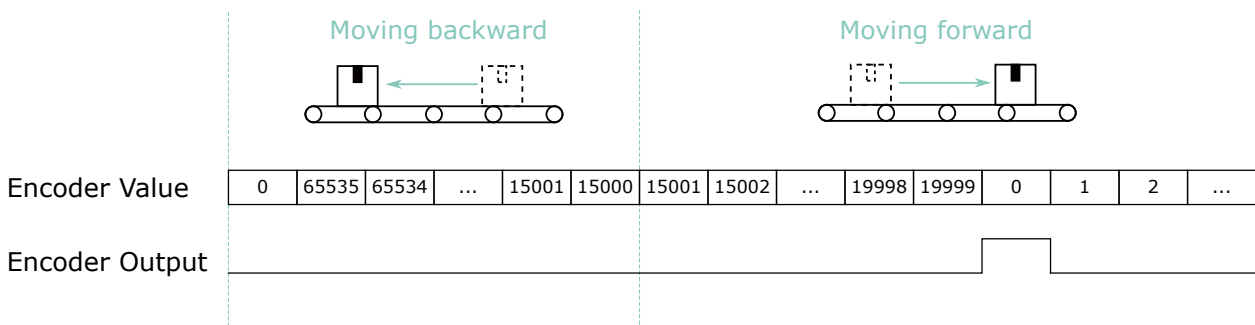


Figure 115: 스푸리어스 펄스 생성 예시: 먼저 역방향 이동이 적용되어 **EncoderValue** 지시자가 **EncoderDivider**보다 낮아집니다. 그런 다음 전진 이동이 복원되면 **EncoderValue**가 **EncoderDivider**와 같아질 때 스푸리어스 펄스가 생성됩니다

6.11 Logic Block Control

Logic Block Control 섹션은 Logic Block 요소에 의한 신호 제어 및 생성과 관련된 모델 및 기능을 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
LogicBlockSelector	구성할 Logic Block을 지정합니다	IEnumeration	RW
LogicBlockFunction	구성할 Logic Block의 조합 논리 함수를 선택합니다	IEnumeration	RW

LogicBlockInputNumber	Logic Block의 활성 신호 입력 수를 지정합니다	Integer	R
LogicBlockInputSelector	구성할 Logic Block의 입력을 선택합니다	Integer	RW
LogicBlockInputSource	Logic Block으로의 입력 소스 신호를 선택합니다	Enumeration	RW
LogicBlockInputInverter	선택된 Logic Block 입력 소스 신호가 반전되는지 선택합니다	Boolean	RW
LogicBlockLUTIndex	선택된 LUT에서 접근할 진리표의 인덱스를 제어합니다	Integer	RW
LogicBlockLUTValue	선택된 LUT의 LogicBlockLUTIndex 항목과 연관된 값을 읽거나 씁니다	Boolean	RW
LogicBlockLUTValueAll	LogicBlockLUTIndex를 무시하고 한 번의 접근으로 선택된 LUT의 모든 출력 비트 값을 설정합니다	Integer	RW

Table 30: Logic Block Control 기능

6.11.1 Logic block 모듈

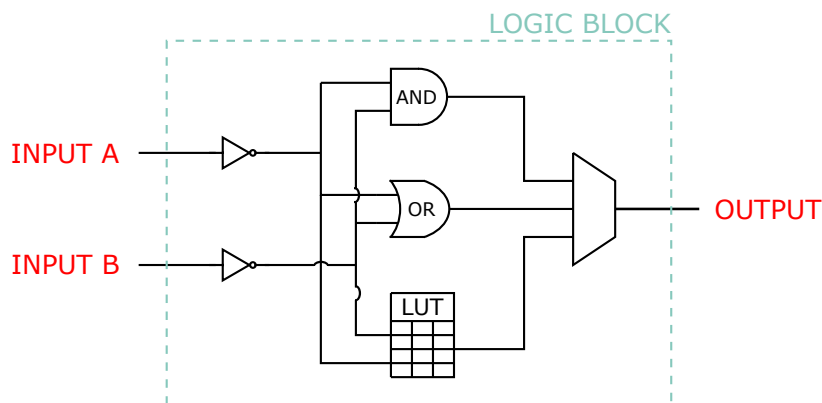


Figure 116: logic block 셀의 단순화된 구성도.

logic block 모듈은 주로 두 가지 입력 조건에 따라 출력 신호를 생성하는 데 사용됩니다. 이 블록은 세 가지 다른 논리 함수로 구성됩니다(Fig.116 참조):

- **AND:** 두 입력이 모두 HIGH인 경우 logic block의 출력이 HIGH입니다;
- **OR:** 하나 이상의 입력이 HIGH인 경우 logic block의 출력이 HIGH입니다;
- **LUT:** 사용자가 LUT의 진리표를 자유롭게 작성할 수 있습니다;

최대한의 유연성을 위해 이 블록의 입력에 **반전 스테이지**도 포함되어 있습니다.

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 31: LUT 작성 예시.

6.12 Action Control

Action 칩터는 디바이스의 Action Signals와 관련된 모든 기능을 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
ActionUnconditionalMode	기본 제어 채널이 닫혔을 때도 action 명령이 처리되는 무조건 action 명령 모드를 활성화합니다.	IEnumeration	RW
ActionDeviceKey	디바이스가 action 명령의 유효성을 확인할 수 있도록 하는 디바이스 키를 제공합니다	Integer	W
ActionQueueSize	scheduled action commands 큐의 크기를 나타냅니다. 이 숫자는 특정 시점에 대기할 수 있는 최대 scheduled action commands 수를 나타냅니다.	IEnumeration	R
ActionSelector	추가 Action 설정을 적용할 Action Signal을 선택합니다	Integer	RW
ActionGroupKey	디바이스가 action 프로토콜 메시지 수신 시 action의 유효성을 검사하는 데 사용할 키를 제공합니다	Integer	RW
ActionGroupMask	디바이스가 action 프로토콜 메시지 수신 시 action의 유효성을 검사하는 데 사용할 마스크를 제공합니다	Integer	RW

Table 32: Action command Control 기능

6.12.1 Action Command

Action Command를 사용하면 이더넷 네트워크에서 하나 이상의 GigE 카메라에 거의 동시에 액션을 트리거할 수 있습니다. Action 신호는 시스템이 이더넷 네트워크 지연의 영향을 받기 때문에 하드웨어 트리거처럼 모든 디바이스에서 동기적이지 않아, 신호가 디바이스에 동시에 도달하지 않습니다. 그러나 action 명령을 사용하면 카메라를 트리거하기 위한 추가 하드웨어 연결 없이 이더넷 라인만으로 카메라

를 트리거할 수 있습니다. 또한 action 명령 트리거는 단 하나의 명령만 모든 카메라에 전송되므로 다중 카메라의 소프트웨어 트리거보다 더 효율적입니다.

Itala 카메라는 하나의 action 명령을 지원하므로 사용자는 ActionDeviceKey, ActionGroupKey, Action-GroupMask를 구성할 수 있습니다. 카메라는 명령 정보가 구성된 action 명령과 일치하는지 확인한 후 트리거를 생성합니다. 명령은 하나 또는 여러 디바이스를 트리거해야 하는지 여부에 따라 유니캐스트 또는 브로드캐스트 모드로 전송할 수 있습니다.

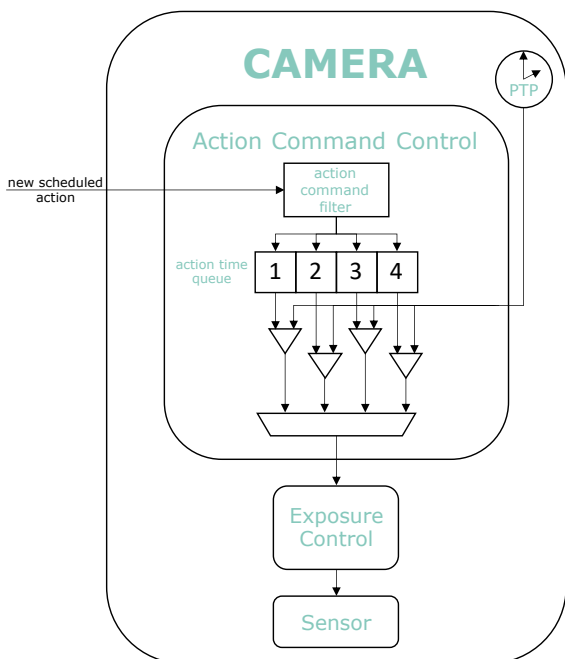
카메라의 트리거 동기성을 향상시키려면 **Scheduled Action Commands**를 사용해야 합니다(6.12.2).

6.12.2 Scheduled Action Command

Scheduled Action Commands를 사용하면 나노초 단위의 정밀도로 미래의 특정 시간에 하나 이상의 디바이스에서 트리거 액션을 생성할 수 있습니다. 유일한 두 가지 요구 사항은 **PTP** 기능 활성화 및 카메라와 PTP 마스터 클록 동기화입니다(6.20.1 참조). 이 조건이 충족되지 않으면 예약된 action 요청이 처리되지 않습니다.

예약된 action 제어 아키텍처를 설명하는 블록 다이어그램은 Fig.117에 나와 있으며 아래에서 자세히 설명합니다.

사용자가 scheduled action을 전송하면 카메라는 하드웨어를 통해 명령 정보가 구성된 action 명령과 일치하는지 확인합니다. 그런 다음 scheduled action의 타임 태그가 과거인 경우 action이 즉시 처리되고, 그렇지 않으면 하드웨어 action 시간 큐에 추가됩니다. 큐의 깊이는 4이므로 최대 4개의 scheduled action을 처리할 수 있습니다. 큐가 가득 찬 경우 추가 명령은 무시됩니다. Action 타임스탬프가 참조 시간보다 작거나 같아지면 큐에서 제거되고 Exposure Control을 향한 하드웨어 트리거가 어서트됩니다.



ACK 메시지가 요청된 경우 가능한 상태 코드는 다음과 같습니다:

- **GEV_STATUS_NO_REF_TIME:**
카메라에 마스터 클록과 동기화된 참조 시간이 없습니다. 예약된 action 요청이 처리되지 않습니다.
- **GEV_STATUS_ACTION_LATE:**
카메라가 (디바이스 타임스탬프 기준으로) 과거의 타임 태그가 있는 scheduled action 명령을 수신했습니다.
- **GEV_STATUS_OVERFLOW:**
타임스탬프 큐가 가득 찬 상태에서 디바이스가 큐에 추가할 수 없는 action 명령을 수신했습니다.

Figure 117: Scheduled Action Command 블록 다이어그램.

scheduled action이 센서 노출 트리거를 위해 구성될 때 하드웨어 처리로 인해 발생하는 하드웨어 지연은 트리거 시간의 정확도를 향상시키기 위해 타임스탬프에서 보정됩니다.

TriggerOverlap이 ON인 경우 노출 시간과 프레임 전송 사이의 지연 시간이 더 높은 불확실성의 영향을 받으므로, Scheduled Action을 사용하더라도 TriggerOverlap이 OFF인 경우보다 프레임 수집 시의 지터가 더 높습니다.

6.13 Event Control

이 섹션에서는 호스트 애플리케이션에 대한 이벤트 생성을 제어하는 방법을 설명합니다. 이벤트는 내부 이벤트 발생을 호스트 애플리케이션에 알리기 위해 전송되는 메시지입니다.

이벤트는 일반적으로 호스트 애플리케이션이 디바이스의 외부 이벤트와 동기화되도록 하는 데 사용됩니다. 머신 비전의 일반적인 사용 사례는 컨베이어 벨트에서 검사 부품을 이동시키기 위해 센서의 노출 종료 알림을 기다리는 호스트 애플리케이션입니다.

EventSelector는 제어할 특정 이벤트를 선택합니다. 수집, 온도, I/O 라인 등 다양한 이벤트 소스가 있습니다.

EventNotification은 **EventSelector**로 선택된 내부 이벤트 발생 알림을 활성화 또는 비활성화하는 데 사용됩니다. **EventNotification**이 **Off**로 설정된 경우 선택된 유형의 이벤트가 생성되지 않습니다.

EventSelector 열거형에 나열된 각 이벤트에 대해 표준 이름을 가진 이벤트 식별자 기능이 있습니다 (예: **EventExposureEnd**). 제어 애플리케이션은 이 기능을 이용해 이벤트 발생 시 알림을 받을 콜백 함수를 등록할 수 있습니다. 이 정수형 이벤트 기능은 전송 계층에서 이벤트를 식별하는 고유 식별자 값을 반환합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventSelector	호스트 애플리케이션에 알릴 이벤트를 선택합니다	IEnumeration	RW
EventNotification	선택된 이벤트 발생 시 호스트 애플리케이션에 대한 알림을 활성화 또는 비활성화합니다	IEnumeration	RW
EventExposureEndData	ExposureEnd 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리	ICategory	-
EventFrameTriggerMissedData	FrameTriggerMissed 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리	ICategory	-
EventFrameTriggerReadyData	FrameTriggerReady 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리	ICategory	-
EventLine0RisingEdgeData	Line0RisingEdge 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리	ICategory	-
EventLine1RisingEdgeData	Line1RisingEdge 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리	ICategory	-

EventTestData	Test 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리	ICategory	-
EventAutofocusDoneData	AutofocusDone 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리	ICategory	-
EventSensorTemperatureData	SensorTemperatureData 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리	ICategory	-
EventEventLostData	EventLost 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리	ICategory	-
oeEventLostCounter	손실된 이벤트 수를 표시합니다	Integer	-
oeEventLostCounterClear	이벤트 손실 카운터를 초기화합니다	ICommand	-
EventBufferFullData	BufferFull 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리	ICategory	-
EventBufferReadyData	BufferReady 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리	ICategory	-
EventTransferSkippedData	TransferSkipped 이벤트와 관련된 모든 속성을 포함하는 카테고리	ICategory	-

Table 33: Event Control 기능

6.13.1 Exposure End Event

이 이벤트는 디바이스가 하나의 프레임(또는 라인) 노출을 완료했을 때 생성됩니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventExposureEnd	Exposure End 유형 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 34: Event Exposure End Data 기능

6.13.2 Frame Trigger Missed Event

이 이벤트는 카메라가 수신되는 트리거 신호를 처리할 수 없어 트리거가 누락될 때 생성됩니다. 금지 구간 내에 너무 많은 트리거가 발생한 것이 원인일 수 있습니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventFrameTriggerMissed	Frame Trigger Missed 유형 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R
EventFrameTriggerMissedTimes-tamp	Frame Trigger Missed 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다	Integer	R
EventFrameTriggerMissed-FramelD	Frame Trigger Missed 이벤트를 생성한 프레임(또는 이미지)의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R

Table 35: Event Frame Trigger Missed Data 기능

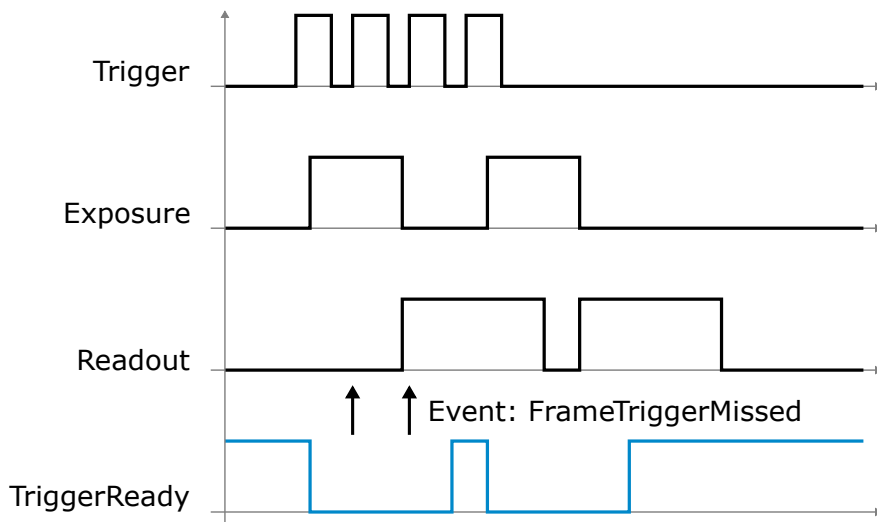


Figure 118: FrameTriggerMissedEvent

6.13.3 Frame Trigger Ready Event

이 이벤트는 디바이스가 프레임 캡처 시작을 위한 트리거를 수신할 준비가 되었을 때 생성됩니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventFrameTriggerReady	Frame Trigger Ready 유형 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R
EventFrameTriggerReadyTimes-tamp	Frame Trigger Ready 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다	Integer	R

Table 36: Event Frame Trigger Ready Data 기능

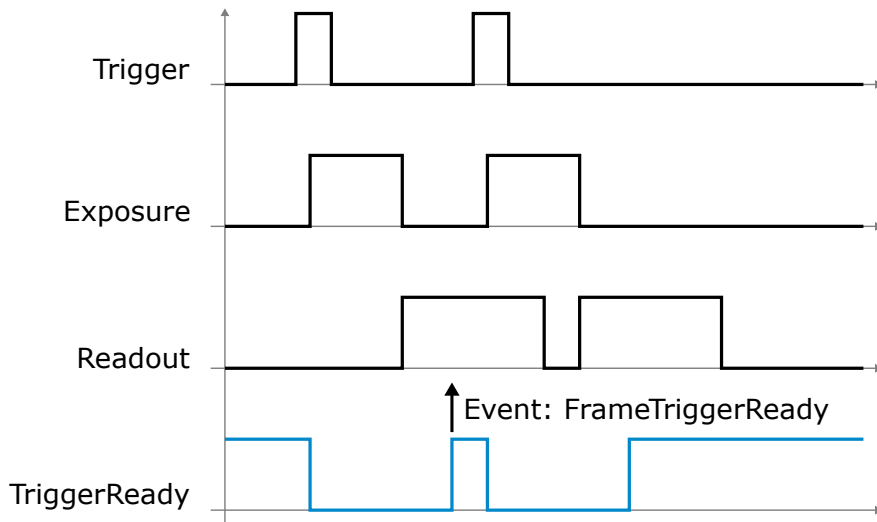


Figure 119: FrameTriggerMissedReady

6.13.4 Line 0 Rising Edge Event

이 이벤트는 Line 0에서 상승 에지가 감지될 때 생성됩니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventLine0RisingEdge	Line 0 Rising Edge 유형 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R
EventLine0RisingEdgeTimestamp	Line 0 Rising Edge 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다	Integer	R
EventLine0RisingEdgeFrameID	Line 0 Rising Edge 이벤트를 생성한 프레임(또는 이미지)의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R

Table 37: Event Line 0 Rising Edge Data 기능

6.13.5 Line 1 Rising Edge Event

이 이벤트는 Line 1에서 상승 에지가 감지될 때 생성됩니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventLine1RisingEdge	Line 1 Rising Edge 유형 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R
EventLine1RisingEdgeTimestamp	Line 1 Rising Edge 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다	Integer	R

EventLine1RisingEdgeFrameID	Line 1 Rising Edge 이벤트를 생성한 프레임(또는 이미지)의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R
-----------------------------	--------------------------------------------------------	---------	---

Table 38: Event Line 1 Rising Edge Data 기능

6.13.6 Test Event

테스트 이벤트는 디바이스가 **TestEventGenerate** 명령을 수신할 때 생성됩니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventTest	TestEventGenerate 명령을 사용하여 생성된 Test 유형 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R
EventTestTimestamp	Test 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다	Integer	R

Table 39: Event Test Data 기능

6.13.7 Autofocus Done Event

이 이벤트는 디바이스가 자동 초점 프로세스를 완료할 때마다 생성됩니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventAutofocusDone	Event Autofocus 유형 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R
EventAutofocusDoneTimestamp	Autofocus Done 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다	Integer	R

Table 40: Event Autofocus Done Data 기능

6.13.8 Sensor Temperature Event

이 이벤트는 센서의 동작 온도 범위가 변경될 때 생성됩니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventSensorTemperature	이미지 센서 온도 범위 변화로 생성된 Event Sensor Temperature 유형 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R

EventSensorTemperatureTimestamp	Event Sensor Temperature 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다	Integer	R
---------------------------------	--------------------------------------------	---------	---

Table 41: Event Sensor Temperature Data 기능

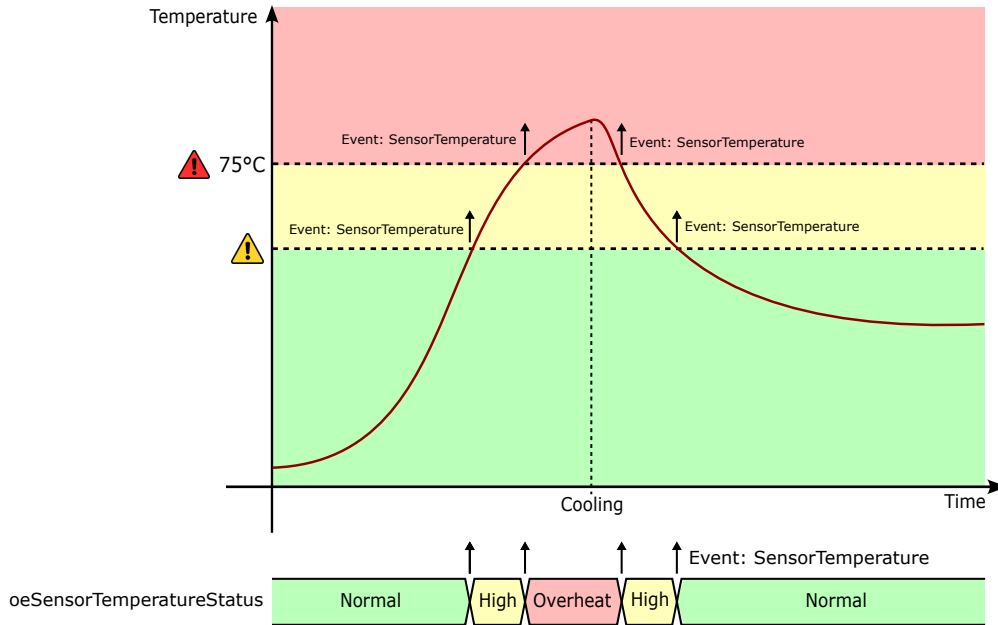


Figure 120: SensorTemperatureEvent

6.13.9 Event Lost Event

이 이벤트는 선택된 이벤트가 손실될 때 생성됩니다. 손실 원인은 과도한 이벤트 발생일 수 있습니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventEventLost	Event Lost 유형 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R
EventEventLostTimestamp	Event Lost 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다	Integer	R

Table 42: Event Event Lost Data 기능

6.13.10 Buffer Full Event

이 이벤트는 디바이스 이미지 버퍼가 가득 찼을 때 생성됩니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventBufferFull	Buffer Full 유형 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R
EventBufferFullTimestamp	Buffer Full 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다	Integer	R

Table 43: Event Buffer Full Data 기능

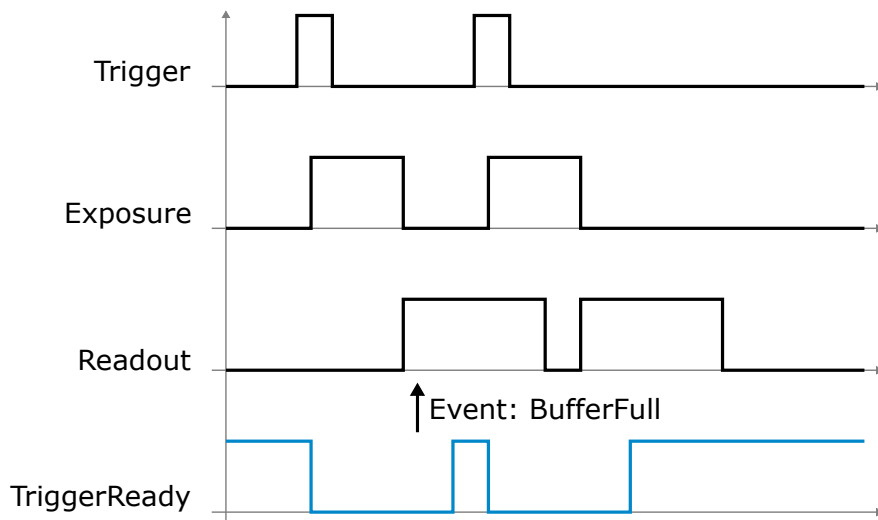


Figure 121: BufferFullEvent

6.13.11 Buffer Ready Event

이 이벤트는 디바이스 이미지 버퍼가 새 프레임을 수신할 준비가 되었을 때 생성됩니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventBufferReady	Buffer Ready 유형 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R
EventBufferReadyTimestamp	Buffer Ready 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다	Integer	R

Table 44: Event Buffer Ready Data 기능

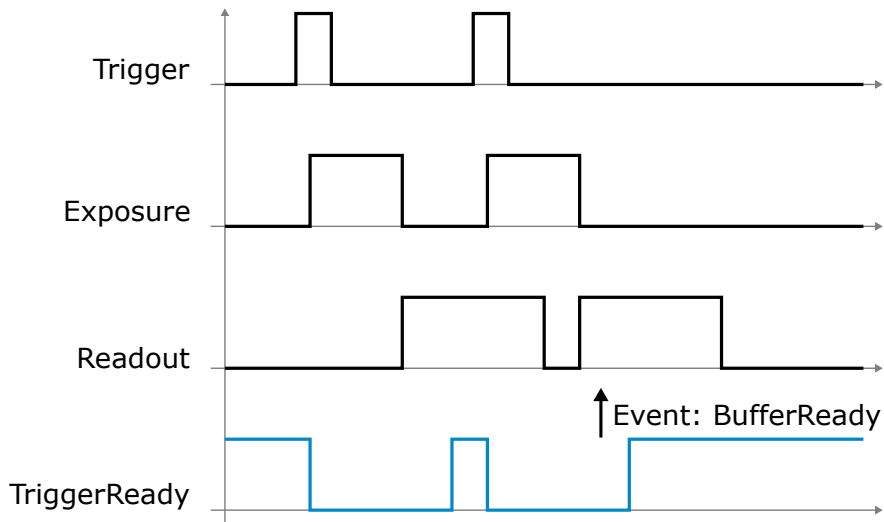


Figure 122: BufferReadyEvent

6.13.12 Transfer Skipped Event

이 이벤트는 버퍼가 가득 차서 디바이스가 현재 프레임 전송을 건너뛸 때 생성됩니다.

기능	설명	인터페이스	접근
EventTransferSkipped	Transfer Skipped 유형 이벤트의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R
EventTransferSkippedTimestamp	Transfer Skipped 이벤트의 타임스탬프를 반환합니다	Integer	R

Table 45: Event Transfer Skipped Data 기능

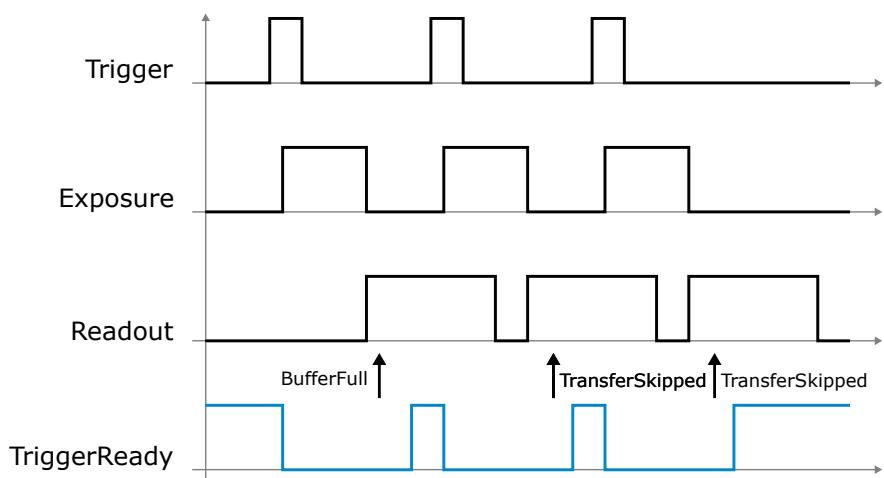


Figure 123: TransferSkippedEvent

UserSetSave	UserSetSelector에서 지정한 User Set을 장치의 비휘발성 메모리에 저장합니다	ICommand	RW
UserSetDefault	장치를 재설정할 때 기본값으로 불러와 활성화할 User Set 기능을 선택합니다	IEnumeration	RW

Table 46: User Set Control 기능

6.15 Chunk Data Control

이 섹션에서는 chunk data와 관련된 모든 기능을 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
ChunkModeActive	이미지 페이로드에 Chunk data 포함을 활성화합니다	IBoolean	RW
ChunkSelector	활성화하거나 제어할 Chunk를 선택합니다	IEnumeration	RW
ChunkEnable	이미지 페이로드에 선택한 Chunk data 포함을 활성화합니다	IBoolean	RW
ChunkWidth	페이로드에 포함된 이미지의 Width를 반환합니다	Integer	R
ChunkHeight	페이로드에 포함된 이미지의 Height를 반환합니다	Integer	R
ChunkOffsetX	페이로드에 포함된 이미지의 OffsetX를 반환합니다	Integer	R
ChunkOffsetY	페이로드에 포함된 이미지의 OffsetY를 반환합니다	Integer	R
ChunkPixelFormat	페이로드에 포함된 이미지의 PixelFormat을 반환합니다	IEnumeration	R
ChunkExposureTime	이미지 캡처에 사용된 노출 시간을 반환합니다	Float	R
ChunkGain	이미지 캡처에 사용된 gain을 반환합니다	Float	R
ChunkBlackLevel	페이로드에 포함된 이미지 캡처에 사용된 black level을 반환합니다	Float	R
ChunkTimestamp	FrameStart 내부 이벤트 시점에서 페이로드에 포함된 이미지의 Timestamp를 반환합니다	Integer	R

ChunkFrameID	페이로드에 포함된 프레임(또는 이미지)의 고유 식별자를 반환합니다	Integer	R
ChunkSequencerSetActive	페이로드에 포함된 실행 중인 sequencer의 활성 세트 인덱스를 반환합니다	Integer	R
ChunkEncoderValue	FrameStart 이벤트 시점에서 Encoder 0의 값을 반환합니다	Integer	R
ChunkCounterValue	FrameStart 이벤트 시점에서 Counter 0의 값을 반환합니다	Integer	R

Table 47: Chunk mode Control 기능

6.15.1 Chunk Data

머신 비전 카메라에서 **chunk data**란 픽셀 페이로드와 함께 이미지 스트림에 직접 포함된 메타데이터를 의미합니다.

이 메타데이터는 이미지 또는 수집 시점의 카메라 상태에 대한 추가 정보를 제공합니다. Chunk data는 산업 및 비전 기반 응용 분야에서 다음과 같은 목적으로 특히 유용합니다:

- **동기화:** 수집된 이미지와 외부 센서 또는 이벤트 간의 정렬을 가능하게 합니다.
- **동적 분석:** 애플리케이션이 실시간 카메라 파라미터에 접근할 수 있도록 합니다.
- **오버헤드 감소:** 메타데이터를 가져오기 위한 별도의 장치 쿼리를 제거합니다.

그림 124는 *GigE Vision* 프레임의 구조를 보여줍니다: 리더 패킷이 전송을 시작하고, 이미지 데이터를 포함한 일련의 페이로드 패킷이 뒤따릅니다. 트레일러 패킷이 전송을 종료합니다.

chunk data가 활성화되면 메타데이터가 마지막 페이로드 패킷의 픽셀 스트림에 추가됩니다.

chunk data를 활성화하려면 **ChunkModeActive** 기능을 ON으로 설정하고 **ChunkSelector**를 통해 최소 한 가지 chunk 유형을 활성화해야 합니다.

NOTE: chunk 모드가 활성화되면 모든 chunk data 유형이 카메라에 의해 전송됩니다. 일부만 선택하는 것은 불가능합니다.

chunk data는 메타데이터 크기가 페이로드 크기와 비슷할 경우 최대 달성 가능한 frame rate를 감소시킬 수 있다는 잠재적인 단점이 있습니다.

반대로, 이미지 페이로드가 chunk data 블록보다 훨씬 크면 frame rate에 미치는 영향은 무시할 수 있는 수준입니다.

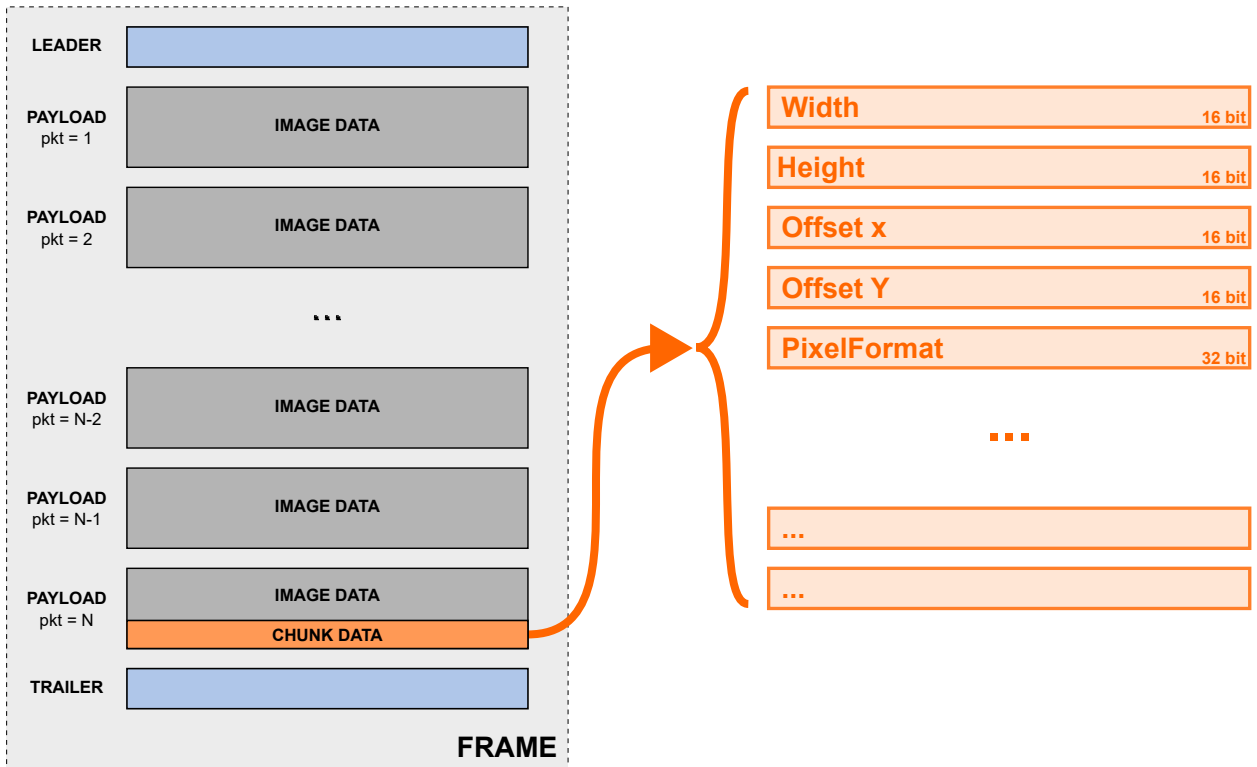


Figure 124: 왼쪽: 카메라가 출력하는 GigE Vision 패킷의 표현. 오른쪽: 프레임 전송 끝에 추가되는 chunk data의 구조.

6.15.2 Chunk Data: application example

다음 예를 고려해 보십시오: 인코더가 카메라에 연결되어 매 1000 스텝마다 수집을 트리거합니다 (그림 125).

chunk data를 활성화하고 *ChunkEncoderValue*를 사용하면, 수집된 각 이미지를 이동하는 샘플의 정확한 위치와 연결할 수 있습니다.

또한 *ChunkFrameID*를 사용하면 샘플이 앞뒤로 번갈아 이동하더라도 (*ChunkEncoderValue*가 증가하거나 감소할 수 있음) 수집된 이미지의 정확한 순서를 재구성할 수 있습니다.

NOTE: *ChunkFrameID*는 *GigE Vision FrameID*와 다릅니다. 전자는 0부터 시작하고, 후자는 1부터 시작합니다.

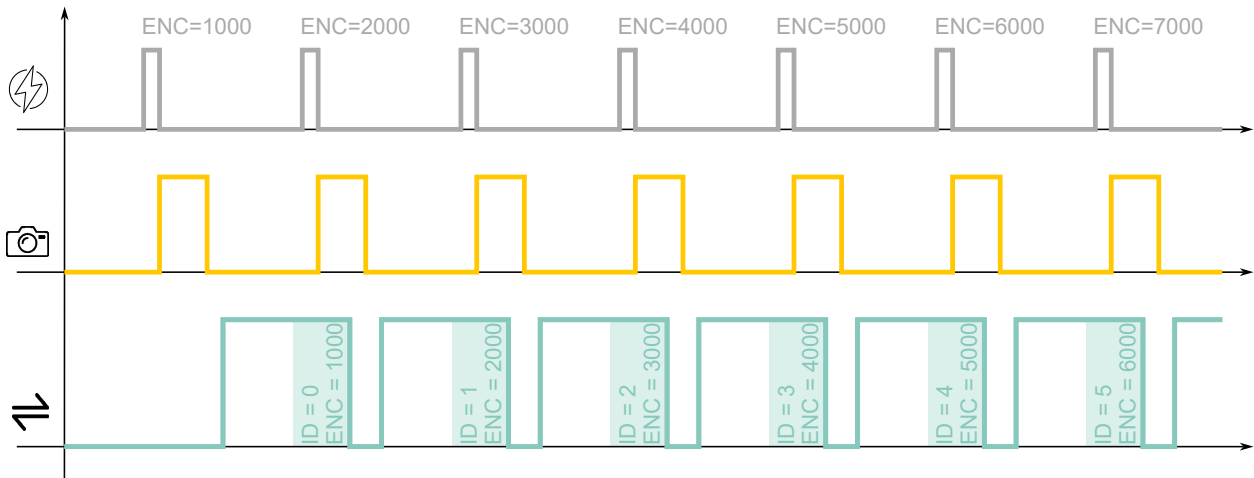


Figure 125: Chunk data 응용 예: 매 1000 인코더 스텝마다 노출 및 프레임 수집이 트리거됩니다. chunk data가 활성화된 상태에서 각 프레임에는 *ChunkFrameID* 및 *ChunkEncoderValue*와 같은 관련 메타데이터가 태그됩니다.

6.15.3 OE Serial Interface Control

이 섹션에서는 시리얼 통신 기능을 다룹니다.

기능	설명	인터페이스	접근
oeSerialEnable	시리얼 인터페이스를 활성화합니다	IBoolean	RW
oeSerialBaudRate	시리얼 인터페이스 baud rate를 선택합니다	IEnumeration	RW
oeSerialMode	시리얼 인터페이스 동작 모드를 선택합니다	IEnumeration	RW
oeSerialProtocol	시리얼 인터페이스에서 사용할 프로토콜을 선택합니다	IEnumeration	RW
oeSerialSlewRate	시리얼 인터페이스 데이터의 slew rate를 선택합니다	IEnumeration	RW
oeSerialASCIIWriteBuffer	시리얼 인터페이스의 문자 쓰기 버퍼	IString	RW
oeSerialASCIIWrite	시리얼 인터페이스에서 쓰기 작업을 시작합니다	ICommand	RW
oeSerialASCIIReadCount	시리얼 입력 버퍼에서 읽을 바이트 수	IInteger	RW
oeSerialASCIIReadBuffer	시리얼 인터페이스의 문자 읽기 버퍼	IString	R
oeSerialASCIIRead	시리얼 입력 버퍼를 읽습니다	ICommand	RW
oeSerialModbusSlaveID	대상 장치의 Modbus Slave ID	IInteger	RW

oeSerialModbusAddress	읽기/쓰기 요청을 위한 슬레이브 레지스터 주소	Integer	RW
oeSerialModbusWriteValue	슬레이브 레지스터 주소에 쓸 값	Integer	RW
oeSerialModbusWrite	"Write Single Register" 요청 (0x06)을 전송합니다	ICommand	RW
oeSerialModbusReadValue	슬레이브 레지스터 주소에서 읽을 값	Integer	R
oeSerialModbusRead	"Read Holding Register" 요청 (0x03)을 전송합니다	ICommand	RW
oeSerialBinaryWriteBuffer	시리얼 인터페이스를 통해 쓸 이진 데이터 버퍼	IRegister	RW
oeSerialBinaryWriteCount	쓸 데이터의 길이	Integer	RW
oeSerialBinaryWrite	시리얼 인터페이스에 데이터를 쓰는 명령	ICommand	RW
oeSerialBinaryReadBuffer	시리얼 인터페이스에서 읽은 이진 데이터	IRegister	R
oeSerialBinaryReadCount	읽을 시리얼 바이트 수	Integer	RW
oeSerialBinaryRead	시리얼 인터페이스에서 데이터를 읽는 명령	ICommand	RW

Table 48: OE Serial Interface Control 기능

6.16 Serial interface

시리얼 인터페이스는 시리얼 연결을 통해 외부 장치와 통신할 수 있도록 합니다. 이는 그림 126와 같이 **oeSerialMode** 기능을 통해 **RS232** 또는 **RS485** 트랜시버로 구성할 수 있는 이중 모드 주변 장치입니다. 카메라에 연결할 외부 장치에 따라 적절한 동작 모드를 선택하십시오. RS232 모드의 통신 채널은 전이중(full-duplex)이며, RS485 모드는 반이중(half-duplex)입니다.

시리얼 인터페이스의 구성은 다음과 같습니다:

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

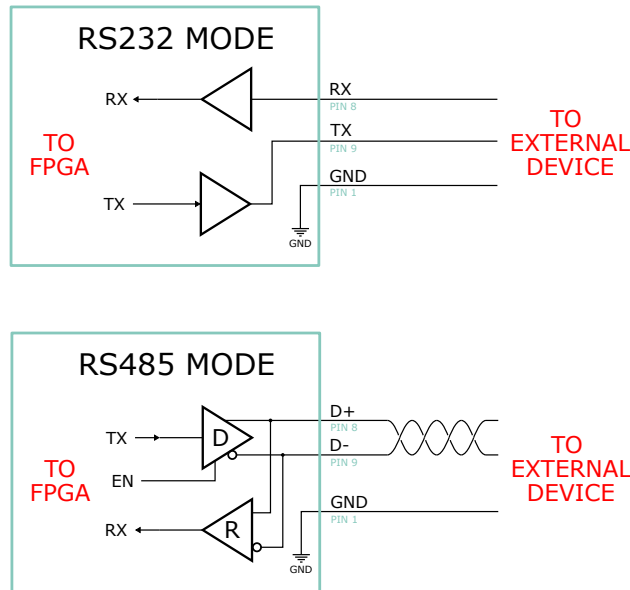


Figure 126: RS232 및 RS485 동작 모드에서의 시리얼 인터페이스 등가 회로.



CAUTION: 외부 장치를 카메라에 연결하기 전에 항상 외부 장치의 사양을 확인하고 시리얼 모드를 그에 맞게 설정하십시오. 이를 지키지 않으면 카메라 또는 외부 장치가 손상될 수 있습니다.

slew rate 제어는 출력 신호 파형의 형태에 영향을 줍니다. **slow** 설정은 부드러운 전환을 제공하여 EMI 방사를 줄일 수 있습니다. **fast** 설정은 급격한 전환을 제공하여 최고 baud rate 사용을 가능하게 합니다. 이 기능은 **RS485** 모드에서만 사용 가능합니다.

ASCII 프로토콜:

ASCII 프로토콜은 시리얼 인터페이스를 통해 ASCII 문자(NULL 종료)를 송수신할 수 있게 합니다. RS232 및 RS485 모드 모두 사용 가능합니다.

Modbus RTU 프로토콜:

Modbus RTU는 시리얼 버스에 연결된 장치 간 클라이언트/서버 통신을 제공하는 요청/응답 프로토콜입니다. 카메라는 클라이언트 역할을 하며 **Read Holding Registers** 및 **Write Single Register**와 같은 Modbus RTU 함수 코드의 일부를 구현합니다. RS485 모드에서만 사용 가능합니다.

Binary 프로토콜:

Binary 프로토콜은 시리얼 인터페이스를 통해 순수 이진 데이터를 송수신할 수 있게 합니다. RS232 및 RS485 모드 모두 사용 가능합니다.

6.17 OE Liquid Lens Control

이 섹션에서는 액체 렌즈 제어와 관련된 모든 기능을 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
oeLiquidLensEnable	액체 렌즈 컨트롤러를 활성화합니다	IBoolean	RW
oeLiquidLensConfigurationData ⁽¹⁾	액체 렌즈의 구성을 가져옵니다	IEnumeration	R
oeLiquidLensManufacturer	렌즈 제조사를 표시합니다	IEnumeration	R
oeLiquidLensSerialNumber	액체 렌즈의 시리얼 번호. 이 문자열은 액체 렌즈의 고유 식별자입니다	IString	R
oeLiquidLensFWVersion ⁽²⁾	Corning 액체 렌즈의 FW 버전	Integer	R
oeLiquidLensFocalLength ⁽²⁾	렌즈의 초점 거리	Integer	R
oeLiquidLensTemperatureSensorStatus	액체 렌즈 온도 센서 상태를 표시합니다	IEnumeration	R
oeLiquidLensTemperature	액체 렌즈에 내장된 센서가 읽은 온도 (특정 모델에서만 사용 가능)	IFloat	R
oeLiquidLensMode ⁽¹⁾	렌즈 제어 모드를 선택합니다	IEnumeration	RW
oeLiquidLensMaxPositiveCurrent ⁽¹⁾	렌즈에 인가할 수 있는 최대 양의 전류	IFloat	RW
oeLiquidLensMaxNegativeCurrent ⁽¹⁾	렌즈에 인가할 수 있는 최대 음의 전류	IFloat	RW
oeLiquidLensCurrent ⁽¹⁾	액체 렌즈 코일 전류를 설정합니다	IFloat	RW
oeLiquidLensPower ⁽¹⁾	액체 렌즈의 초점 파워를 설정합니다	IFloat	RW
oeLiquidLensVoltage ⁽²⁾	액체 렌즈의 전압을 설정합니다	IFloat	RW
oeLiquidLensResultingCurrent ⁽¹⁾	결과적인 액체 렌즈 코일 전류	IFloat	R
oeLiquidLensResultingPower ⁽¹⁾	결과적인 액체 렌즈 초점 파워	IFloat	R
oeLiquidLensAutofocusEnable	자동 초점 컨트롤러를 활성화합니다	IBoolean	RW
oeLiquidLensAutofocusAOISize	자동 초점 영역 크기를 선택합니다	IEnumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX	자동 초점 계산에 사용되는 영역의 원점으로부터 수평 오프셋 (픽셀 단위)	Integer	RW

oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY	자동 초점 계산에 사용되는 영역의 원점으로부터 수직 오프셋 (픽셀 단위)	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusStartCurrent ⁽¹⁾	자동 초점의 시작 전류 값	Float	RW
oeLiquidLensAutofocusStopCurrent ⁽¹⁾	자동 초점의 종료 전류 값	Float	RW
oeLiquidLensAutofocusStartPower ⁽¹⁾	자동 초점의 시작 파워 값	Float	RW
oeLiquidLensAutofocusStopPower ⁽¹⁾	자동 초점의 종료 파워 값	Float	RW
oeLiquidLensAutofocusStartVoltage ⁽²⁾	자동 초점의 시작 전압 값	Float	RW
oeLiquidLensAutofocusStopVoltage ⁽²⁾	자동 초점의 종료 전압 값	Float	RW
oeLiquidLensAutofocusFrameCount	자동 초점을 위해 수집할 프레임 수 (선형 알고리즘 전용)	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusDelay ⁽²⁾	수집과 렌즈 작동 사이의 지연 (선형 알고리즘 전용)	Float	RW
oeLiquidLensAutofocusAlgorithm	자동 초점 알고리즘 선택 (선형 또는 반복)	Enumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusTolerance	반복 자동 초점 수렴 허용 오차 (Corning® Varioptic®의 경우 V, Optotune®의 경우 mA)	Float	RW
oeLiquidLensAutofocusMaxIterations	반복 자동 초점 알고리즘의 최대 거친 반복 횟수	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusSettleTime	반복 자동 초점 알고리즘에서 각 프로브별 렌즈 안정화 시간 (마이크로초 단위)	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusStart	자동 초점을 시작합니다	Command	RW
oeLiquidLensAutofocusTriggerSource	자동 초점 트리거 소스로 사용할 내부 신호 또는 물리적 입력 라인을 지정합니다	Enumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusStatus	자동 초점 상태를 반환합니다	Enumeration	R

Table 49: OE Liquid Lens Control 기능

(1) Optotune® 렌즈에서만 사용 가능한 기능 (2) Corning® Varioptic® 렌즈에서만 사용 가능한 기능

6.17.1 Liquid Lens interface

액체 렌즈 인터페이스는 Optotune® 또는 Corning® Varioptic®의 액체 렌즈가 통합된 제품을 카메라 장치에서 직접 제어할 수 있게 합니다. 이는 *GigE Vision* 및 *GenTL* 표준 덕분에 카메라 SDK와의 최대 통합 및 서드파티 소프트웨어와의 호환성을 보장합니다.

지원되는 렌즈 계열은 다음과 같습니다:

- **Opto Engineering®**의 모든 렌즈

- **Optotune®** 액체 렌즈 모듈을 통합한 서드파티 렌즈: EL-3-10, EL-12-30, EL-16-40;
- **Corning® Varioptic®** C-C Series 렌즈.

카메라는 연결된 렌즈의 기술을 자동으로 감지하고 *GenICam* 기능 트리를 통해 해당 기능을 노출합니다; 감지된 제조사는 **oeLiquidLensManufacturer**에 보고됩니다. 지원되는 두 가지 기술인 **Optotune®**와 **Corning® Varioptic®**는 서로 다른 방식으로 제어되므로 아래에서 설명하는 바와 같이 서로 다른 기능을 노출합니다.

Optotune® 렌즈

Optotune® 렌즈는 전류 구동 방식이며 인터페이스는 두 가지 다른 모드로 동작할 수 있습니다:

- EEPROM 모드;
- 수동 모드;

EEPROM 모드에서 카메라는 연결된 렌즈를 자동으로 감지하고 내장 EEPROM에서 캘리브레이션 데이터를 읽습니다. *GenICam* 기능 트리를 통해 렌즈 속성을 읽고 렌즈 초점 파워를 직접 설정할 수 있습니다. EEPROM에는 컨트롤러가 렌즈 전류의 열 보상에 사용하는 온도 센서도 포함되어 있습니다. 이를 통해 넓은 동작 온도 범위에서 일정한 초점 파워를 유지할 수 있습니다. 렌즈 전류를 직접 제어하고 렌즈 온도에 따라 달라지는 실제 초점 파워를 확인하는 것도 가능합니다.

이 모드는 호환 렌즈가 연결되면 자동으로 선택됩니다.



CAUTION: 렌즈를 카메라에 연결하기 전에 항상 렌즈 사양을 확인하십시오. 렌즈에 캘리브레이션 EEPROM이 없는 경우, 렌즈를 연결하기 전에 전류 한계를 확인하고 설정하십시오. 이를 지키지 않으면 카메라 또는 액체 렌즈가 손상될 수 있습니다.

수동 모드에서는 EEPROM이 내장되지 않은 렌즈를 구동 코일의 전류를 직접 설정하여 제어할 수 있습니다. 이 경우 사용자는 올바른 값을 설정하고 렌즈 사양에 명시된 한계를 초과하지 않을 책임이 있습니다.

oeLiquidLensConfigurationData는 렌즈에 캘리브레이션 EEPROM이 장착되어 있는지, 또는 주변 장치가 수동 모드로 동작하고 있는지를 표시합니다.

Corning® Varioptic® 렌즈

Corning® Varioptic® 렌즈는 전압 구동 방식이며 카메라가 온보드 마이크로컨트롤러를 통해 자동으로 인식합니다; 캘리브레이션 EEPROM이나 EEPROM/수동 모드 선택은 필요하지 않습니다. 초점 파워는 **oeLiquidLensVoltage** 기능을 통해 렌즈 전압을 설정함으로써 직접 조정되며, **oeLiquidLensFWVersion**과 **oeLiquidLensFocalLength**는 렌즈 펌웨어 버전과 초점 거리를 보고합니다. 온도 센서가 장착된 모델에서는 **oeLiquidLensTemperature**를 통해 렌즈 온도를 확인할 수 있습니다.

NOTE: EEPROM / 수동 모드 구분, **oeLiquidLensMode** 선택기 및 전류/파워 기능(**oeLiquidLensCurrent**, **oeLiquidLensPower**)은 **Optotune®** 렌즈에만 적용됩니다.

6.17.2 자동 초점

자동 초점은 연결된 액체 렌즈의 최적 초점을 카메라 내부에서 완전히 자동으로 찾아냅니다.

자동 초점 알고리즘은 전체 프레임에 적용되지 않으므로, **oeLiquidLensAutofocusAOISize** 선택기와 **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX** 및 **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY** 파라미터를 통해 전용 AOI를 정의해야 합니다(그림 127 참조):

- **oeLiquidLensAutofocusAOISize**: 자동 초점 알고리즘이 동작하는 영역의 너비와 높이 (픽셀 단위).
- **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX**: 자동 초점 영역의 수평 오프셋 (픽셀 단위).
- **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY**: 자동 초점 영역의 수직 오프셋 (픽셀 단위).

현재 Region-of-Interest(ROI)가 적용된 경우 (예: 전체 프레임 이미지의 특정 영역만 선택하는 경우), **oeLiquidLensAutofocusAOISize**, **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX** 및 **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY**는 그림 128에 표시된 것처럼 *Width*, *Height*, *OffsetX*, *OffsetY* GenICam 기능을 고려하여 지정됩니다.

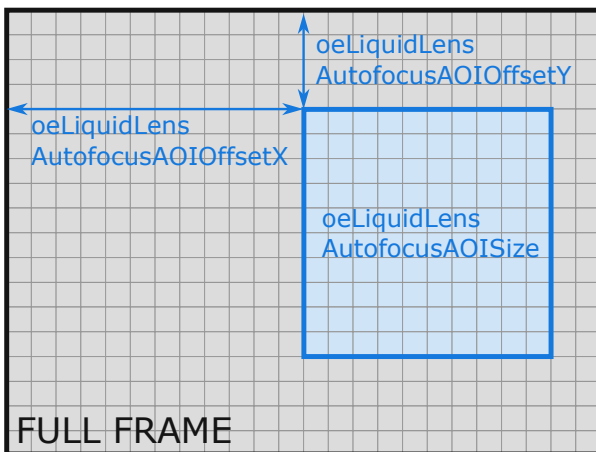


Figure 127: 자동 초점 관심 영역(AOI)의 정의: 자동 초점 알고리즘은 AOI 경계 내의 픽셀만 평가합니다.

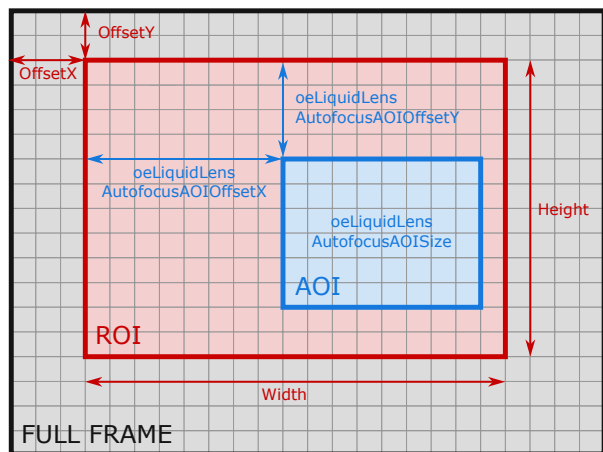


Figure 128: ROI가 이미 적용된 경우의 자동 초점 AOI: AOI 크기와 오프셋은 활성 ROI에 상대적으로 해석됩니다.

자동 초점은 연결된 렌즈에 따라 물리적 단위가 다른 구동 범위를 스위칭합니다: Optotune® 렌즈의 경우 **oeLiquidLensMode** 기능이 전류 범위와 파워 범위 중 하나를 선택하고, Corning® Varioptic® 렌즈는 전압 범위를 사용합니다. 이 구동 범위는 AOI와 함께 아래에서 설명하는 두 자동 초점 알고리즘이 공유합니다.

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

자동 초점 완료는 **oeLiquidLensAutofocusStatus** 기능과 **AutofocusDone** 이벤트를 통해 알려줍니다.

카메라는 **oeLiquidLensAutofocusAlgorithm** 기능을 통해 선택 가능한 두 가지 자동 초점 알고리즘을 제공합니다:

- **선형**: 렌즈가 전체 구동 범위에 걸쳐 단일 스위치를 수행하면서 고정된 버스트의 프레임이 수집됩니다.
- **반복**: 렌즈 범위를 **황금 분할** 탐색으로 적응적으로 탐색하여 더 적은 프레임으로 최적 초점 영역에 수렴합니다.

NOTE: 선형 알고리즘은 **Optotune®** 렌즈에, 반복 알고리즘은 **Corning® Varioptic®** 렌즈에 권장됩니다. 각 기술이 렌즈를 구동하는 방식이 다르기 때문에 이러한 조합이 최상의 결과를 제공합니다. **oeLiquidLensAutofocusAlgorithm** 을 통해 알고리즘을 수동으로 변경할 수도 있습니다.

선형 알고리즘

선형 알고리즘에서는 액체 렌즈가 구동 범위에 걸쳐 스위치를 수행하면서 고정된 수의 프레임이 수집됩니다; 가장 선명한 이미지를 제공하는 프레임이 최적 초점을 결정합니다. 프레임 수는 **oeLiquidLensAutofocusFrameCount** 기능으로 설정합니다.

Corning® Varioptic® 렌즈를 사용하는 경우, **oeLiquidLensAutofocusDelay** 기능은 수집 버스트 시작과 렌즈 작동 사이에 삽입되는 지연(마이크로초 단위)을 설정하여 렌즈 전압 스위치와 프레임 수집이 정렬되도록 합니다. 이는 기술 의존적인 요구 사항입니다: 카메라가 발급하는 각 전류/파워 명령에 직접 응답하는 **Optotune®** 렌즈와 달리, **Corning® Varioptic®** 렌즈는 자체 내부 전압 램프를 시작 지연과 함께 실행하는데, 이 지연은 주어진 동작 조건 집합에 대해 결정적이지만 노출 시간, framerate 및 자동 초점에 사용되는 프레임 수에 따라 달라집니다; 지연은 이 지연을 보상하여 수집된 각 프레임이 스위치의 의도된 지점에 해당하도록 합니다. 가장 선명한 프레임이 예상 최적 초점 위치에서 체계적으로 벗어나는 경우 조정할 수 있습니다.

NOTE: **oeLiquidLensAutofocusDelay** 는 **Corning® Varioptic®** 렌즈와 선형 알고리즘에서만 사용 가능합니다. **Optotune®** 렌즈나 반복 알고리즘에서는 사용되지 않으며, 반복 알고리즘은 **oeLiquidLensAutofocusSettleTime** 을 통해 각 프로브와 수집을 정렬합니다.

자동 초점 성능은 구성에 따라 영향을 받습니다:

1. 구동 범위가 좁을수록 정확도가 향상됩니다.
2. AOI가 작을수록 초점 맞추기 시간이 빨라집니다.
3. 노출 시간이 짧을수록 정확도가 향상되고 초점 맞추기 시간이 빨라집니다.
4. 프레임 수가 많을수록 정확도가 향상되지만 초점 맞추기 시간이 느려집니다.

다음 공식으로 예상 최소 초점 맞추기 시간을 계산합니다:

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

여기서 FPS 값은 **oeLiquidLensAutofocusAOISize**와 동일한 센서 ROI를 설정하고 **oeAcquisition-FrameRateLimitMode**를 **oe Sensor Throughput**으로 설정하여 평가해야 합니다.

Optotune® 렌즈의 경우, **defocus** 파라미터(디오퍼 단위)는 구성이 정확한 결과를 생성할지 여부를 나타내는 성능 지표입니다; defocus 값이 높을수록 초점 맞추기 정확도가 낮아집니다:

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

where,

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

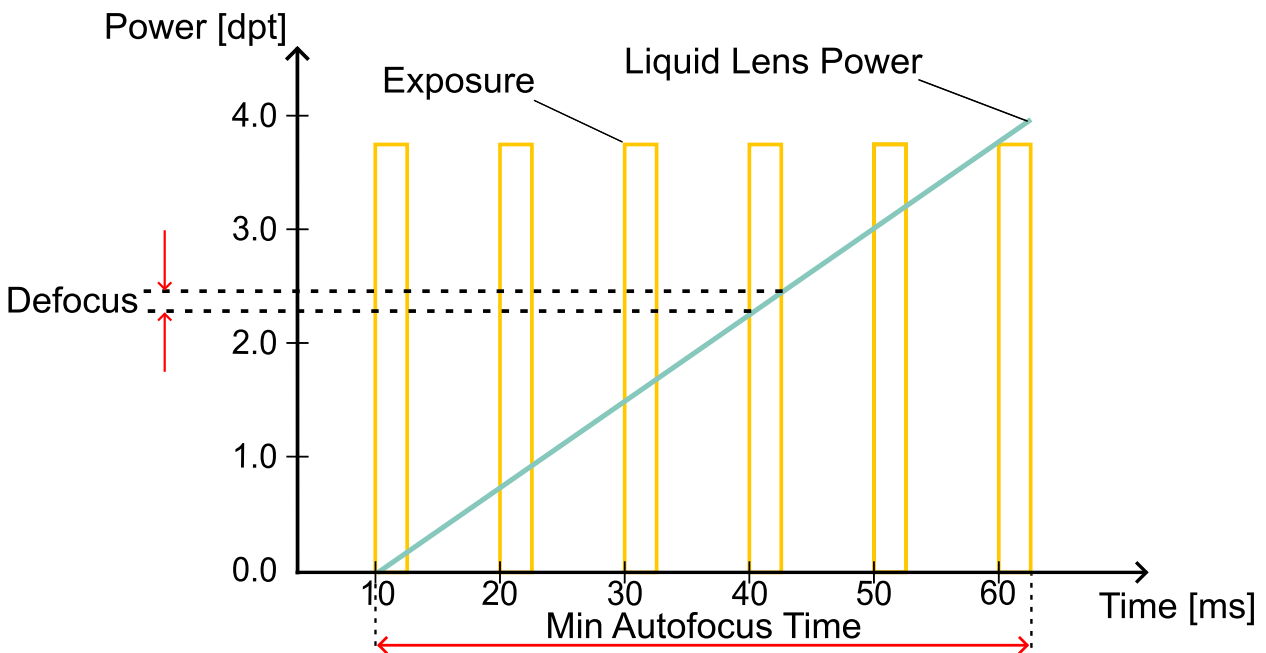


Figure 129: 자동 초점 동작 원리: 노출 시간과 액체 렌즈 동작이 묘사되어 있습니다. 액체 렌즈는 구동 범위에 걸쳐 스왑을 수행합니다.

NOTE: 초점 맞추기 시간은 가변적이며 항상 최소 자동 초점 시간보다 깁니다. 카메라 설정과 자동 초점 시작 전 마지막 프레임을 다운로드하는 데 걸리는 시간에 따라 달라집니다.

NOTE: *TriggerOverlap*이 *ReadOut*으로 설정된 경우 노출 시작 지터로 인해 초점 맞추기 정확도가 영향을 받을 수 있습니다.

NOTE: 더 높은 정확도를 위해 SDK를 통해 이중 패스 동작을 구현할 수 있습니다. 먼저 거친 패스가 최적 초점 영역을 결정하는 데 도움이 되고, 이후 세밀한 패스가 더 정확한 결과를 제공합니다. 이는 구동 범위를 조작하여 수행할 수 있습니다. 아래에서 설명하는 반복 알고리즘은 카메라 내부에서 직접 이와 동등한 거친-세밀한 정제 과정을 제공합니다.

반복 알고리즘

반복 알고리즘에서 카메라는 전체 범위에 걸쳐 고정된 버스트를 수집하지 않습니다. 대신 구동 범위를 적응적으로 탐색합니다: 각 프로브는 단일 프레임을 수집하고, 측정된 선명도에 따라 탐색 구간이 황금 분할 방식으로 최적 초점 영역을 향해 점진적으로 좁혀집니다. 구간이 충분히 좁아지면 결과가 서브 프레임 정밀도로 정제됩니다. 이는 일반적으로 전체 스캔보다 적은 프레임으로 최적 초점에 도달합니다.

반복 알고리즘은 다음 기능으로 구성됩니다 (AOI와 구동 범위는 선형 알고리즘과 공유됩니다):

- **oeLiquidLensAutofocusTolerance:** 탐색 구간의 너비에 대한 수렴 임계값; 구간이 이 값보다 작아지면 탐색이 중단됩니다. 허용 오차가 작을수록 더 정밀한 결과를 얻지만 더 많은 프로브가 필요합니다. Corning® Varioptic® 렌즈의 경우 볼트[V], Optotune® 렌즈의 경우 밀리암페어[mA]로 표현됩니다.
- **oeLiquidLensAutofocusMaxIterations:** 거친 탐색 단계 수의 상한. 허용 오차가 충족되면 더 일찍 중단될 수도 있습니다. 이는 초점 맞추기 시간의 안전 상한으로 작용합니다.
- **oeLiquidLensAutofocusSettleTime:** 구동 값이 변경된 후 렌즈가 안정화될 수 있도록 각 프로브 노출 전에 삽입되는 지연(마이크로초 단위). 렌즈 안정화가 느린 경우 이 값을 늘리십시오.

NOTE: 선명한 결과를 얻으려면 먼저 **oeLiquidLensAutofocusSettleTime**을 설정하십시오: 이 값이 렌즈가 명령된 구동 값에 도달하는 데 필요한 시간보다 짧으면, 렌즈가 여전히 움직이는 동안 모든 프레임이 측정되어 다른 설정과 관계없이 추정 최적 초점이 편향됩니다. 그런 다음 시작/종료 범위와 **oeLiquidLensAutofocusTolerance**에 일관되게 **oeLiquidLensAutofocusMaxIterations**를 선택하십시오: 각 거친 단계가 탐색 구간을 너비의 약 60%로 줄이므로, 선택된 범위에서 구간이 허용 오차에 도달하기에 충분한 반복 횟수가 있어야 합니다. 그렇지 않으면 탐색이 아직 거친 상태에서 중단됩니다.

6.18 OE Defective Pixel Correction Control

이 섹션에서는 불량 픽셀 보정과 관련된 모든 기능을 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
oeDefectivePixelCount	보정된 불량 픽셀의 수를 표시합니다	Integer	RW
oeDefectivePixelSelector	불량 픽셀 맵 내 불량 픽셀의 인덱스를 나타냅니다	Integer	RW
oeDefectivePixelXCoordinate	현재 불량 픽셀의 수평 좌표를 나타냅니다	Integer	RW
oeDefectivePixelYCoordinate	현재 불량 픽셀의 수직 좌표를 나타냅니다	Integer	RW
oeDefectivePixelWriteMap	불량 픽셀 맵을 카메라 비휘발성 메모리에 기록합니다	Command	RW

Table 50: OE Defective Pixel Correction Control 기능

6.18.1 불량 픽셀 보정

이미지 센서는 온도, 노화, 우주선, 전리 방사선 등 다양한 원인으로 인해 픽셀 성능 저하가 발생할 수 있습니다.

이러한 영향을 극복하는 한 가지 방법은 불량 픽셀 보정 전략을 채택하는 것입니다. 이는 불량 픽셀 값을 인접한 정상 픽셀의 값으로 대체하는 것입니다. 이 알고리즘은 카메라 수집 파이프라인에서 실시간으로 실행되며 불량 픽셀 좌표 테이블에 의존합니다.

NOTE: 픽셀 결함 감지 및 보정을 위한 자동 절차는 섹션 4.7.5에서 설명합니다. 여기서는 단일 불량 픽셀 보정에 대한 설명만 다룹니다.

oeDefectivePixelCount는 카메라에서 실제 보정된 불량 픽셀의 지표입니다.

불량 픽셀 좌표는 픽셀 인덱스(**oeDefectivePixelSelector**)를 선택한 후 **oeDefectivePixelXCoordinate** 및 **oeDefectivePixelYCoordinate** 노드에서 확인할 수 있습니다.

다음 예는 불량 픽셀 목록에 새로운 불량 픽셀을 수동으로 추가하는 방법을 보여줍니다. 좌표 (4,2)에 불량 픽셀이 있다고 가정합니다(그림 130 참조). 이 픽셀을 보정하려면:

1. **oeDefectivePixelCount**를 1 증가시킵니다;
2. **oeDefectivePixelSelector** 노드에서 사용 가능한 첫 번째 인덱스를 선택합니다: 올바른 인덱스는 초기화되지 않은 **oeDefectivePixelXCoordinate** 및 **oeDefectivePixelYCoordinate** 값을 가진 인덱스입니다 (픽셀 열거는 0부터 시작함에 주의하십시오);
3. **oeDefectivePixelXCoordinate** 및 **oeDefectivePixelYCoordinate** 필드에 불량 픽셀의 좌표를 입력합니다;
4. **oeDefectivePixelWriteMap** 명령으로 새 맵을 온보드 메모리에 저장합니다;

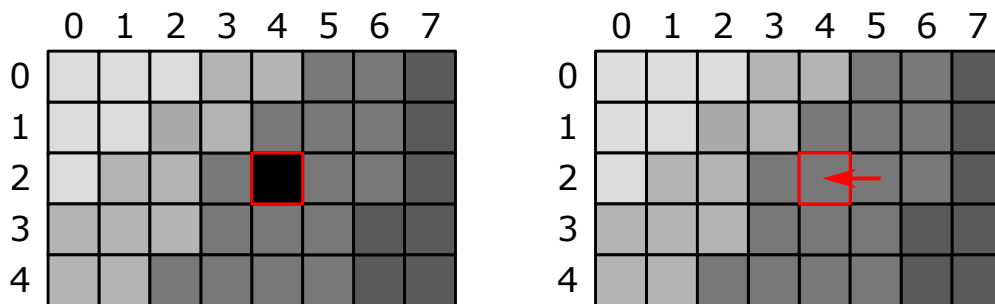


Figure 130: (왼쪽) 좌표 (4,2)에 불량 픽셀 존재. (오른쪽) 최근접 이웃 알고리즘을 통한 오류 보정.

컬러 카메라의 경우, 컬러 보정 알고리즘은 인접 픽셀이 다른 색도 정보를 가진다는 점을 고려하므로, 그림 131에 묘사된 것처럼 다음 픽셀 값으로 보정이 수행됩니다.

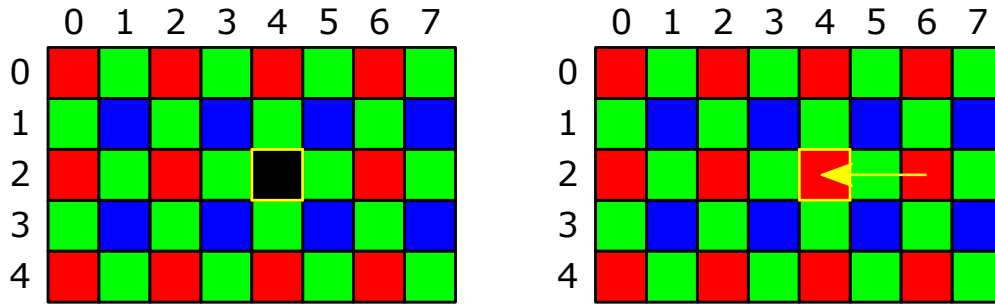


Figure 131: (왼쪽) 좌표 (4,2)에 불량 픽셀 존재. (오른쪽) 최근접 이웃 (동일 색도 정보) 알고리즘을 통한 오류 보정.

6.19 Test Control

테스트 기능 제어와 관련된 기능을 포함합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
TestEventGenerate	테스트 이벤트를 생성합니다	ICommand	W

Table 51: Test Control 기능

6.20 Transport Layer Control

이 섹션에서는 Transport Layer control 기능을 제공합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
PayloadSize	스트림 채널에서 각 이미지 또는 chunk마다 전송되는 바이트 수를 제공합니다	IInteger	R
PtpEnable	Precision Time Protocol (PTP)을 활성화합니다	IBoolean	RW
oePtpOffsetFromUtc	현재 IEEE 1588 UTC 오프셋을 출력 시간에 적용하는 것을 활성화합니다	IBoolean	RW
PtpDataSetLatch	장치의 PTP 클록 데이터 세트에서 현재 값을 래치합니다	ICommand	W
PtpStatus	PTP 클록의 래치된 상태를 반환합니다	IEnumeration	R
PtpServoStatus	클록 서보의 래치된 상태를 반환합니다	IEnumeration	R

PtpOffsetFromMaster	PTP 마스터 클럭으로부터의 래치된 오프셋을 나노초 단위로 반환합니다	Integer	R
PtpClockID	PTP 장치의 래치된 클럭 ID를 반환합니다	Integer	R
PtpParentClockID	PTP 장치의 래치된 상위 클럭 ID를 반환합니다	Integer	R
PtpGrandmasterClockID	PTP 장치의 래치된 그랜드마스터 클럭 ID를 반환합니다	Integer	R
GevSupportedOptionSelector	지원 여부를 조회할 GEV 옵션을 선택합니다	Enumeration	RW
GevSupportedOption	선택한 GEV 옵션이 지원되는지 반환합니다	Boolean	R
GevInterfaceSelector	제어할 논리 링크를 선택합니다	Integer	RW
GevMACAddress	논리 링크의 MAC 주소	Integer	R
GevCurrentIPConfigurationLLA	지정된 논리 링크에서 Link Local Address IP 구성 방식의 활성화 여부를 제어합니다	Boolean	RW
GevCurrentIPConfigurationDHCP	지정된 논리 링크에서 DHCP IP 구성 방식의 활성화 여부를 제어합니다	Boolean	RW
GevCurrentIPConfigurationPersistentIP	지정된 논리 링크에서 PersistentIP 구성 방식의 활성화 여부를 제어합니다	Boolean	RW
GevCurrentIPAddress	지정된 논리 링크의 IP 주소를 보고합니다	Integer	R
GevCurrentSubnetMask	지정된 논리 링크의 서브넷 마스크를 보고합니다	Integer	R
GevCurrentDefaultGateway	지정된 논리 링크의 기본 게이트웨이 IP 주소를 보고합니다	Integer	R
GevPersistentIPAddress	이 논리 링크의 영구 IP 주소를 제어합니다	Integer	RW
GevPersistentSubnetMask	이 논리 링크의 영구 IP 주소와 연결된 영구 서브넷 마스크를 제어합니다	Integer	RW
GevPersistentDefaultGateway	이 논리 링크의 영구 기본 게이트웨이를 제어합니다	Integer	RW
GevDiscoveryAckDelay	장치가 discovery 명령에 응답하기 전까지 대기하는 최대 무작위 지연을 나타냅니다	Integer	R

GevMCPHostPort	장치가 메시지를 전송해야 하는 포트를 제어합니다	Integer	R
GevMCDA	메시지 채널의 목적지 IP 주소를 제어합니다	Integer	RW
GevMCTT	전송 타임아웃 값을 밀리초 단위로 제공합니다	Integer	RW
GevMCRC	메시지 채널 메시지가 타임아웃될 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 논리 링크의 인덱스	Integer	RW
GevSCPHostPort	GVSP 송신기가 데이터 스트림을 전송하거나 GVSP 수신기가 데이터 스트림을 수신할 선택된 채널의 포트를 제어합니다	Integer	R
GevSCPSFireTestPacket	테스트 패킷을 전송합니다. 이 기능이 설정되면 장치가 테스트 패킷 하나를 발사합니다	Boolean	RW
GevSCPSDoNotFragment	이 기능의 상태는 각 스트림 패킷의 IP 헤더에서 "do not fragment" 비트에 복사됩니다. 스트림 채널에서 패킷의 IP 단편화를 방지하기 위해 애플리케이션이 사용할 수 있습니다	Boolean	RW
GevSCSPPacketSize	이 GigE Vision 특유의 기능은 DeviceStreamChannelPacketSize에 해당하며 이와 동기화 상태를 유지해야 합니다	Integer	RW
GevSCPD	이 스트림 채널에 대해 각 패킷 사이에 삽입할 지연(GEV 타임스탬프 카운터 단위)을 제어합니다	Integer	R
GevSCDA	GVSP 송신기가 데이터 스트림을 전송하거나 GVSP 수신기가 데이터 스트림을 수신할 선택된 스트림 채널의 목적지 IP 주소를 제어합니다	Integer	RW
GevSCSP	스트림 채널의 소스 포트를 나타냅니다	Integer	R

Table 52: Transport Layer Control 기능

6.20.1 Precision Time Protocol (PTP)

PTP(Precision Time Protocol)는 IEEE 1588 표준의 클럭 동기화 프로토콜입니다. 이더넷 네트워크에서 여러 GigE 카메라의 클럭을 정밀하게 동기화할 수 있습니다. PTP 절차는 네트워크에서 가장 정확한 클럭을 가진 장치를 그랜드마스터 클럭으로 선출하고 다른 장치는 슬레이브가 됩니다. 슬레이브는 주기적으로 자동으로 마스터 클럭과 직접 동기화합니다. 결과적으로 타임스탬프 값이 전체 네트워크에서 마스터와 정렬됩니다. 이 프로토콜은 IEEE 표준 문서에 상세히 설명되어 있습니다.

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

예약 동작 명령을 사용하는 경우 PTP 기능을 활성화해야 합니다 (6.12.2).

6.21 Sequencer Control

이 섹션에서는 Sequencer Control과 관련된 모든 기능을 설명합니다.

기능	설명	인터페이스	접근
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 적용될 sequencer 세트를 선택합니다	IInteger	RW
SequencerSetSave	현재 장치 상태를 SequencerSetSelector에서 선택한 sequencer 세트에 저장합니다	ICommand	W
SequencerSetLoad	SequencerSetSelector에서 선택한 sequencer 세트를 장치에 불러옵니다	ICommand	W
SequencerSetActive	현재 활성화된 sequencer 세트를 포함합니다	IInteger	R

SequencerSetStart	sequencer 내에서 사용되는 첫 번째 세트인 초기/시작 sequencer 세트를 설정합니다	Integer	RW
SequencerPathSelector	추가 경로 설정이 적용될 분기 경로를 선택합니다	Integer	RW
SequencerSetNext	다음 sequencer 세트를 지정합니다	Integer	RW
SequencerTriggerSource	sequencer 트리거 소스로 사용할 내부 신호 또는 물리적 입력 라인을 지정합니다	Enumeration	RW
SequencerTriggerActivation	sequencer 트리거의 활성화 모드를 지정합니다	Enumeration	RW

Table 53: Sequencer Control 기능

6.21.1 Sequencer 개요

Sequencer Control의 목적은 수집 중에 연속으로 활성화될 수 있는 일련의 기능 세트를 사용자가 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 지정합니다. 최대 64개의 sequencer set을 구성할 수 있습니다.

*sequencer set*에 실제로 포함되는 기능은 표 54에 정의되어 있습니다. 이 기능들은 **SequencerFeatureSelector**로 선택하고 **SequencerFeatureEnable**로 활성화할 수 있습니다. 기능이 활성화되면 모든 *sequencer set*에 적용됩니다.

*sequencer set*을 구성하려면 **SequencerConfigurationMode**를 통해 카메라를 구성 모드로 전환해야 합니다. 그런 다음 사용자는 **SequencerSetSelector**로 수정하려는 *sequencer set*을 선택해야 합니다. 사용자가 필요한 카메라 설정을 모두 변경한 후 **SequencerSetSave**로 선택된 *sequencer set*에 모든 설정을 저장할 수 있습니다. 사용자는 **SequencerSetLoad**로 이 설정을 다시 읽어올 수도 있습니다.

유연한 사용을 위해 하나의 *sequencer set*에서 다른 세트로 이동하는 경로를 최대 두 개 사용할 수 있습니다. 이러한 경로는 **SequencerPathSelector**로 선택합니다. 각 경로와 서로 다른 *sequencer set* 간의 전환은 정의된 트리거와 **SequencerSetNext**로 선택 가능한 다음 목표 *sequencer set*을 기반으로 합니다. 트리거가 발생하면 다음 세트의 설정이 활성화됩니다.

트리거는 **SequencerTriggerSource** (표 55) 및 **SequencerTriggerActivation** 기능으로 정의됩니다.

NOTE: *SequencerTriggerActivation*은 기본값으로 "RisingEdge"로 설정되어 있으며 변경할 수 없습니다.

*sequencer set*은 다음 값들을 포함해야 합니다:

- 장치가 제어해야 하는 카메라 데이터
- 최소 하나의 경로를 가진 **SequencerPathSelector**
- **SequencerPathSelector**로 선택 가능한 모든 경로에 대한 **SequencerSetNext**, **SequencerTriggerSource** 및 **SequencerTriggerActivation**.

NOTE: 두 경로가 구성된 경우, **Path 0**이 **Path 1**보다 우선순위가 높습니다. 두 개의 서로 다른 **SequencerTriggerSource**가 동시에 발생하면 **Path 0**과 연결된 트리거 소스가 우선합니다.

Sequencer Control에서 사용 가능한 기능은 표 54에 요약되어 있으며, 표 55은 Itala 카메라가 지원하는 **SequencerTriggerSource** 옵션을 상세히 설명합니다:

기능	참고
ExposureTime	
CounterDuration	Counter0만 구성됩니다
OffsetX	적절한 ROI를 미리 구성해야 합니다
OffsetY	적절한 ROI를 미리 구성해야 합니다
Gain	
oeLiquidLensCurrent	oeLiquidLensMode를 CurrentMode로 설정해야 합니다
oeLiquidLensPower	oeLiquidLensMode를 PowerMode로 설정해야 합니다

Table 54: Sequencer Control 작업에 사용 가능한 기능

기능	참고
Off	sequencer 트리거를 비활성화합니다
ExposureEnd	ExposureEnd 수신으로 시작합니다
Counter0End	Counter0End 수신으로 시작합니다
Timer0End	Timer0End 수신으로 시작합니다
Encoder0	인코더 출력 신호 수신으로 시작합니다

Table 55: Sequencer Control 작업에 사용 가능한 트리거 소스

NOTE: 구성된 *sequencer* 프로그램은 다른 기능과 마찬가지로 *UserSet*의 일부로 저장됩니다.

NOTE: *sequencer set*이 불러와질 때 카메라의 실제 설정이 덮어씌워집니다.

7 사용 사례

7.1 배선 연결 예시

7.1.1 외부 장치로 카메라 트리거

머신 비전 시스템에서 Itala 카메라를 트리거하려면 적절한 연결이 필요합니다. 광절연 입력 핀의 회로(섹션 5.7)를 고려할 때, 가능한 연결은 그림 132에 나와 있습니다.

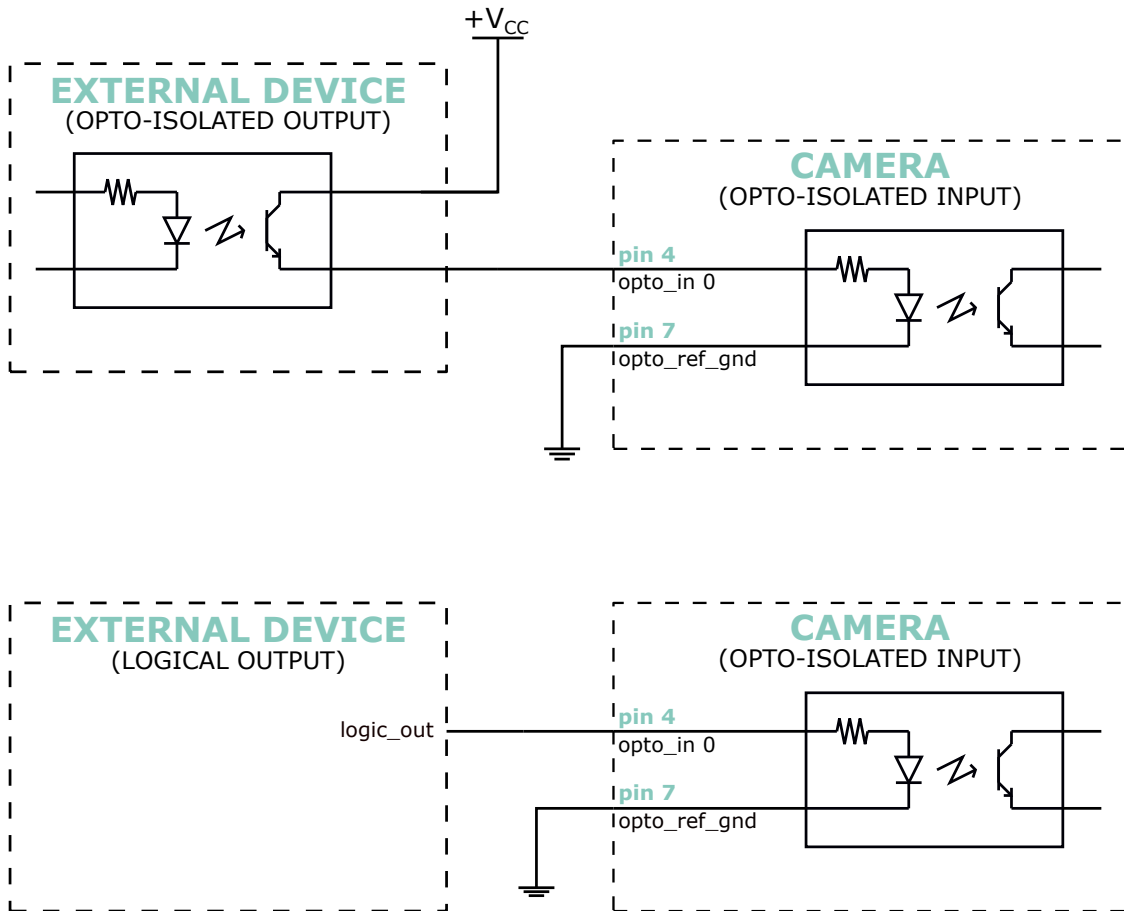


Figure 132: 위 그림: 카메라가 광절연 외부 장치에 의해 트리거됨. 아래 그림: 카메라가 논리 출력 핀에 의해 트리거됨.

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

이 경우 트리거 출력 단계는 스위치 역할을 합니다. 동기화 신호가 생성되면 스위치가 닫히고 외부 전원 공급 장치(+V_{CC})가 카메라 입력 핀에 전달되어 현재 상태를 전환하고 카메라를 트리거합니다.



CAUTION: 광절연 입력 핀의 최대 전압 사양을 초과하지 않도록 주의하십시오. 섹션 5.2에 언급된 바와 같이 +V_{CC}는 30V를 초과해서는 안 됩니다.

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

또한 출력 핀은 광절연 입력 단계를 전환할 수 있는 적절한 구동 강도를 가져야 합니다.

7.1.2 Itala 카메라로 외부 장치 동기화

Itala 카메라가 외부 장치를 트리거하는 경우 적절한 연결이 필요합니다.

광절연 출력 핀의 회로(섹션 5.7)를 고려할 때, 가능한 연결은 그림 133에 나와 있습니다.

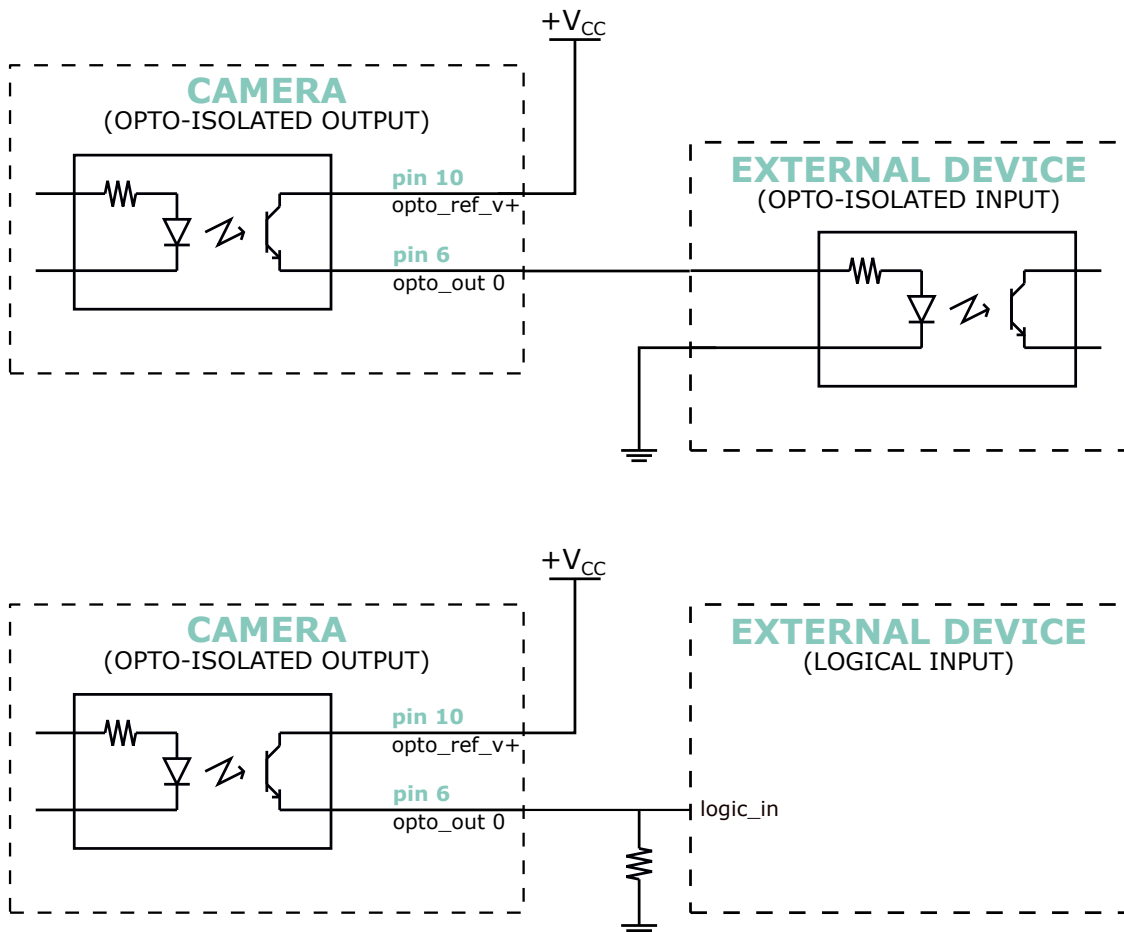


Figure 133: 위 그림: 카메라가 광절연 외부 장치를 트리거함. 아래 그림: 카메라가 논리 입력 핀을 트리거함.

Itala 카메라가 외부 광절연 장치를 트리거하는 경우, 카메라의 출력 핀을 트리거되는 장치의 입력 핀에

직접 연결할 수 있습니다.

이 경우 출력 단계는 스위치 역할을 합니다. 동기화 신호가 생성되면 스위치가 닫히고 외부 전원 공급 장치(+V_{CC})가 외부 장치에 전달되어 현재 상태를 전환하고 장치를 트리거합니다.



CAUTION: 광절연 입력 핀의 최대 전압 사양을 초과하지 않도록 주의하십시오.
 섹션 5.2에 언급된 바와 같이 +V_{CC}는 30V를 초과해서는 안 됩니다.

반대로, Itala 카메라가 외부 논리 핀(예: TTL)을 트리거하는 경우에도 출력 핀을 카메라의 광절연 입력 핀에 연결할 수 있으나 몇 가지 주의가 필요합니다. 광절연 출력이 활성화되지 않을 때 입력 핀을 접지에 연결하기 위한 외부 저항이 필요합니다.



CAUTION: 광절연 입력 핀의 최대 전압 사양을 초과하지 않도록 주의하십시오.
 섹션 5.2에 언급된 바와 같이 +V_{CC}는 30V를 초과해서는 안 됩니다.



CAUTION: +V_{CC}와 논리 핀 최대 전압 정격 간의 호환성을 항상 확인하십시오.

7.2 카메라 출력 라인에 지연 추가 방법

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

예를 들어, *Exposure End* 기능에 의해 트리거되고 지속 시간이 $1ms$ 이며 $100\mu s$ 지연된 출력 펄스를 **Line2**에 생성하는 경우를 생각해 보겠습니다. 이 시나리오는 그림 134에 나와 있습니다.

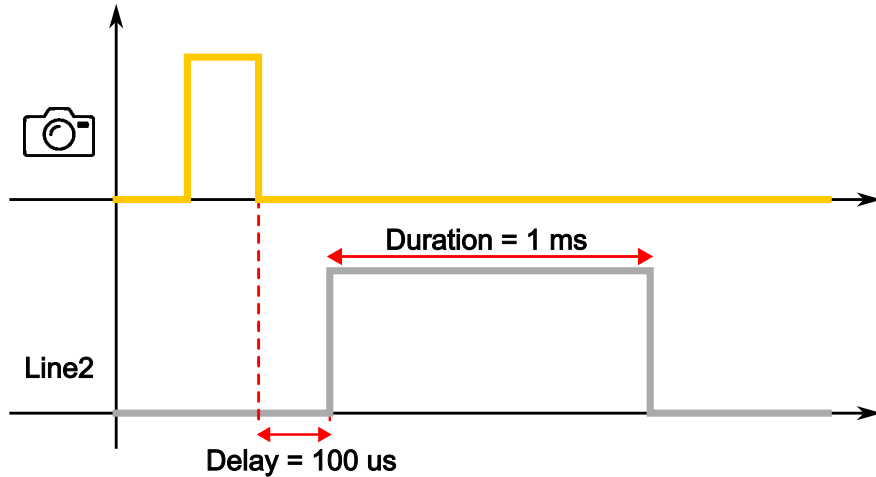


Figure 134: 예시 시나리오: 노출 시간 후 $1ms$ 출력 펄스($100\mu s$ 지연)가 생성됩니다.

Line2에서 이 파형을 얻으려면 다음 설정을 적용할 수 있습니다:

1. Timer 구성

- *Timer Selector* 기능을 사용하여 타이머 중 하나를 선택합니다(예: *Timer 0*).
- *Timer Trigger Source* 기능에 *Exposure End* 항목을 선택합니다.
- *Timer Delay* 필드에 원하는 펄스 지연을 설정합니다(예: $100\mu s$).
- *Timer Duration* 필드에 원하는 펄스 지속 시간을 설정합니다(예: $1000\mu s$).

2. Digital IO 구성

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

Itala View를 사용하는 경우 위에서 언급한 구성은 그림 135에 나와 있습니다. 특히 타이머 구성은 녹색 박스로, 디지털 IO 구성은 노란색 박스로 강조 표시되어 있습니다.

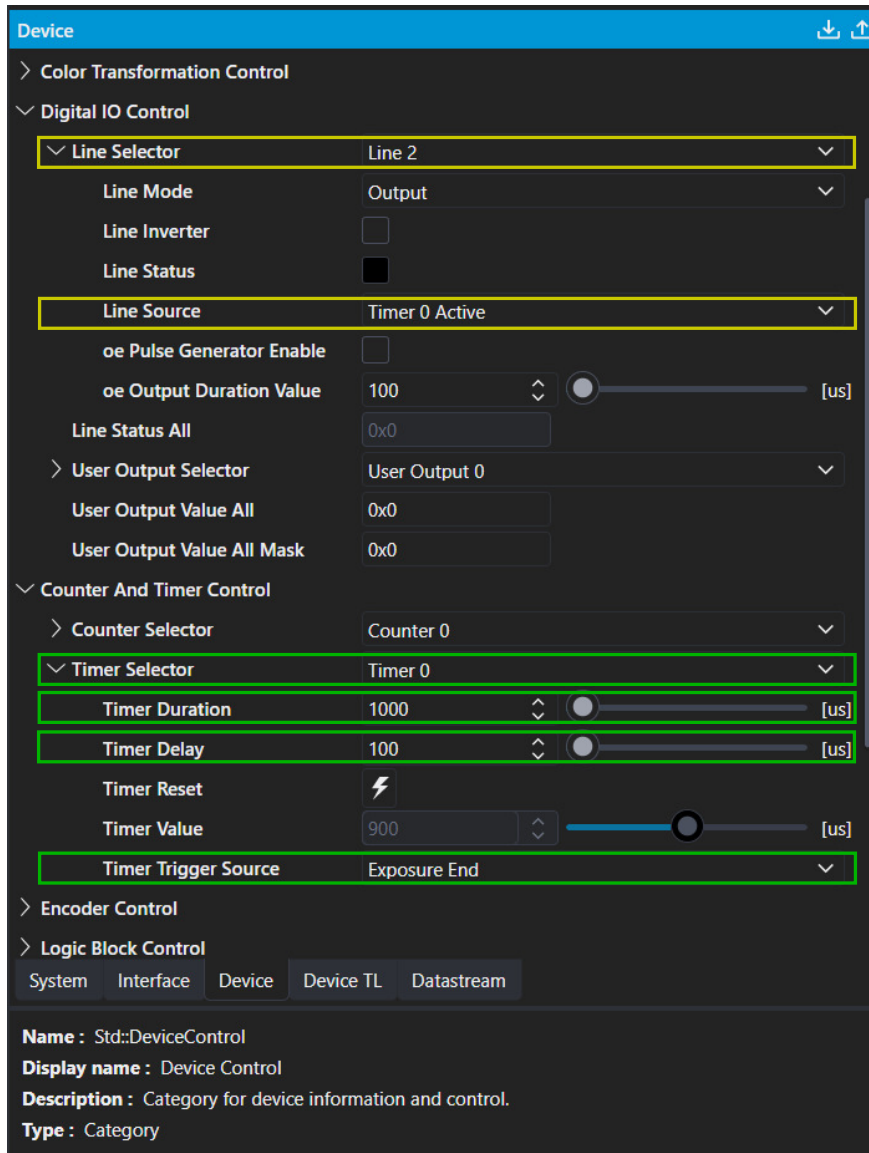


Figure 135: Itala View을 사용하여 출력 지연 펄스 구현

7.3 스트리밍 대역폭 관리

Itala는 이미지 센서에서 전체 취득 framerate를 선택(및 조정)할 수 있습니다. 특히 센서 처리량 설정과 관련된 GenICam 사용자 정의 기능은 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**입니다.

기본적으로 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**는 **oeLinkThroughput**으로 설정됩니다.

이 구성에서 취득 framerate는 기가비트 링크 대역폭에 의해 제한됩니다.

센서 설정(트리거 논리, 블랭킹 기간 등)은 기가비트 연결의 처리량(1 Gbps)에 맞추기 위해 자동으로 계산됩니다.

이 시나리오는 그림 136에 나와 있습니다. 청록색 블록으로 표시된 프레임은 이미지 센서에서 캡처되어 카메라 내부 버퍼에 저장된 후 사용자 애플리케이션에서 읽힙니다.

그림 136은 또한 온보드 이미지 버퍼의 동작을 보여줍니다. 읽기 데이터 속도가 항상 쓰기 데이터 속도와 같기 때문에 내부 메모리가 완전히 가득 찰 가능성이 없습니다.

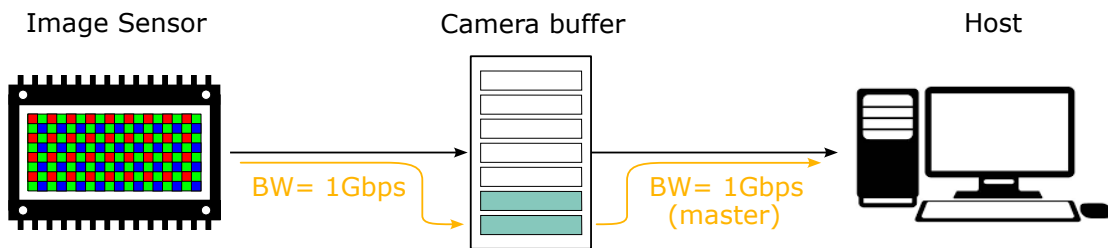


Figure 136: **oeAcquisitionFrameRateLimitMode = oeLinkThroughput**으로 설정된 경우, 센서 처리량은 기가비트 대역폭에 맞추기 위해 자동으로 조정됩니다.

반면에 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**가 **oeSensorThroughput**으로 설정된 경우, 취득 대역폭의 구동 요소는 이미지 센서가 됩니다(그림 137 참조).

이 경우 카메라와 호스트 간의 전체 대역폭은 여전히 이더넷 인터페이스에 의해 제한되지만, 취득 데이터 속도는 더 이상 링크 대역폭과 관련이 없으며 이미지 센서 모델 및 작동 모드에 따라 1 기가비트 링크 속도보다 높거나 낮을 수 있습니다.

쓰기 데이터 속도가 읽기 데이터 속도보다 높을 수 있으므로 카메라의 내부 이미지 버퍼가 포화될 수 있습니다(그림 138 참조). 이 조건이 충족되면 캡처된 프레임의 시각화 중에 지연 효과가 발생할 수 있습니다. 이 시나리오는 Itala가 자유 실행 취득 모드에 있고 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**가 **oeSensorThroughput**으로 설정된 경우 거의 항상 발생합니다.

oeSensorThroughput 구성은 트리거 모드 및 버스트 취득과 함께 사용할 때, 즉 **TriggerMode**가 ON으로 설정되고 **AcquisitionBurstFrameCount**가 1보다 클 때 그 효과가 두드러집니다.

이 경우 이미지 센서에서 매우 높은 framerate로 이미지를 캡처하여 내부 메모리 버퍼에 저장할 수 있고(그림 139a), 이후 더 낮은 기가비트 대역폭으로 읽어낼 수 있습니다(그림 139b).

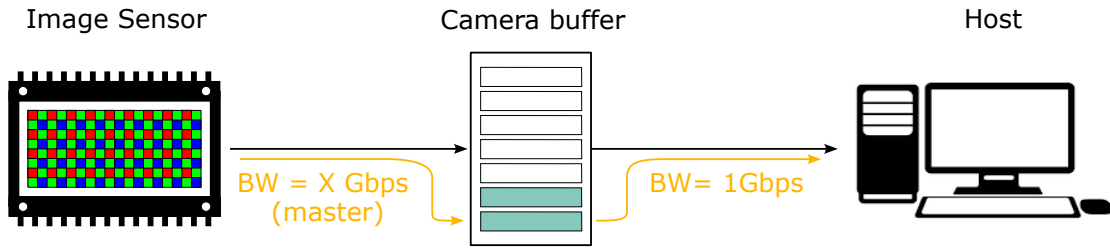


Figure 137: *oeAcquisitionFrameRateLimitMode = oeSensorThroughput*으로 설정된 경우, 취득 대역폭은 링크 대역폭과 완전히 무관합니다.

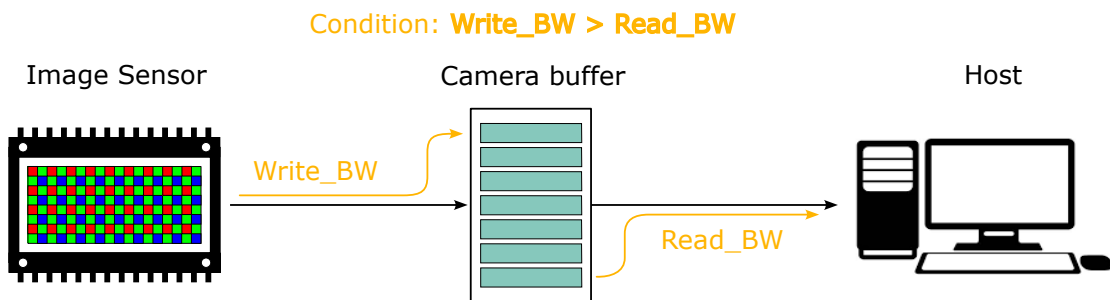


Figure 138: *oeAcquisitionFrameRateLimitMode = oeSensorThroughput*으로 설정된 경우, 쓰기 대역폭이 읽기 대역폭보다 높으면 버퍼 가득 참 조건이 발생할 수 있습니다.

고려해야 할 중요한 요소는 내부 버퍼의 유한한 크기입니다. 메모리에 저장할 수 있는 프레임 수는 이미지 해상도와 픽셀 형식이라는 두 가지 파라미터에 따라 달라집니다.

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

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

여기서:

- *Buffer Size*는 내부 메모리 버퍼 크기입니다(버퍼 크기 정보는 섹션 5.1 참조).
- *Resolution*은 메가픽셀 단위의 센서 해상도(가로 x 세로)입니다.
- *Bit Per Pixel*은 이미지의 각 픽셀에 할당된 비트 수입니다.

표 56는 Itala 카메라가 지원하는 각 픽셀 형식의 픽셀당 비트 값을 간략하게 요약합니다.

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 56: Itala 카메라가 지원하는 각 픽셀 형식의 픽셀당 비트 값 요약

다음 예시에서는 버퍼 포화 없이 최대 버스트 크기를 대략적으로 계산하는 방법을 보여줍니다.

NOTE: 다음 예시에서는 최악의 경우, 즉 버스트 취득이 끝난 후에 호스트 애플리케이션으로 프레임 다운로드가 시작되는 경우를 고려합니다.

NOTE: 다음 예시에서는 버퍼 크기를 384 Mb(3072 Mbit)로 간주합니다. 실제 버퍼 크기는 섹션 5.1에서 확인할 수 있습니다.

12메가픽셀 이미지 센서와 **Mono8**으로 설정된 픽셀 형식을 고려하면, 포화 전에 취득할 수 있는 최대 프레임 수는 다음과 같습니다:

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

동일한 센서를 가진 카메라가 **RGB8** 픽셀 형식으로 작동하는 경우 최대 버스트 크기는 다음과 같습니다:

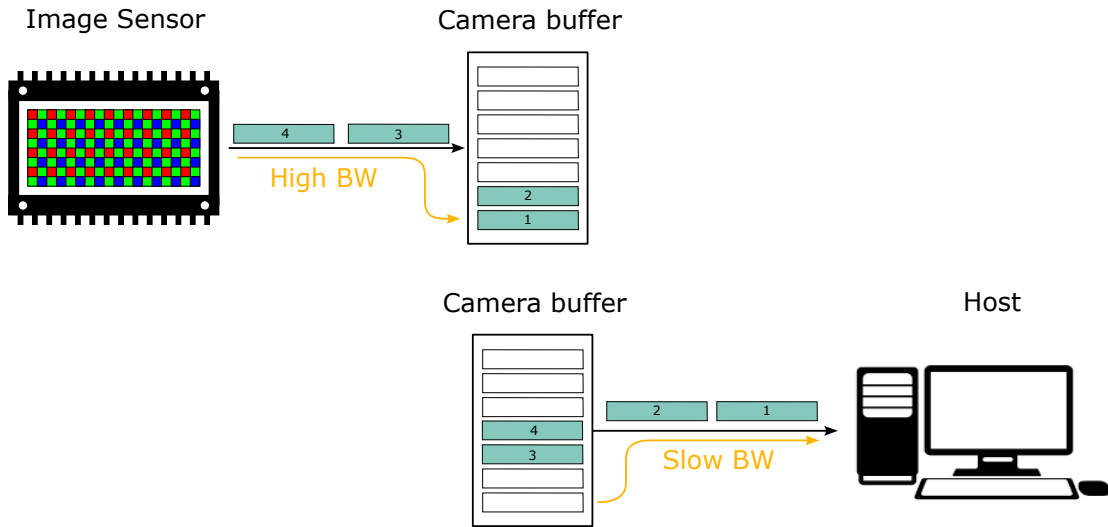


Figure 139: (a) 먼저 버스트 취득을 활성화하여 하나의 입력 트리거 신호로 여러 프레임 캡처합니다. (b) 이후 더 낮은 framerate로 카메라에서 호스트로 이미지를 전송할 수 있습니다.

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

7.4 Cognex Vision Pro 호환성

이 섹션은 Itala와 Cognex Vision Pro를 설정하는 방법을 간략하게 설명하는 소형 기술 가이드입니다. 다음 단계를 따르십시오:

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

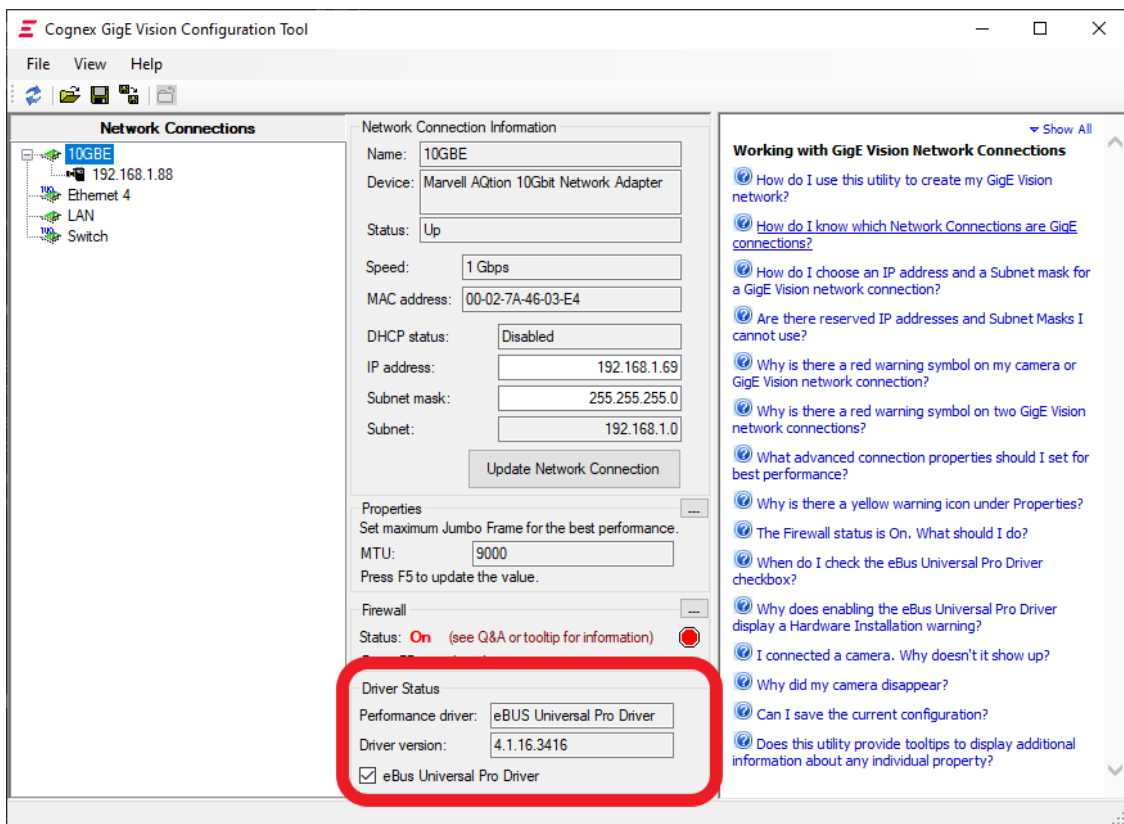


Figure 140: STEP 4 - Cognex GigE Vision Configuration Tool 창.

5. *VisionPro QuickBuild*를 엽니다.

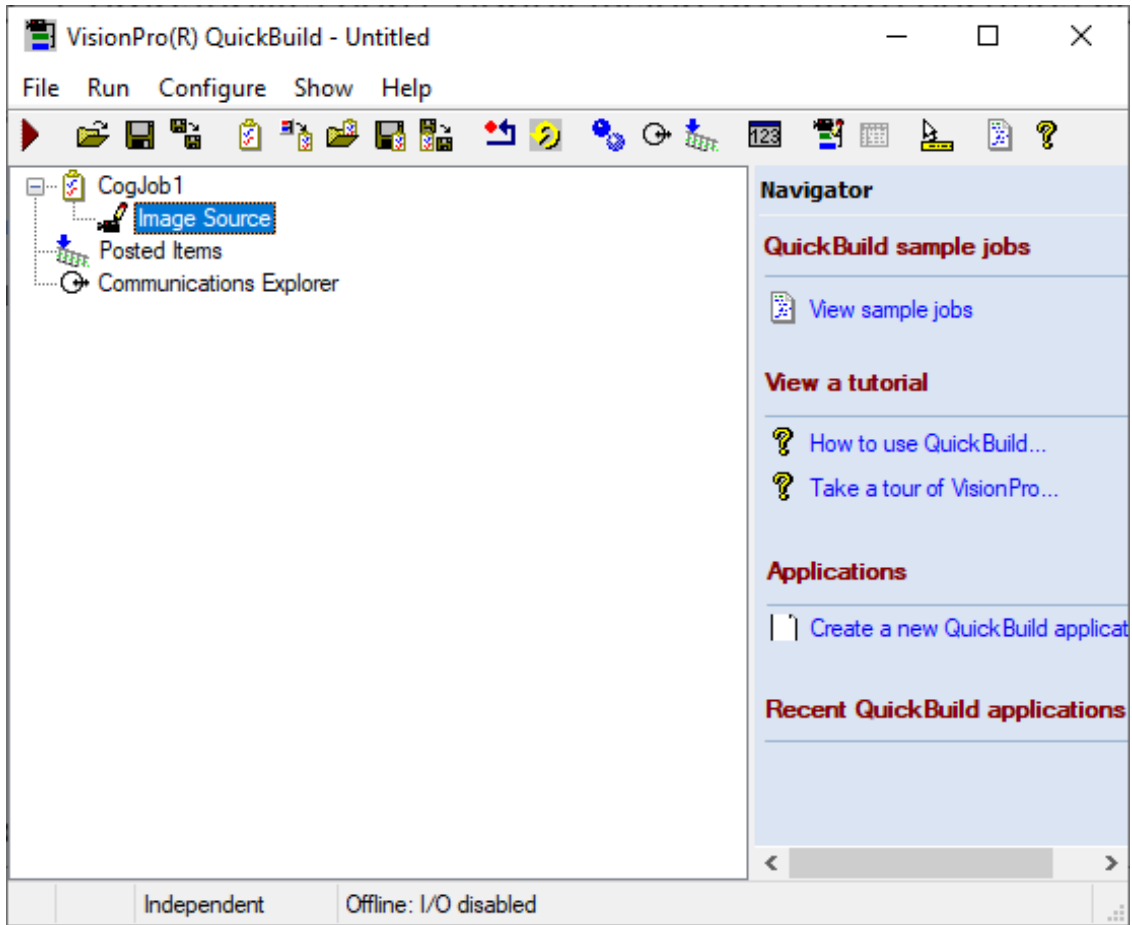
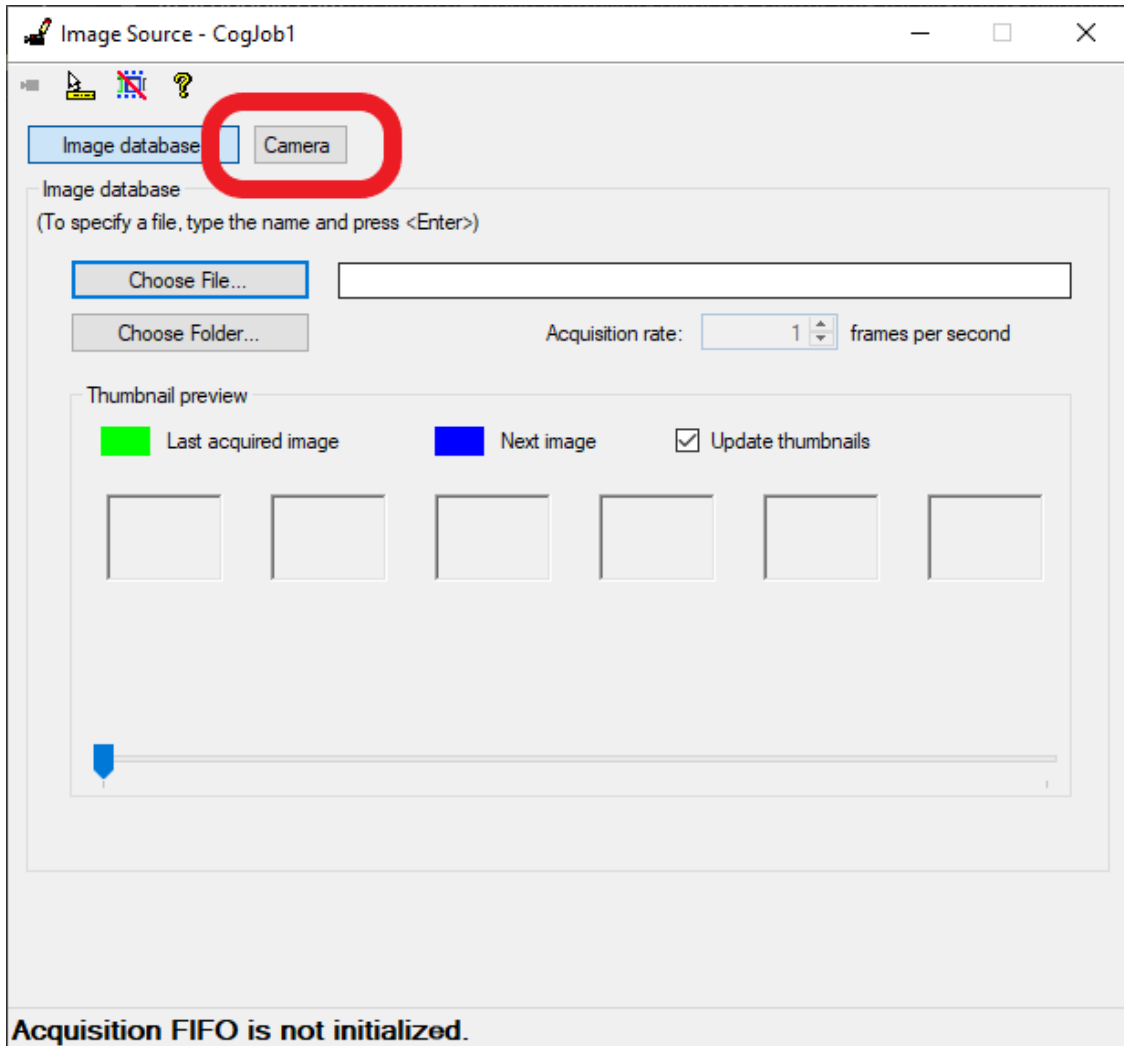


Figure 141: STEP 5 - *VisionPro QuickBuild* 창.

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


 Figure 142: STEP 7 - *Image Source* 창.

8. 콤보 박스에서 *GigE Vision*으로 시작하는 항목을 선택합니다.

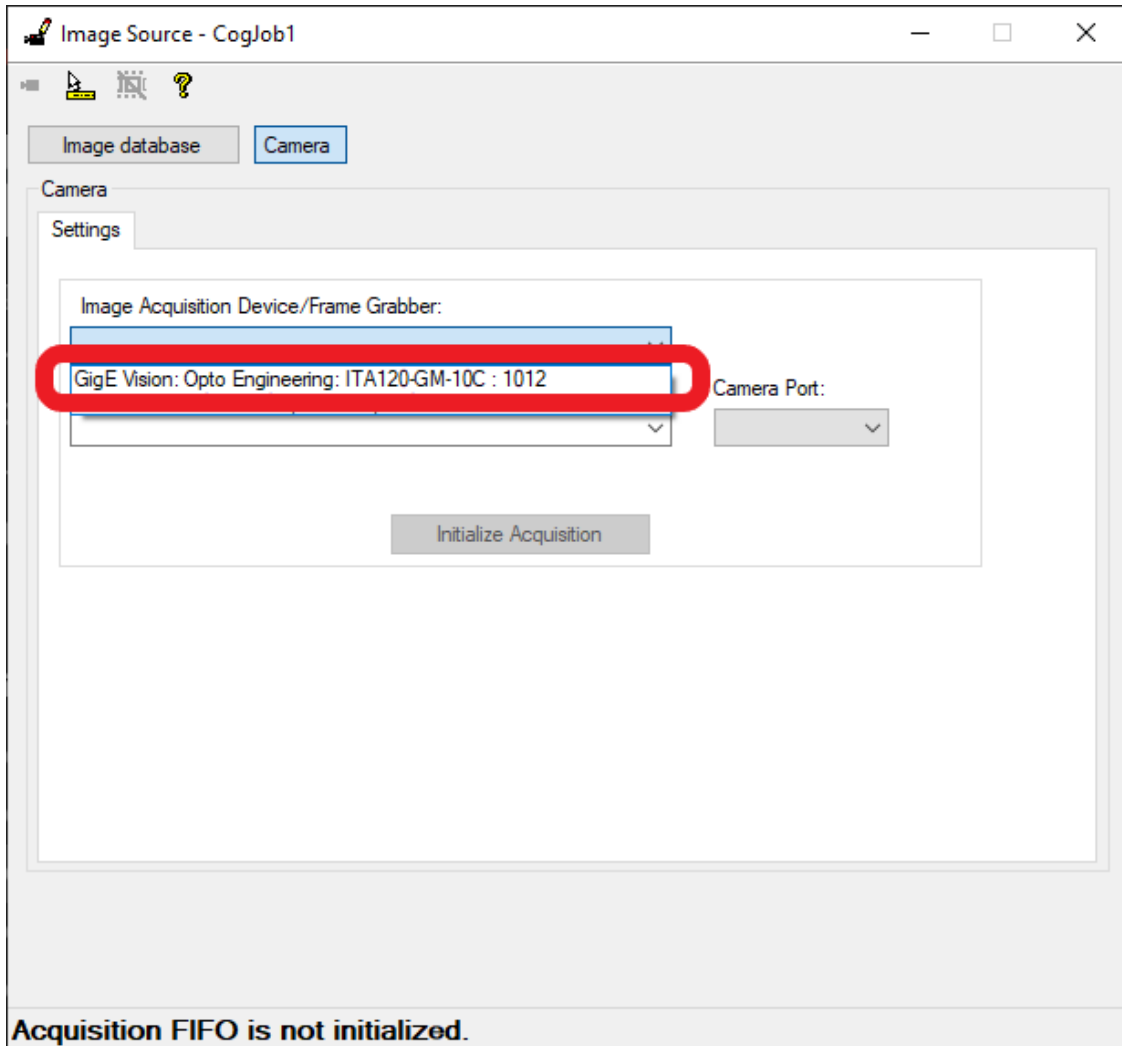


Figure 143: STEP 8 - *Image Source* 창, *Image Acquisition Device* 선택.

9. *Video Formats* 필드의 하향 화살표를 클릭하고 원하는 픽셀 형식을 선택합니다.

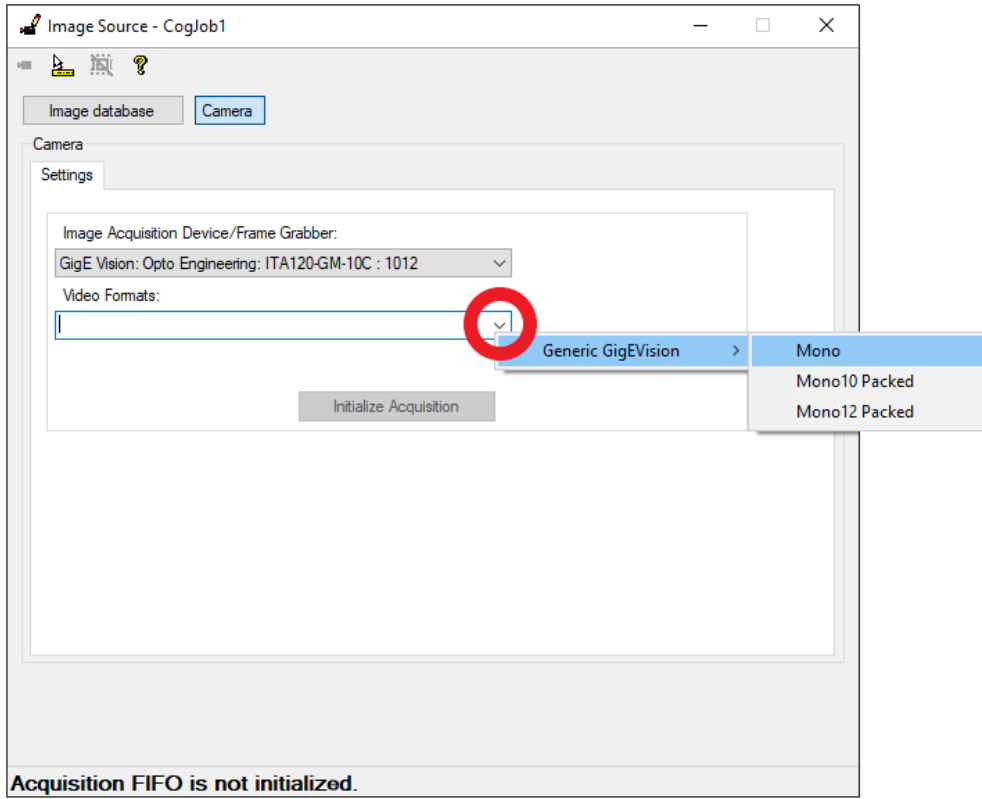


Figure 144: STEP 9 - *Image Source* 창, *Video Formats* 선택.

10. *Initialize Acquisition*을 클릭합니다.

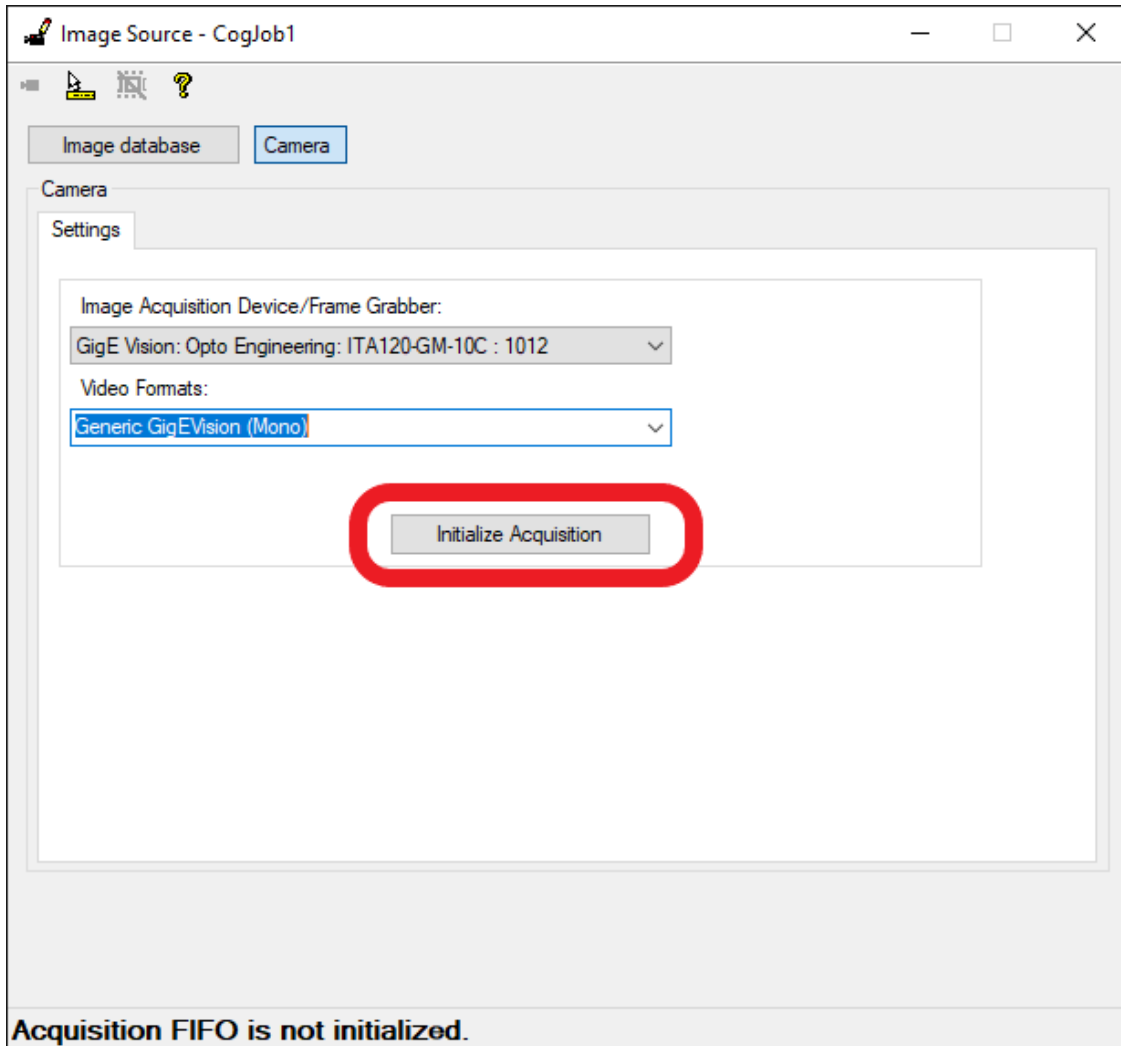


Figure 145: STEP 10 - *Image Source* 창, *Initialize Acquisition*.

11. 라이브 미리보기를 위해 창 왼쪽 상단의 카메라 아이콘을 클릭합니다. 노출 시간, 트리거 모드 및 ROI 등의 기타 설정도 지정할 수 있습니다.

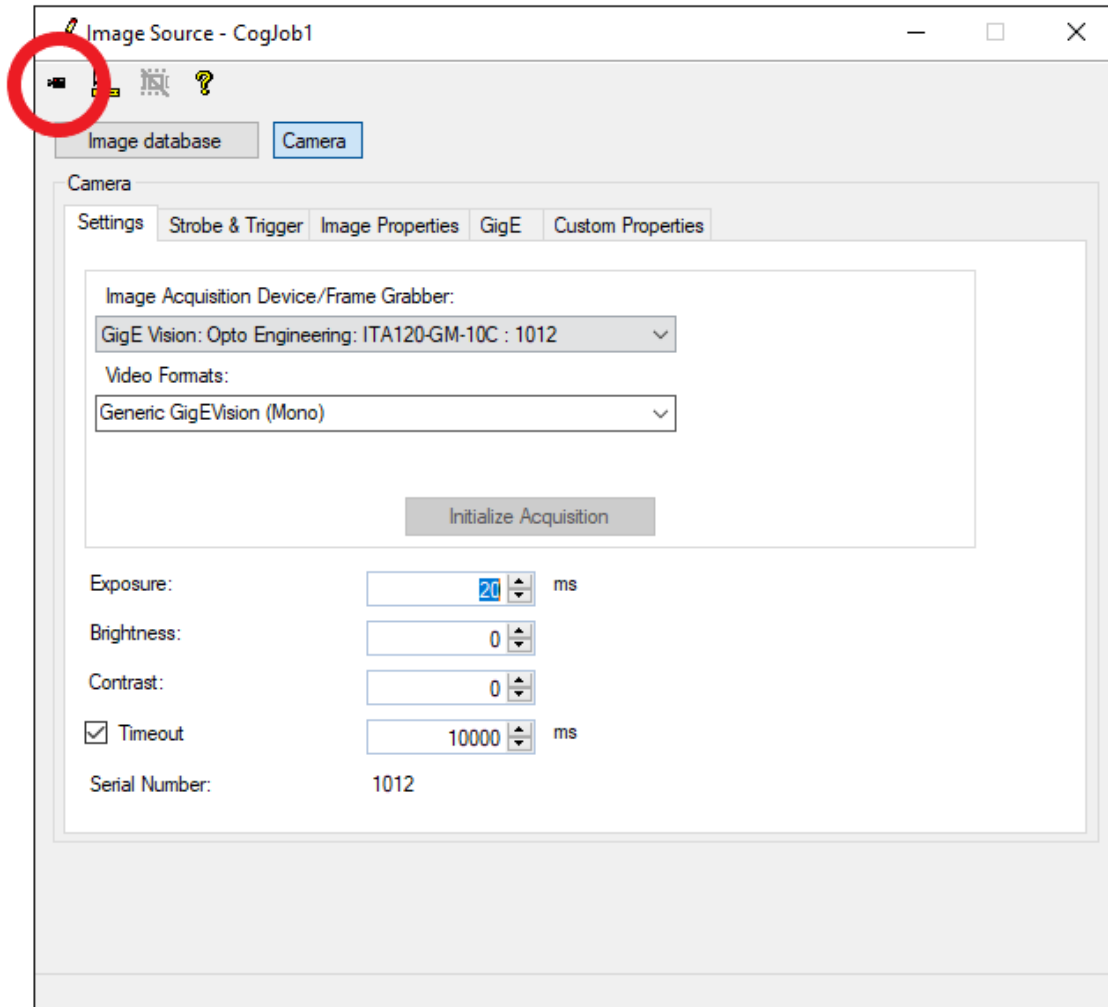


Figure 146: STEP 11 - *Image Source* 창, *Live Preview*.

7.5 시퀀서 제어 구성 예시

이 예시에서는 장치에 네 가지 서로 다른 노출 시간을 가진 취득 시퀀스를 정의하며, 마지막 단계는 다섯 번 반복됩니다.

모든 구성은 장치 자체에서 수행되므로 구성이 완료되고 취득이 시작된 후 장치는 필요에 따라 파라미터 변경 사항을 적용합니다. 호스트 애플리케이션은 이미지를 취득하기만 하면 됩니다. 이는 호스트 애플리케이션이 프레임 단위로 이러한 변경 사항을 적용하는 경우보다 전체 framerate가 훨씬 빠른 결과를 가져옵니다.

결과는 다음 흐름도와 같습니다:

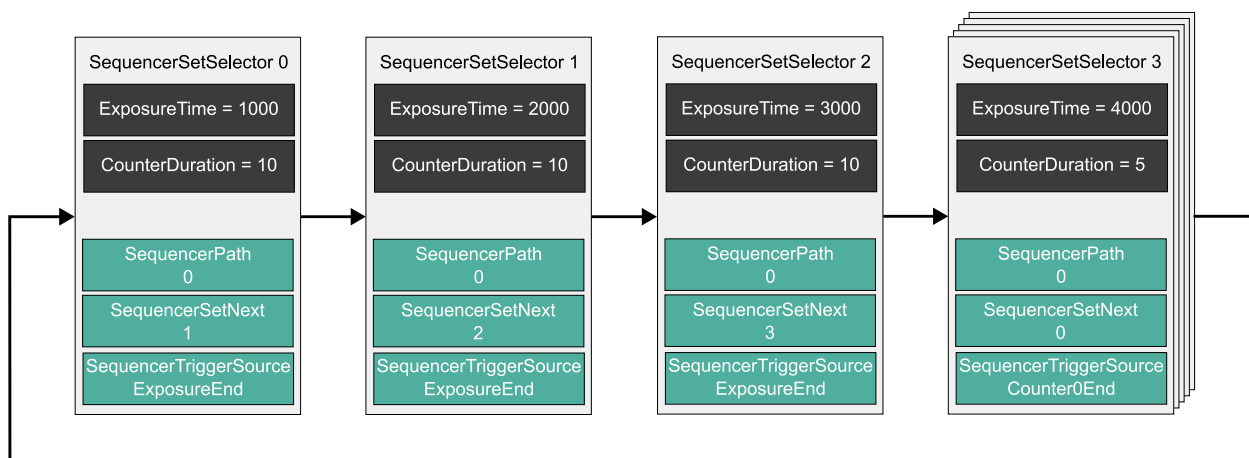


Figure 147: 시퀀서 제어 예시 흐름도.

시퀀서 경로 기능에 관한 몇 가지 사항이 있습니다:

- **SequecnerTriggerSource**가 Off이면 경로는 비활성화됩니다.
- 두 경로 모두 비활성화되거나 **SequecnerTriggerSource** 중 어느 것도 트리거되지 않으면, 시퀀서는 현재 세트에 머물러 있습니다.
- 두 경로의 **SequecnerTriggerSource**가 모두 트리거된 경우, 먼저 발생한 트리거의 경로를 따릅니다.

7.5.1 시퀀서 경로 활용

ExposureTime 및 **oeLiquidLensPower** 기능을 사용하여 최대 두 개의 활성 경로를 가진 세트를 정의할 수 있습니다. 다음 다이어그램은 "Set 0"과 "Set 1"에 두 개의 경로가 정의된 예시를 보여줍니다:

- "Set 0"과 "Set 1"은 Path 0을 따라 각 "ExposureEnd"마다 루프합니다. Timer0가 종료되면 다음 세트는 Path 1을 따라 "Set 2"가 됩니다.
- "Set 2"는 "ExposureEnd" 후 "Set 0"으로 돌아갑니다.

추가 설정:

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

결과는 다음 흐름도와 같습니다:

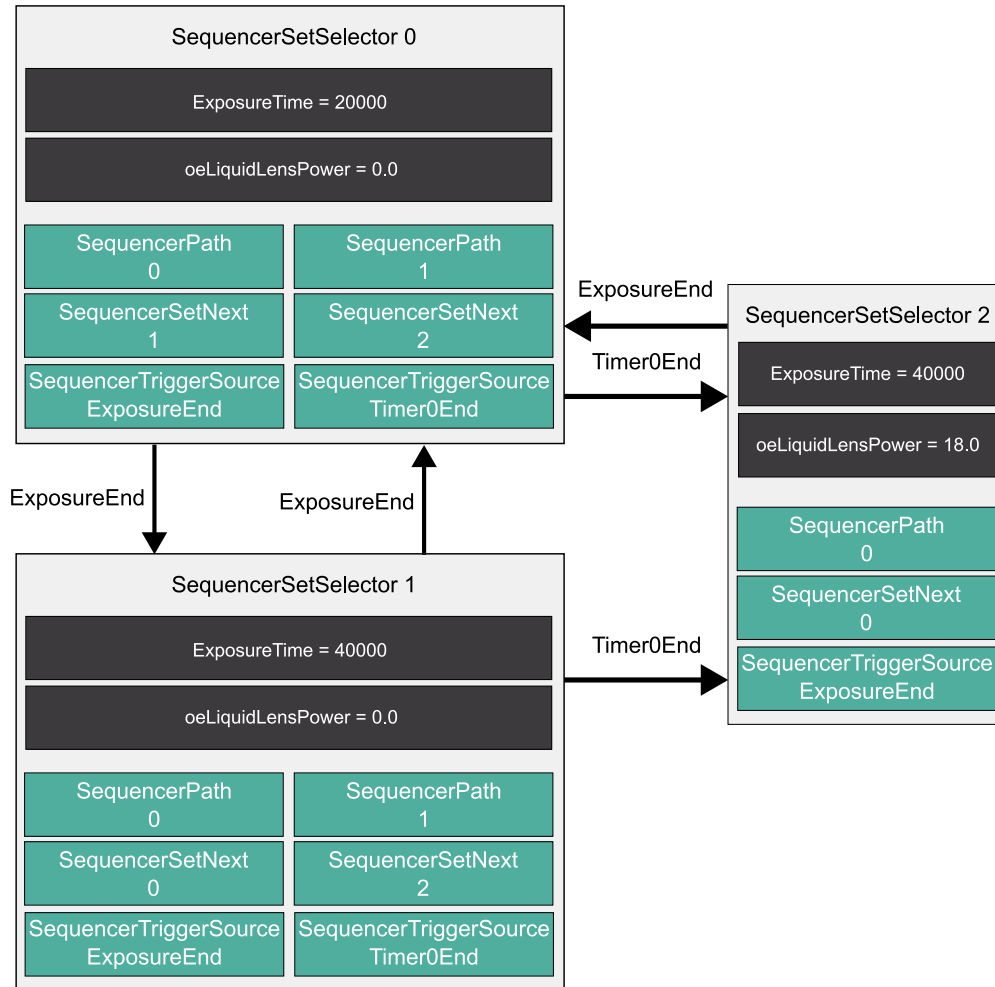


Figure 148: 시퀀서 제어 경로 예시 흐름도.

8 문제 해결

8.1 사용 가능한 장치 목록에서 카메라를 찾을 수 없습니다

카메라가 감지되지 않아 장치 목록에 표시되지 않는 경우 다음 단계를 확인하십시오:

1. 카메라에 전원이 올바르게 공급되고 있는지 확인하십시오. 카메라가 켜지면 몇 초 후 상태 LED가 노란색으로 변합니다.
2. 방화벽이 호스트와 장치 간의 통신을 차단하고 있는지 확인하십시오.
3. NIC(네트워크 인터페이스 컨트롤러)의 구성을 확인하십시오.
기본적으로 카메라는 DHCP 서버에서 IP 주소를 할당받도록 구성되어 있습니다.
그러나 사용자는 카메라에 고정 IP 주소를 지정할 수 있습니다. 이 경우 인터페이스 카드가 카메라 IP와 호환되는 적절한 IP 주소를 가지고 있는지 확인하십시오.
대안으로 *IP Configurator tool*을 사용하여 카메라의 IP를 올바르게 구성하십시오.
4. 네트워크 카드 드라이버가 올바르게 설치(및 최신 버전으로 업데이트)되었는지 확인하십시오.
5. 카메라가 다른 애플리케이션에서 현재 사용 중인 경우, 해당 프로세스에서 카메라를 사용할 수 없습니다. 이 경우 다른 애플리케이션에서 카메라 연결을 해제하고 원하는 애플리케이션에 다시 연결하십시오.
6. 케이블이 손상되지 않았는지 확인하십시오.

8.2 카메라 뷰어의 GenICam 트리에 일부 기능이 없는 이유는 무엇입니까?

일부 기능이 없는 경우 다음 사항을 확인하십시오:

1. 해당 기능이 선택한 카메라 모델에서 실제로 사용 가능한지 확인하십시오.
예를 들어, RGB 픽셀 형식과 같은 일반적인 컬러 기능은 흑백 카메라에서는 사용할 수 없습니다.
2. 뷰어의 가시성 모드를 확인하십시오.
일부 기능은 *Beginner mode*에서는 표시되지 않으며 *Expert mode* 또는 *Guru mode*에서만 표시될 수 있습니다.
3. 일부 새 기능은 이후 펌웨어 릴리스에서 추가될 수 있습니다. 카메라 FW가 항상 최신 상태인지 확인하십시오.

8.3 카메라에서 프레임 손실이 발생하는 이유는 무엇입니까?

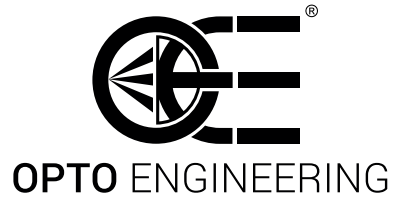
카메라 및/또는 네트워크 카드가 올바르게 구성되지 않으면 일부 프레임이 손실될 수 있습니다. 이러한 현상이 발생하는 경우 다음 잠재적 원인을 확인하십시오:

1. GigE Vision 캡처 드라이버가 올바르게 설치되었는지 확인하십시오.

2. 네트워크 인터페이스 드라이버가 현재 최신 상태인지 확인하십시오.
3. 네트워크 인터페이스 카드의 *jumbo packet* 옵션이 활성화되어 있는지 확인하십시오.
점보 패킷은 1500바이트보다 큰 프레임을 지원하며 고대역폭 카메라에서 최적의 성능을 제공합니다.
4. 네트워크 인터페이스 카드 수신 버퍼가 올바르게 설정되어 있는지 확인하십시오. 프레임 손실이 발생하는 경우 수신 버퍼 크기를 늘려보십시오.
5. PC가 절전 모드에 있지 않은지 확인하십시오. 이 작동 모드에서는 CPU 성능이 크게 저하되어 프레임 손실이 발생할 수 있습니다.
6. 현재 대역폭이 링크 대역폭의 지원 속도를 초과하지 않는지 확인하십시오.
대략적으로 BW는 수식 19로 근사할 수 있습니다:

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

이와 함께 *DeviceLinkThroughputLimit* 기능을 사용하여 카메라가 사용하는 대역폭을 제어할 수 있습니다. 이 값을 낮추면 전송에 사용 가능한 대역폭이 줄어들어 최대 사용 가능한 framerate가 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