

VZ Series User Manual

VZ-2MU-M41H00 / VZ-2MU-C41H00 / VZ-2MU-M168H00 / VZ-2MU-C168H00

VZ-3MU-M56H00 / VZ-3MU-C56H00 / VZ-3MU-M125H00 / VZ-3MU-C125H00

VZ-5MU-M79H00 / VZ-5MU-C79H00 / VZ-5MU-M79H00-POL

VZ-5MU-M36H00 / VZ-5MU-C36H00 / VZ-5MU-M36H00-POL

VZ-6MU-M60H00 / VZ-6MU-C60H00 / VZ-12MU-M32H00 / VZ-12MU-C32H00

VZ-12MU-M32H10 / VZ-12MU-C32H10 / VZ-12MU-M23H00 / VZ-12MU-C23H00

VZ-20MU-M19H00 / VZ-20MU-C19H00

VZ-400U-M528H00 / VZ-400U-C528H00 / VZ-1600U-M227H00 / VZ-1600U-C227H00



© 2024 Vieworks. All rights reserved.

본 문서의 저작권은 (주)뷰웍스에 있으며, 저작권법에 따라 (주)뷰웍스의 허가 없이 본 문서의 전부 또는 일부를 무단 복제, 전재, 발췌할 수 없습니다.

본 문서의 사양 및 관련 정보는 예고없이 변경될 수 있습니다. 본사에서 제공하는 다운로드 홈페이지에서 최신 버전의 매뉴얼을 참고하십시오. (<http://vision.vieworks.com>)

제품을 사용하기 전에

(주)뷰웍스의 VZ-2MU-M/C41H00™, VZ-2MU-M/C168H00™, VZ-3MU-M/C56H00™, VZ-3MU-M/C125H00™, VZ-5MU-M/C79H00™, VZ-5MU-M79H00-POL™, VZ-5MU-M/C36H00™, VZ-5MU-M36H00-POL™, VZ-6MU-M/C60H00™, VZ-12MU-M/C32H00™, VZ-12MU-M/C32H10™, VZ-12MU-M/C23H00™, VZ-20MU-M/C19H00™, VZ-400U-M/C528H00™, VZ-1600U-M/C227H00™ (이하 'VZ USB 시리즈') 카메라를 구입해 주셔서 고맙습니다.

- 반드시 매뉴얼을 읽어보신 후, 제품을 사용하십시오.
- 반드시 전문 엔지니어가 제품을 설치하고 최적화 작업까지 완료했는지 확인하십시오.
- 매뉴얼을 제품 사용 중 쉽게 볼 수 있는 장소에 보관하십시오.
- 본 매뉴얼은 사용자가 카메라에 대한 전문지식을 갖추었다는 전제하에서 작성되었습니다.

목 차

1장. 본 매뉴얼에 대하여.....	15
1.1 해당 모델	15
1.2 본 매뉴얼의 규칙.....	16
1.3 매뉴얼 개정 이력.....	16
2장. 개요	17
2.1 제품 소개	17
2.2 표준 규격	17
2.3 문서, CAD/기술도면 및 소프트웨어 다운로드	17
3장. 유의사항.....	18
3.1 안전 주의사항	18
3.2 EMI 및 ESD 방지를 위한 지침	19
3.3 환경 관련 요구 사항	19
3.4 카메라를 물리적으로 설치할 때의 주의 사항	20
3.5 인증	20
4장. 설치 작업을 위한 지침.....	21
4.1 호스트 구축하기	21
4.1.1 소프트웨어 패키지.....	21
4.1.2 사용자 프로그램 인터페이스.....	22
4.2 카메라 전원.....	23
4.3 카메라 드라이버 설치	24
4.3.1 시스템 요구 사항	24
4.3.2 드라이버 설치하기.....	24
4.4 카메라로 연결 및 이미지 획득.....	24
5장. 제품 사양.....	25
5.1 사양	25
5.1.1 VZ-2MU-M/C41H00.....	25

5.1.2	VZ-2MU-M/C168H00.....	26
5.1.3	VZ-3MU-M/C56H00.....	27
5.1.4	VZ-3MU-M/C125H00.....	28
5.1.5	VZ-5MU-M/C79H00.....	29
5.1.6	VZ-5MU-M79H00-POL	30
5.1.7	VZ-5MU-M/C36H00.....	31
5.1.8	VZ-5MU-M/C36H00-POL.....	32
5.1.9	VZ-6MU-M/C60H00.....	33
5.1.10	VZ-12MU-M/C32H00.....	34
5.1.11	VZ-12MU-M/C32H10.....	35
5.1.12	VZ-12MU-M/C23H00.....	36
5.1.13	VZ-20MU-M/C19H00.....	37
5.1.14	VZ-400U-M/C528H00	38
5.1.15	VZ-1600U-M/C227H00	39
5.2	Spectral Response	40
5.2.1	Spectral Response란?	40
6장.	치수 정보.....	48
6.1	카메라.....	48
6.2	광학 인터페이스	52
6.3	삼각대 어댑터	53
7장.	전기 관련 인터페이스.....	54
7.1	LED Light.....	54
7.2	USB 포트	54
7.3	I/O 포트	54
7.3.1	I/O 커넥터 핀.....	54
7.3.2	I/O Electrical Features	55
8장.	주요 기능들	65
8.1	I/O Control	65

8.1.1	Input Mode Operation	65
8.1.2	Output Mode Operation	67
8.1.3	LineStatus 읽기	72
8.2	Image Acquisition Control	73
8.2.1	Acquisition Start and Stop.....	73
8.2.2	Acquisition Mode.....	75
8.2.3	트리거 유형 선택	77
8.2.4	트리거 모드 전환	79
8.2.5	연속 모드.....	81
8.2.6	소프트웨어 트리거 획득(Software Trigger Acquisition)과 구성 작업	81
8.2.7	하드웨어 트리거 획득(Hardware Trigger Acquisition)과 구성 작업.....	82
8.2.8	Overlapping Exposure 와 Non-Overlapping Exposure 모드	83
8.2.9	Set Exposure	85
8.2.10	노출 지연(Exposure Delay)	92
8.3	기본 기능들	95
8.3.1	Gain.....	95
8.3.2	픽셀 형식(Pixel Format).....	96
8.3.3	ROI.....	102
8.3.4	자동 노출(Auto Exposure)과 자동 Gain(Auto Gain)	103
8.3.5	자동 화이트 밸런스(Auto White Balance).....	106
8.3.6	테스트 패턴	108
8.3.7	User Set Control.....	110
8.3.8	Device User ID	112
8.3.9	타임스탬프 (Timestamp)	113
8.3.10	Binning.....	113
8.3.11	Decimation.....	116
8.3.12	Reverse X와 Reverse Y	119

8.3.13	Digital Shift	123
8.3.14	Acquisition Status	125
8.3.15	블랙 레벨 (Black Level) 과 자동 블랙 레벨 (Auto Black Level)	126
8.3.16	파라미터 제한 제거 (Remove Parameter Limits)	126
8.3.17	사용자 데이터 영역 (User Data Area)	129
8.3.18	타이머(Timer)	129
8.3.19	카운터 (Counter)	131
8.3.20	Multi Gray Control	132
8.4	이미지 처리 (Image Processing)	133
8.4.1	광원 프리셋 (Light Source Preset)	133
8.4.2	색상 변환 제어 (Color Transformation Control)	134
8.4.3	감마 (Gamma)	137
8.4.4	Lookup Table	138
8.4.5	선명도 (Sharpness)	140
8.4.6	Flat Field Correction	141
8.4.7	노이즈 감소	145
8.5	이미지 전송(Image Transmission)	146
8.5.1	프레임 속도 계산	146
8.5.2	USB 인터페이스 대역폭	147
8.5.3	DeviceLinkThroughputLimit	147
8.5.4	카메라 획득 시간	148
8.6	이벤트(Event)	153
8.6.1	ExposureEnd 이벤트	154
8.6.2	BlockDiscard 이벤트	155
8.6.3	BlockNotEmpty 이벤트	155
8.6.4	FrameStartOvertrigger 이벤트	155
8.6.5	FrameBurstStartOvertrigger 이벤트	155

8.6.6	FrameStartWait 이벤트	156
8.6.7	FrameBurstStartWait 이벤트	156
8.7	UART Port	156
8.8	Sequencer	157
8.8.1	관련 파라미터	157
8.8.2	사용자 가이드	159
8.8.3	Sequence 지원 모델	160
9장.	Software Tools	161
9.1	LUT 생성 툴	161
9.1.1	GUI	161
9.1.2	User Guide	162
9.1.3	주의사항	168
9.2	Flat Field Correction Plugin	169
9.2.1	GUI	169
9.2.2	User Guide	170
9.2.3	주의사항	172
9.3	고정형 결함들을 수정하는 플러그인(Static Defect Correction Plugin)	173
9.3.1	Static Defect Correction 작업 순서	175
9.3.2	이미지 획득	176
9.3.3	Static Defect Correction	177
9.3.4	결함 데이터 파일의 사용 방법	177
9.4	프레임 속도 계산 도구	178
9.4.1	테이블 파라미터	179
10장.	FAQ	180

표 목차

표 4-1	시스템 요구 사항	24
표 5-1	VZ-2MU-M/C41H00 사양	25
표 5-2	VZ-2MU-M/C168H00 사양	26
표 5-3	VZ-3MU-M/C56H00 사양	27
표 5-4	VZ-3MU-M/C125H00 사양	28
표 5-5	VZ-5MU-M/C79H00 사양	29
표 5-6	VZ-5MU-M79H00-POL 사양	30
표 5-7	VZ-5MU-M/C36H00 사양	31
표 5-8	VZ-5MU-M36H00-POL 사양	32
표 5-9	VZ-6MU-M/C60H00 사양	33
표 5-10	VZ-12MU-M/C32H00 사양	34
표 5-11	VZ-12MU-M/C32H10 사양	35
표 5-12	VZ-12MU-M/C23H00 사양	36
표 5-13	VZ-20MU-M/C19H00 사양	37
표 5-14	VZ-400U-M/C528H00 사양	38
표 5-15	VZ-1600U-M/C227H00 사양	39
표 7-1	카메라 상태	54
표 7-2	8핀 커넥터의 핀 정의(카메라 후면)	54
표 7-3	회로 제한 저항 값	55
표 7-4	광절연 입력 회로의 지연 시간	57
표 7-5	광절연 출력 회로의 트랜지스터 전압 강하 및 출력 전류	58
표 7-6	광절연 출력 회로의 지연 시간	58
표 7-7	일반적인 조건에서 Line2/3의 트랜지스터 전압 강하 및 출력 전류	62

표 7-8	일반적인 조건에서 GPIO가 출력으로 구성될 때의 지연 시간	63
표 8-1	노출 지연 (Exposure Delay): T1 ~ T4	93
표 8-2	노출 지연 (Exposure Delay)	94
표 8-3	파라미터 제한 제거 전후에 지원되는 기능의 범위	129
표 8-4	프레임 속도 계산 항목	146
표 8-5	DeviceLinkThroughputLimit 관련 항목	147
표 8-6	각 이벤트의 효과 관련 정보	154
표 8-7	Sequence 지원 모델 정보	160
표 9-1	LUT Create Tool 메뉴	162
표 9-2	Static Defect Correction 플러그인의 기능 설명	170
표 9-2	Static Defect Correction 플러그인의 기능 설명	174

그림 목차

그림 4-1	GEN<i>CAM 표준 다이어그램	23
그림 5-1	VZ-2MU-M/C41H00 Sensor spectral response (mono/color)	40
그림 5-2	VZ-2MU-M/C168H00 Sensor spectral response (mono/color)	41
그림 5-3	VZ-3MU-M/C56H00 Sensor spectral response (mono/color)	41
그림 5-4	VZ-3MU-M/C125H00 Sensor spectral response (mono/color)	42
그림 5-5	VZ-5MU-M/C79H00 Sensor spectral response (mono/color)	42
그림 5-6	VZ-5MU-M/C79H00-POL Sensor spectral response (mono)	43
그림 5-7	VZ-5MU-M/C36H00 Sensor spectral response (mono/color)	43
그림 5-8	VZ-5MU-M/C36H00-POL Sensor spectral response (mono)	44
그림 5-9	VZ-6MU-M/C60H00 Sensor spectral response (mono/color)	44
그림 5-10	VZ-12MU-M/C32H00 Sensor spectral response (mono/color)	45
그림 5-11	VZ-12MU-M/C23H00 Sensor spectral response (mono/color)	45

그림 5-12	VZ-12MU-M/C32H10 Sensor spectral response (mono/color)	46
그림 5-13	VZ-20MU-M/C19H00 Sensor spectral response (mono/color)	46
그림 5-14	VZ-400U-M/C528H00 Sensor spectral response (mono/color)	47
그림 5-15	VZ-1600U-M/C227H00 Sensor spectral response (mono/color)	47
그림 6-1	도면 (VZ-2MU, VZ-3MU, VZ-5MU, VZ-6MU, VZ-1600U, VZ-12MU-M/C32H00)	48
그림 6-2	도면 (VZ-20MU-M/C19H00)	49
그림 6-3	도면 (VZ-12MU-M/C23H00, VZ-12MU-M/C32H10)	50
그림 6-4	도면 (VZ-12MU-M/C23H00)	51
그림 6-5	C 마운트의 광학 인터페이스	52
그림 6-6	나사 사양, 삼각대 어댑터 단차 두께 및 스프링 와셔 두께	53
그림 7-1	광절연 입력 회로도	55
그림 7-2	광절연 입력 회로에 연결된 2개의 NPN 광센서	56
그림 7-3	광절연 입력 회로에 연결된 2개의 PNP 광센서	56
그림 7-4	광절연 입력 회로의 파라미터	57
그림 7-5	광절연 출력 회로	57
그림 7-6	광절연 출력 회로의 파라미터	58
그림 7-7	Line2/3(양방향) 회로	59
그림 7-8	Line2를 입력으로 구성한 경우 카메라의 내부 등가 회로	60
그림 7-9	Line2 입력 회로에 연결된 NPN 광전 센서	61
그림 7-10	입력 회로에 연결된 PNP 광전 센서	61
그림 7-11	Line 2 입력 회로의 파라미터	62
그림 7-12	Line2 출력 회로의 파라미터	63
그림 7-13	Line2를 출력으로 구성한 경우 카메라의 내부 등가 회로	64
그림 8-1	입력 디바운서 회로도	65
그림 8-2	트리거 지연 회로도	66
그림 8-3	Input line reverse 설정하기	66

그림 8-4	스트로브 신호 회로도	67
그림 8-5	글로벌 셔터 "ExposureActive" 신호 회로도	68
그림 8-6	전자 롤링 셔터 "ExposureActive" 신호 회로도	68
그림 8-7	전자 롤링 셔터 모드 (overlapping exposure) "ExposureActive" 신호 회로도	69
그림 8-8	Global reset release 셔터 모드 "Exposure Active" 신호 회로도	69
그림 8-9	"FrameTriggerWait" 신호 회로도	70
그림 8-10	"AcquisitionTriggerWait" 신호 회로도	70
그림 8-11	"FrameBurstStart" 및 "FrameStart"가 동시에 활성화된 경우 "TriggerWait" 신호 회로도	71
그림 8-12	출력 라인 반전 설정	72
그림 8-13	연속 획득 프로세스	73
그림 8-14	트리거 획득 프로세스	74
그림 8-15	판독 중 획득 중지	74
그림 8-16	블랭킹 중 획득 중지	75
그림 8-17	FrameStart 트리거	77
그림 8-18	FrameBurstStart 트리거	77
그림 8-19	FrameStart 트리거와 FrameBurstStart 트리거를 동시에 선택한 경우	78
그림 8-20	프레임 판독 중 트리거 모드 전환	79
그림 8-21	블랭킹(또는 노출) 중 트리거 모드 전환	80
그림 8-22	비중첩 노출 모드 시퀀스	83
그림 8-23	비중첩 노출 모드의 트리거 획득 노출 시퀀스	84
그림 8-24	중첩 노출 모드의 노출 순서	84
그림 8-25	중첩 노출 모드의 트리거 획득 노출 시퀀스	85
그림 8-26	Timed Exposure 모드의 상승 에지 트리거 시퀀스	86
그림 8-27	Timed Exposure 모드의 하강 에지 트리거 시퀀스	86
그림 8-28	TriggerWidth 노출 모드의 상승 에지 트리거 시퀀스	87

그림 8-29	TriggerWidth 노출 모드의 하강 에지 트리거 시퀀스.....	87
그림 8-30	Global Shutter.....	89
그림 8-31	Electronic rolling shutter	90
그림 8-32	Global reset release shutter.....	90
그림 8-33	중첩 노출 모드의 노출 지연 시퀀스 다이어그램	92
그림 8-34	노출 지연 (Exposure Delay)	93
그림 8-35	카메라 반응 곡선.....	95
그림 8-36	Mono8 pixel format.....	96
그림 8-37	BayerRG8 pixel format.....	97
그림 8-38	BayerGR8 pixel format.....	99
그림 8-39	BayerGR8 pixel format.....	100
그림 8-40	Mono8	102
그림 8-41	ROI와 현재 이미지 사이의 상대 위치에 대한 예시.....	104
그림 8-42	ROI와 현재 이미지 사이의 상대 위치에 대한 예	107
그림 8-43	Gray gradient 테스트 이미지.....	108
그림 8-44	Moving diagonal gray gradient 테스트 이미지	109
그림 8-45	Static diagonal gray gradient 테스트 이미지.....	109
그림 8-46	Horizontal color Binning (2배).....	113
그림 8-47	Vertical color Binning (2배)	113
그림 8-48	Horizontal and vertical color Binning (2×2)	114
그림 8-49	Horizontal mono Binning (4배)	114
그림 8-50	모노 카메라 vertical decimation.....	116
그림 8-51	컬러 카메라 vertical decimation.....	116
그림 8-52	모노 카메라 horizontal Decimation	117
그림 8-53	컬러 카메라 horizontal Decimation	117
그림 8-54	The original image원본 이미지	119

그림 8-55	Reverse X 적용	119
그림 8-56	원본 이미지	120
그림 8-57	Reverse Y 적용	120
그림 8-58	원본 이미지	121
그림 8-59	Reverse X 와 Y 적용	121
그림 8-60	원본 이미지	122
그림 8-61	Reverse X 적용	122
그림 8-62	Reverse Y 적용	122
그림 8-63	Reverse X와 Y 적용	123
그림 8-64	Timer1Active의 다이어그램	129
그림 8-65	Timer1Active와 ExposureStart 신호의 관계	130
그림 8-66	색상 템플릿	134
그림 8-67	Color transformation 적용 전	136
그림 8-68	Color transformation 적용 후	136
그림 8-69	선명도 조정 전	그림 8-70 선명도 조정 후
그림 8-71	선명도 조정 전	
그림 8-72	선명도 조정 후	140
그림 8-73	노이즈 억제 선명도 적용 후	141
그림 8-74	FFC 조정 전	그림 8-75 FFC 조정 후
그림 8-76	FFC 플러그인 인터페이스	
그림 8-77	FCC 계수 획득 프로세스	144
그림 8-78	노이즈 감소 적용 전	그림 8-79 노이즈 감소 적용 후
그림 8-80	카메라와 외부 직렬 포트 장치의 배선도	
그림 8-81	Sequencer 기능 구성도	157
그림 8-82	Timing Diagram	158
그림 9-1	LUT 생성 툴의 GUI	161
그림 9-2	Standard LUT	163

그림 9-3 "Read From Device" 비활성화	164
그림 9-4 "Read From Device" 선택.....	165
그림 9-5 CSV 파일 선택	166
그림 9-6 파일 저장	167
그림 9-7 Static Defect Correction의 GUI	169
그림 9-8 Static Defect Correction의 GUI	173
그림 9-9 프레임 속도 계산 도구.....	178

1장. 본 매뉴얼에 대하여

본 매뉴얼은 VZ USB 시리즈 카메라 모델의 사용자를 위해 작성되었습니다.

- 본 매뉴얼과 함께, 현재 사용하시는 네트워크 카드의 매뉴얼도 참조하시기를 권장합니다.
- 본 매뉴얼은 (주)뷰웍스가 담당 또는 관리하지 않는 기타 업체로의 웹사이트 링크를 포함하고 있을 수도 있으며, (주)뷰웍스는 링크된 그 어떠한 사이트에 대해서도 책임을 지지 않습니다.
- 출처를 미처 밝히지 못한 인용 자료들의 저작권은 원작자에게 있음을 밝힙니다.
- 매뉴얼 내에서 발생할 수 있는 오류나 누락에 대하여 (주)뷰웍스는 일체의 책임을 지지 않습니다.
- 제품의 버전이나 실행되는 형태에 따라, 매뉴얼 내에 수록되는 제품 및 화면 이미지가 상이할 수 있습니다.

1.1 해당 모델

본 매뉴얼은 하기 제품에 대한 정보를 제공합니다.

- VZ-2MU-M41H00™ / VZ-2MU-C41H00™
- VZ-2MU-M168H00™ / VZ-2MU-C168H00™
- VZ-3MU-M56H00™ / VZ-3MU-C56H00™
- VZ-3MU-M125H00™ / VZ-3MU-C125H00™
- VZ-5MU-M79H00™ / VZ-5MU-C79H00™
- VZ-5MU-M79H00-POL™
- VZ-5MU-M36H00™ / VZ-5MU-C36H00™
- VZ-5MU-M36H00-POL™
- VZ-6MU-M60H00™ / VZ-6MU-C60H00™
- VZ-12MU-M32H00™ / VZ-12MU-C32H00™
- VZ-12MU-M32H10™ / VZ-12MU-C32H10™
- VZ-12MU-M23H00™ / VZ-12MU-C23H00™
- VZ-20MU-M19H00™ / VZ-20MU-C19H00™
- VZ-400U-M528H00™ / VZ-400U-C528H00™
- VZ-1600U-M227H00™ / VZ-1600U-C227H00™

1.2 본 매뉴얼의 규칙

본 매뉴얼에서는 사용자의 이해를 돕기 위해 표현 방식의 일관성을 최대한 유지했습니다.

표기 방식

본 매뉴얼에서는 다음의 표기 방식을 사용했습니다.

- 제품에서 인용한 메뉴명, 아이콘명 등은 맞춤법에 관계없이 제품에 표기한 대로 작성합니다.
- 파라미터 (Parameter) 및 커맨드 (Command) 명은 *이런 글꼴* 로 표기합니다.

경고나 주의, 참고의 의미

본 매뉴얼에서는 경고와 주의, 참고, 세 가지 방식의 메시지를 사용했습니다.



Warning!

해당 아이콘이 표시된 문구는, 사용자가 본인의 안전이나 제품 손상 방지를 위하여 따라야 하는 정보입니다.



Caution!

해당 아이콘이 표시된 문구는, 사용자가 데이터의 손실 또는 손상을 방지하기 위하여 따라야 하는 정보입니다.



Note:

해당 아이콘이 표시된 문구는, 본문 내용에 대한 추가적인 정보를 제공합니다.

1.3 매뉴얼 개정 이력

이 매뉴얼의 개정 이력은 다음과 같습니다.

버전	날짜	설명
1.0	2024-01-30	초안
1.1	2024-02-21	모델 추가에 따른 안내 : VZ-2MU-M/C41H, VZ-6MU-M/C60H, VZ-1600U-M/C227H
1.2	2024-04-16	모델 추가에 따른 안내 : VZ-3MU-M/C56H, VZ-12MU-M/C32H, VZ-12MU-M/C23H, VZ-20MU-M/C19Hs
1.3	2024-12-20	모델 추가에 따른 안내 : VZ-2MU-M/C168H00, VZ-5MU-M79H00-POL, VZ-5MU-M36H00-POL : VZ-400U-M/C528H00, VZ-3MU-M/C125H00

2장. 개요

2.1 제품 소개

(주)뷰웍스의 VZ USB 시리즈 카메라는 가격 대비 뛰어난 성능 및 작은 크기로 사용 편의성을 갖추었으며, 영역 스캔에 특화된 산업용 디지털 카메라입니다.

제품의 특징

- VZ USB 시리즈 카메라는 다양한 해상도와 프레임 속도를 제공하며 주요 칩 제조업체의 CMOS 센서와 함께 사용할 수 있습니다.
- VZ USB 시리즈 카메라는 USB 3.0 데이터 인터페이스를 통해 이미지 데이터를 전송합니다.
- VZ USB 시리즈 카메라는 잠금 나사 커넥터를 사용함으로써, 열악한 산업 환경에서도 카메라의 신뢰성을 확보할 수 있습니다.
- VZ USB 시리즈 카메라는 높은 신뢰성과 가격 대비 뛰어난 성능을 갖추었으며, 산업 검사 및 의료, 과학 연구, 교육, 보안 등과 같은 머신 비전 애플리케이션에 특히 적합합니다.

2.2 표준 규격

이 카메라는 USB3 Vision 3.0 표준을 따르며, 개발 인터페이스는 GEN<i>CAM3.0 표준을 기반으로 구현됩니다.

2.3 문서, CAD/기술도면 및 소프트웨어 다운로드

제품관련 문서, CAD/기술도면, 소프트웨어는 뷰웍스 다운로드 홈페이지 (<http://vision.vieworks.com>)에서 다운로드할 수 있습니다.

3장. 유의사항

3.1 안전 주의사항

(주)뷰웍스의 카메라 제품을 설치 및 사용하기 전에, 본 설명서를 반드시 읽고 사용 요구사항을 엄격히 준수해 주시기 바랍니다.

반드시 지정된 조건에서 제품을 사용하십시오. 그렇지 않으면 장비 오작동의 원인이 될 수 있습니다. 본 제품을 부적절하게 사용하거나 안전수칙을 준수하지 않아 발생한 피해에 대해

(주)뷰웍스는 법적 책임을 지지 않습니다.

제품 사용



Warning!

- 진동, 고온, 습도, 먼지, 강한 자기장, 폭발성/부식성 연기, 또는 가스가 존재하는 환경에서 제품을 설치 및 작동하지 마십시오. 카메라 손상 및 화재, 감전의 원인이 될 수 있습니다.
- 센서가 손상될 수 있으므로 높은 강도의 광원이 있는 장소에 제품을 직접 위치하지 마십시오.
- 제품이 손상되어 연기, 냄새, 또는 소음이 발생할 경우 즉시 전원을 끄고 전원 코드를 뽑은 후 당사 기술지원 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
- 제품을 임의로 분해, 수리, 개조할 경우 카메라가 손상되거나 감전될 수 있습니다.
- 본 제품을 사용할 경우 해당 국가 및 지역의 전기 안전규정을 엄격히 준수하여 주십시오.
- 카메라 전원 제한 요구 사항을 충족하는 제조업체에서 제공하는 전원 공급 장치를 사용하십시오. 그렇지 않으면 카메라가 손상될 수 있습니다.



Caution!

- 포장을 해체하기 전에 제품의 포장 상태가 양호한지 (파손, 변형 유무 등) 확인하십시오.
- 포장을 해체하신 후, 제품 및 부속품의 수량 및 외관을 꼼꼼히 확인하여 이상이 없는지 확인하시기 바랍니다.
- 지정된 보관 및 운송 조건에 따라 제품을 보관 및 운송하고 보관 온도 및 습도가 요구 사항을 충족하는지 확인하십시오.

사용자 안전



Warning!

- 제품의 전원이 켜진 상태에서 배선, 분해, 유지보수, 기타 작업을 수행하지 마십시오. 감전의 위험이 있습니다.
- 제품을 사용 중에는 직접 만지지 마십시오. 화상의 위험이 있습니다.
- 규정에 따라 제품을 설치하고 사용하십시오. 그렇지 부상을 입을 위험이 있습니다.
- 렌즈 마운트와 팬의 모서리 부분은 비교적 날카로우므로 설치나 사용 시 긁힘 위험이 있으므로 주의하시기 바랍니다.

3.2 EMI 및 ESD 방지를 위한 지침

- 잠금 나사가 있는 USB IF 인증을 받은 USB 케이블 사용을 권장합니다.
- 차폐 케이블을 사용하면 전자기 인터페이스를 피할 수 있습니다. 케이블의 차폐층은 너무 오래 늘어날 때까지 근처의 접지에 전도되어야 합니다. 많은 장치를 접지해야 하는 경우 단일 지점 접지를 사용하여 접지 루프를 방지합니다.
- 카메라를 고전압, 고전류 장비 (모터, 인버터, 릴레이 등)에서 멀리 두십시오. 필요한 경우 추가 차폐를 사용하십시오.
- ESD (정전기 방전)로 인해 카메라가 영구적으로 손상될 수 있으므로 카메라를 작동하기 전에 적합한 옷(면)과 신발을 착용하고 금속과 접촉하여 정전기를 방전시키십시오.

3.3 환경 관련 요구 사항

- 제품 외관 온도 (작동 중): 0 °C ~ 45 °C
- 작동 중 습도: 10% ~ 80%
- 보관 온도: -20 °C ~ 70 °C
- 광학 필터에 먼지가 쌓이는 것을 방지하려면 렌즈가 장착되지 않은 경우 항상 카메라의 플라스틱 캡을 덮어 두십시오.
- PC 요구 사항: Intel Core 2 Duo, 2.4 GHz 이상, 2GB 메모리 이상
- USB3.0 호스트 컨트롤러 요구 사항: 메인보드에 통합된 Intel 컨트롤러를 권장합니다. 외부 프레임 그레버가 필요한 경우 Renesas 컨트롤러를 선택하십시오.
- 케이블의 장치 끝에는 잠금 나사가 있어야 합니다.
- 카메라가 생산 공장에서 패키지로 포장되어 운송되었는지 확인하십시오.

3.4 카메라를 물리적으로 설치할 때의 주의 사항

카메라 설치 작업 관련 요구 사항

- M3 나사와 카메라의 나사 길이는 2.5~2.7mm, M2 나사와 카메라의 나사 길이는 3~3.3mm여야 합니다.
- M3 나사 조립 토크는 1N·M 이하, M2 나사 조립 토크는 0.5N·M 이하입니다. 나사 조립 토크가 너무 크면 카메라 나사산이 벗겨질 수 있습니다.

3.5 인증

CE, RoHS

이 제품은 다음 EU 인증을 통과했습니다.

- 2014/30/EU—Electromagnetic Compatibility Restriction
- 2011/65/EU—Restriction of Hazardous Substances (RoHS) and its revised directive 2015/863/EU



Caution!

Class A 조건을 충족하는 장비는 주거 환경 내에서 방송 서비스에 대해 적절한 보호는 제공하기 어려울 수 있습니다.

FCC

이 제품은 FCC 규정 제15조를 준수합니다. 이 제품 작동에는 다음 두 가지 조건이 적용됩니다.

- 이 장치는 유해한 간섭을 일으키지 않을 수 있습니다.
- 이 장치는 원치 않는 작동을 유발할 수 있는 간섭을 포함하여 수신된 모든 간섭을 수용해야 합니다.



Caution!

이 장비는 FCC 규정 제15조에 따라 테스트를 거쳐 클래스 A 디지털 장치에 대한 제한 사항을 준수하는 것으로 확인받았습니다. 이러한 제한은 장비가 상업 환경에서 작동될 때 유해한 간섭으로부터 합리적인 보호를 제공하기 위해 고안되었습니다. 이 장비는 무선 주파수 에너지를 생성, 사용 및 방출할 수 있으며, 지침 설명서에 따라 설치 및 사용하지 않을 경우 무선 통신에 유해한 간섭을 일으킬 수 있습니다. 주거 지역에서 이 장비를 작동하면 유해한 간섭이 발생할 가능성이 있으며, 이 경우 사용자는 사용자 본인이 부담하는 비용으로 간섭을 해결해야 합니다.

4장. 설치 작업을 위한 지침

4.1 호스트 구축하기

4.1.1 소프트웨어 패키지

(주)뷰웍스의 소프트웨어 패키지는 VZ USB 시리즈 카메라를 제어하여 안정적인 실시간 이미지 전송을 제공하고, 다양한 프로그래밍 도구를 위한 여러 샘플과 통합하기 쉬운 SDK를 제공하는 데 사용됩니다.

- 드라이버 패키지(드라이버): 이 패키지는 USB 3.0 카메라의 드라이버 프로그램과 같은 VZ USB 시리즈 카메라의 드라이버 프로그램을 제공합니다.
- 인터페이스 라이브러리(API): 이 패키지는 카메라 제어 인터페이스 라이브러리와 이미지 처리 인터페이스 라이브러리를 제공하며 사용자의 2차 개발을 지원합니다.
- 데모 프로그램(VZViewer.exe): 이 데모 프로그램은 카메라 제어, 영상 획득, 영상 처리 기능을 표시하는 데 사용되며, 사용자는 데모 프로그램을 통해 카메라를 직접 제어할 수 있습니다. 또한 카메라 인터페이스 라이브러리를 기반으로 사용자가 자체 제어 프로그램을 개발할 수 있습니다.
- 샘플: 이 샘플은 카메라의 기능을 보여줍니다. 사용자는 이 샘플을 사용하여 카메라를 쉽게 제어하거나 샘플을 참조하여 자체 제어 프로그램을 개발할 수 있습니다.
- 프로그래머 매뉴얼: 이 매뉴얼은 사용자에게 프로그래밍 환경을 구성하는 방법과 카메라 인터페이스 라이브러리를 통해 카메라를 제어하고 이미지를 획득하는 방법을 설명하는 사용자 프로그래밍 가이드입니다.

(주)뷰웍스 웹사이트(<http://vision.viewworks.com>)에서 최신 소프트웨어 패키지를 다운로드할 수 있습니다.

4.1.2 사용자 프로그램 인터페이스

VZ USB 시리즈 카메라의 소프트웨어 패키지를 설치한 후, 사용자는 데모 프로그램과 샘플을 사용하여 카메라를 제어할 수 있으며, 또한 사용자가 직접 작성한 프로그램으로 카메라를 제어할 수도 있습니다. 소프트웨어 패키지는 세 가지 종류의 프로그램 인터페이스를 제공하며, 사용자는 자신의 요구 사항에 따라 사용하기에 적합한 인터페이스를 선택할 수 있습니다.

API 인터페이스

사용자의 프로그래밍 복잡성을 단순화하기 위해 패키지는 사용자가 카메라를 제어할 수 있는 일반 C 프로그래밍 인터페이스 GxIAPi.dll과 이미지 처리 알고리즘 인터페이스 DxImageProc.dll을 제공하고 이를 기반으로 하는 샘플 및 소프트웨어 개발 매뉴얼을 제공합니다. 인터페이스, API 인터페이스는 C/C++/C#/Python 등을 지원합니다.

GenTL 인터페이스

이 인터페이스는 Gen<i>Cam 표준의 일반 전송 계층 표준에 따라 개발되었으며, DAHENG IMAGING은 Gen<i>Cam 표준을 따르고 사용자에게 GenTL 인터페이스를 제공합니다. 사용자는 GenTL 인터페이스를 사용하여 자체 제어 프로그램을 직접 개발할 수 있습니다.

GenTL 인터페이스의 정의와 사용법은 EMVA 웹사이트에서 다운로드할 수 있습니다

USB3 Vision 인터페이스

VZ USB 시리즈 카메라는 USB3 Vision 프로토콜과 호환되므로 사용자는 USB3 Vision 프로토콜을 기반으로 하는 PC 소프트웨어를 통해 카메라를 직접 제어할 수 있습니다. 또한 사용자는 HALCON과 같은 USB3 Vision 프로토콜을 지원하는 일부 타사 소프트웨어를 사용하여 카메라를 제어할 수 있습니다.



Note:

GEN<i>CAM 표준: GEN<i>CAM은 유럽 머신 비전 협회(EMVA)에서 관리합니다. GenCam은 모든 종류의 카메라와 장치에 대한 일반 프로그래밍 인터페이스를 제공합니다. 어떤 인터페이스 기술을 사용하든 관계없이 표준 API(응용 프로그래밍 인터페이스)를 제공합니다. 여기에는 주로 다음 모듈이 포함됩니다.

- GenAPI: 장치의 기능을 캡처하는 방법과 이러한 기능에 표준 방식으로 액세스하고 제어하는 방법을 정의하는 XML 설명 파일 형식
- GenTL: 카메라의 이미지 데이터를 PC에서 실행되는 애플리케이션으로 전송하는 소프트웨어 드라이버와 라이브러리 간의 일반 전송 계층 인터페이스
- SFNC: 서로 다른 제조업체의 제품 간 상호 운용성을 촉진하는 카메라 기능에 대한 일반적인 명명 규칙

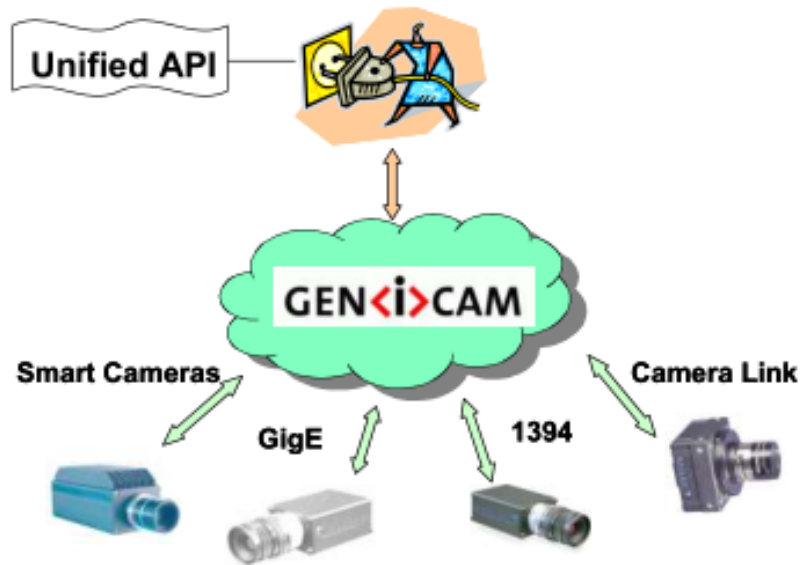


그림 4-1 GEN<i>CAM 표준 다이어그램

4.2 카메라 전원

VZ USB 시리즈 카메라는 UBS 3.0 인터페이스를 통해 전원을 공급받을 수 있습니다.



Caution!

- 외부 전원 공급 장치가 필요한 카메라는 USB3.0 케이블과 외부 전원 공급 장치가 동시에 카메라에 올바르게 연결된 경우에만 작동합니다.

4.3 카메라 드라이버 설치

4.3.1 시스템 요구 사항

VZseries SDK에는 Windows, Android 등 다양한 운영 체제가 포함되어 있습니다. 운영 체제 및 설치 패키지 버전에 대한 요구 사항은 다음과 같습니다.

운영 체제	애플리케이션 버전
Windows	Windows 7 (32bit, 64bit)
	Windows 10 (32bit, 64bit)
	Windows 11 (64bit)
Linux	Ubuntu 12.04 이상, kernel version 3.5.0.23 이상
Android	Android 6 이상

표 4-1 시스템 요구 사항

4.3.2 드라이버 설치하기

Windows에서 SDK (VZViewer)를 설치하려면 다음의 순서대로 작업하십시오.

- 뷰웍스 사이트 (<http://vision.viewworks.com>)에서 해당 버전의 설치 패키지를 다운로드하세요.
- 설치 프로그램을 실행합니다.
- 설치 마법사의 지시에 따라 설치 프로세스를 완료합니다. 설치 과정에서 필요한 카메라 인터페이스 (USB2.0, USB3 Vision, GigE Vision 등)를 선택할 수 있습니다.



Caution!

- 설치 과정에서, 특히 *.sys 파일을 설치할 때 바이러스 백신 소프트웨어에 대해 항상 주의하십시오. 해당 소프트웨어의 영향을 받으면 드라이버 설치가 실패할 수 있습니다.

4.4 카메라로 연결 및 이미지 획득

장치에 전원을 공급한 다음, 호스트의 USB 3.0 인터페이스에 연결하여 주십시오.

VZViewer 소프트웨어를 두 번 클릭하여 이미지를 획득할 수 있습니다. 단계는 다음과 같습니다:

1. VZViewer의 툴바에서  아이콘을 클릭하면 장치 목록이 새로 고쳐집니다.
 - 장치가 열거된 후, 장치 목록에 열거된 장치를 더블 클릭하세요.
 - 현재 장치에서 획득 시작 작업을 수행하려면 도구 모음에서  아이콘을 클릭하세요.

5장. 제품 사양

5.1 사양

5.1.1 VZ-2MU-M/C41H00

Specifications	VZ-2MU-C41H00	VZ-5MU-M41H00
Resolution	1920 × 1200	
Sensor Type	Sony IMX249 global shutter CMOS	
Max. Image Circle	1/1.2 inch	
Pixel Size	5.86 μm × 5.86 μm	
Frame Rate	41 fps @ 1920 × 1200	
ADC Bit Depth	12 bit	
Pixel Bit Depth	8 bit, 10 bit, 12 bit	
Exposure Time	Standard: 20 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0 dB ~ 24 dB Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
Decimation	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8	Mono8
	Bayer RG10	Mono10
	Bayer RG12	Mono12
Signal Noise Ratio	45.33 dB	45.33 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 2.7W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB 3.0	
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	65 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam, KC	

표 5-1 VZ-2MU-M/C41H00 사양

5.1.2 VZ-2MU-M/C168H00

Specifications	VZ-2MU-C168H00	VZ-5MU-M168H00
Resolution	1920 × 1200	
Sensor Type	Sony IMX174 global shutter CMOS	
Max. Image Circle	1/1.2 inch	
Pixel Size	5.86 μm × 5.86 μm	
Frame Rate	168 fps	
ADC Bit Depth	10 bit	
Pixel Bit Depth	8 bit, 10 bit	
Exposure Time	Standard: 20 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0 dB ~ 24 dB Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Decimation	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8 Bayer RG10	Mono8 Mono10
Signal Noise Ratio	45.32 dB	45.32 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 2.7W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB 3.0	
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	65 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam, KC	

표 5-2 VZ-2MU-M/C168H00 사양

5.1.3 VZ-3MU-M/C56H00

Specifications	VZ-3MU-C56H00	VZ-3MU-M56H00
Resolution	2048 × 1536	
Sensor Type	Sony IMX265 global shutter CMOS	
Max. Image Circle	1/1.8 inch	
Pixel Size	3.45 μm × 3.45 μm	
Frame Rate	56 fps @ 2048 × 1536	
ADC Bit Depth	12 bit	
Pixel Bit Depth	8 bit, 10 bit	
Exposure Time	UltraShort: 1 μs ~100 μs , Actual Steps: 1 μs Standard: 20 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0 dB ~ 24 dB Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Decimation	Sensor: 1×1, 2×2	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8	Mono8
	Bayer RG10	Mono10
Signal Noise Ratio	40.09 dB	40.76 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 2.7W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB 3.0	
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	65 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam, KC	

표 5-3 VZ-3MU-M/C56H00 사양

5.1.4 VZ-3MU-M/C125H00

Specifications	VZ-3MU-C125H00	VZ-3MU-M125H00
Resolution	2048 × 1536	
Sensor Type	Sony IMX252 global shutter CMOS	
Max. Image Circle	1/1.8" inch	
Pixel Size	3.45 μm × 3.45 μm	
Frame Rate	79.1 fps @ 2048 × 1536	
ADC Bit Depth	10 bit	
Pixel Bit Depth	8 bit, 10 bit	
Exposure Time	UltraShort: 1 μs ~100 μs , Actual Steps: 1 μs Standard: 20 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0 dB ~ 24 dB Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Decimation	Sensor: 1×1, 2×2	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8	Mono8
	Bayer RG10	Mono10
Signal Noise Ratio	40.63 dB	40.55 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 2.7W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB 3.0	
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	65 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam	

표 5-4 VZ-3MU-M/C125H00 사양

5.1.5 VZ-5MU-M/C79H00

Specifications	VZ-5MU-C79H00	VZ-5MU-M79H00
Resolution	2448 × 2048	
Sensor Type	Sony IMX250 global shutter CMOS	
Max. Image Circle	2/3 inch	
Pixel Size	3.45 μm × 3.45 μm	
Frame Rate	79.1 fps @ 2448 × 2048	
ADC Bit Depth	10 bit	
Pixel Bit Depth	8 bit, 10 bit	
Exposure Time	UltraShort: 1 μs ~100 μs , Actual Steps: 1 μs Standard: 20 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0 dB ~ 24 dB Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Decimation	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4 Sensor: 1×1, 2×2	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8	Mono8
	Bayer RG10	Mono10
Signal Noise Ratio	40.58 dB	40.65 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 2.7W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB 3.0	
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	65 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam	

표 5-5 VZ-5MU-M/C79H00 사양

5.1.6 VZ-5MU-M79H00-POL

Specifications	VZ-5MU-M79H00-POL
Resolution	2448 × 2048
Sensor Type	Sony IMX250 MZR global shutter CMOS
Max. Image Circle	2/3 inch
Pixel Size	3.45 μm × 3.45 μm
Frame Rate	79.1 fps @ 2448 × 2048
ADC Bit Depth	10 bit
Pixel Bit Depth	8 bit, 10 bit
Exposure Time	UltraShort: 1 μs ~100 μs , Actual Steps: 1 μs Standard: 20 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period
Gain	0 dB ~ 24 dB Default: 0dB, Steps: 0.1dB
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4
Decimation	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4 Sensor: 1×1, 2×2
Pixel Formats	Mono8, Mono10
Signal Noise Ratio	40.65 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C
Operating Humidity	10% ~ 80%
Power Consumption	< 2.7W @ 5V
Lens Mount	C
Data Interface	USB 3.0
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)
Weight	65 g
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam

표 5-6 VZ-5MU-M79H00-POL 사양

5.1.7 VZ-5MU-M/C36H00

Specifications	VZ-5MU-C36H00	VZ-5MU-M36H00
Resolution	2448 × 2048	
Sensor Type	Sony IMX264 global shutter CMOS	
Max. Image Circle	2/3 inch	
Pixel Size	3.45 μm × 3.45 μm	
Frame Rate	36 fps @ 2448 × 2048	
ADC Bit Depth	12 bit	
Pixel Bit Depth	8 bit, 10 bit	
Exposure Time	UltraShort: 1 μs ~100 μs , Actual Steps: 1 μs Standard: 20 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0 dB ~ 24 dB Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Decimation	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4 Sensor: 1×1, 2×2	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8	Mono8
	Bayer RG10	Mono10
Signal Noise Ratio	40.5 dB	40.4 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 2.7W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB3.0	
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	65 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam	

표 5-7 VZ-5MU-M/C36H00 사양

5.1.8 VZ-5MU-M/C36H00-POL

Specifications	VZ-5MU-M36H00-POL
Resolution	2448 × 2048
Sensor Type	Sony IMX264 MZR global shutter CMOS
Max. Image Circle	2/3 inch
Pixel Size	3.45 μm × 3.45 μm
Frame Rate	36 fps @ 2448 × 2048
ADC Bit Depth	10 bit
Pixel Bit Depth	8 bit, 10 bit
Exposure Time	20 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period
Pixel Formats	Mono8, Mono10
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C
Operating Humidity	10% ~ 80%
Power Consumption	< 2.7W @ 5V
Lens Mount	C
Data Interface	USB 3.0
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)
Weight	65 g
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam

표 5-8 VZ-5MU-M36H00-POL 사양

5.1.9 VZ-6MU-M/C60H00

Specifications	VZ-6MU-C60H00	VZ-6MU-C60H00
Resolution	3088 × 2064	
Sensor Type	Sony IMX178 rolling shutter CMOS	
Max. Image Circle	2/3 inch	
Pixel Size	2.4 μm × 2.4 μm	
Frame Rate	60 fps @ 3088 × 2064	
ADC Bit Depth	10 bit	
Pixel Bit Depth	8 bit, 10 bit	
Exposure Time	Standard: 8 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0 dB ~ 24 dB Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Decimation	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8 Bayer RG10	Mono8 Mono10
Signal Noise Ratio	40.19 dB	40.18 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 2.7W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB3.0	
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	65 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam	

표 5-9 VZ-6MU-M/C60H00 사양

5.1.10 VZ-12MU-M/C32H00

Specifications	VZ-12MU-C32H00	VZ-12U-M32H00
Resolution	4024 × 3036	
Sensor Type	Sony IMX226 rolling shutter CMOS	
Max. Image Circle	1/1.7 inch	
Pixel Size	1.85 μm × 1.85 μm	
Frame Rate	32.3fps@4024 × 3036	
ADC Bit Depth	12bit	
Pixel Bit Depth	8bit, 12bit	
Exposure Time	Standard: 10 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0dB~24dB, Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Decimation	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8	Mono8
	Bayer RG12	Mono12
Signal Noise Ratio	40.61 dB	40.77 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 2.7W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB3.0	
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	65 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam, KC	

표 5-10 VZ-12MU-M/C32H00 사양

5.1.11 VZ-12MU-M/C32H10

Specifications	VZ-12MU-C32H10	VZ-12MU-M32H10
Resolution	4096 × 3000	
Sensor Type	Sony IMX253 global shutter CMOS	
Max. Image Circle	1/1 inch	
Pixel Size	3.45 μm × 3.45 μm	
Frame Rate	32.1fps@4096 × 3000	
ADC Bit Depth	10 bit	
Pixel Bit Depth	8 bit, 10 bit, 12bit	
Exposure Time	UltraShort: 1 μs ~100 μs , Actual Steps: 1 μs Standard: 24 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0 dB ~ 24 dB Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4 Sensor: 1×1, 1×2 (Mono 모델에만 해당)	
Decimation	Sensor: 1×1, 2×2	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8	Mono 8
	Bayer RG10	Mono 10
	Bayer RG12	Mono 12
Signal Noise Ratio	40.79 dB	40.63 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 3.5W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB3.0	
Dimensions	36 mm × 31 mm × 38.8 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	66 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	

표 5-11 VZ-12MU-M/C32H10 사양

5.1.12 VZ-12MU-M/C23H00

Specifications	VZ-12MU-C23H00	VZ-12MU-M23H00
Resolution	4096 × 3000	
Sensor Type	Sony IMX304 LQR global shutter CMOS	
Max. Image Circle	1.1 inch	
Pixel Size	3.45μm × 3.45μm	
Frame Rate	23.5fps@4096 × 3000	
ADC Bit Depth	12bit	
Pixel Bit Depth	8bit, 12bit	
Exposure Time	UltraShort: 1μs~100μs, Actual Steps: 1μs Standard: 28μs~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0dB~24dB, Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Decimation	Sensor: 1×1, 2×2	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8	Mono8
	Bayer RG12	Mono12
Signal Noise Ratio	40.59 dB	40.47 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 3W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB3.0	
Dimensions	36 mm × 31 mm × 38.8 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	66 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	

표 5-12 VZ-12MU-M/C23H00 사양

5.1.13 VZ-20MU-M/C19H00

Specifications	VZ-20MU-C19H00	VZ-20MU-M19H00
Resolution	5496 × 3672	
Sensor Type	Sony IMX183 rolling shutter CMOS	
Max. Image Circle	1 inch	
Pixel Size	2.4μm × 2.4μm	
Frame Rate	19.6fps@5496 × 3672	
ADC Bit Depth	12bit	
Pixel Bit Depth	8 bit, 12 bit	
Exposure Time	Standard: 12μs~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0 dB ~ 24 dB Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Decimation	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8	Mono8
	Bayer RG12	Mono12
Signal Noise Ratio	41.56 dB	42.08 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 2.7W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB3.0	
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	65 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam, KC	

표 5-13 VZ-20MU-M/C19H00 사양

5.1.14 VZ-400U-M/C528H00

Specifications	VZ-400U-C528H00	VZ-400U-M528H00
Resolution	720 × 540	
Sensor Type	Sony IMX287 global shutter CMOS	
Max. Image Circle	1/2.9 inch	
Pixel Size	6.9 μm × 6.9 μm	
Frame Rate	528.5 fps @ 720 × 540	
ADC Bit Depth	8 bit, 10 bit, 12bit	
Pixel Bit Depth	8 bit, 10 bit, 12bit	
Exposure Time	UltraShort: 1 μs ~100 μs , Actual Steps: 1 μs Standard: 20 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0 dB ~ 24 dB Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Decimation	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8	Mono8
	Bayer RG10	Mono10
	Bayer RG12	Mono12
Signal Noise Ratio	44 dB	43.46 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 2.7W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB3.0	
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	65 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam	

표 5-14 VZ-400U-M/C528H00 사양

5.1.15 VZ-1600U-M/C227H00

Specifications	VZ-1600U-C227H00	VZ-1600U-M227H00
Resolution	1440 × 1080	
Sensor Type	Sony IMX273 global shutter CMOS	
Max. Image Circle	1/2.9 inch	
Pixel Size	3.45 μm × 3.45 μm	
Frame Rate	227 fps @ 1440 × 1080	
ADC Bit Depth	10 bit	
Pixel Bit Depth	8 bit, 10 bit	
Exposure Time	UltraShort: 1 μs ~100 μs , Actual Steps: 1 μs Standard: 20 μs ~1s, Actual Steps: 1 row period	
Gain	0 dB ~ 24 dB Default: 0dB, Steps: 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
Decimation	Sensor: 1×1, 2×2	
Mono/Color	Color	Mono
Pixel Formats	Bayer RG8	Mono8
	Bayer RG10	Mono10
Signal Noise Ratio	41 dB	41 dB
Synchronization	Hardware trigger, Software trigger	
I/O	1 input and 1 output with opto-isolated, 2 programmable GPIOs	
Operating Temp.	0°C ~ 45 °C	
Storage Temp.	-20°C ~ 70°C	
Operating Humidity	10% ~ 80%	
Power Consumption	< 2.7W @ 5V	
Lens Mount	C	
Data Interface	USB3.0	
Dimensions	29 mm × 29 mm × 29 mm (without lens adapter or connectors)	
Weight	65 g	
Operating System	Windows 7/10/11 32/64bit, Linux, Android, ARMv7, ARMv8	
Programmable Control	Image size, gain, exposure time, trigger polarity, flash polarity	
Conformity	CE, RoHS, FCC, USB3 Vision, GenICam	

표 5-15 VZ-1600U-M/C227H00 사양

5.2 Spectral Response

5.2.1 Spectral Response란?

- QE: 주어진 파장에서 입사 광자 수에 대한 단위 시간당 생성된 평균 광전자 수의 비율입니다.
- 감도: 입사광 에너지에 따른 센서 출력 신호의 변화입니다. 일반적으로 사용되는 감도 단위는 $V/(W/m^2) \cdot s$, $V/lux \cdot s$, $e^-/(W/m^2) \cdot s$ 또는 $DN/(W/m^2) \cdot s$ 입니다.
- 제조업체마다 제공하는 스펙트럼 응답 그래프가 다릅니다. 일부 그래프의 세로 좌표는 상대 감도 응답이고 가로 좌표는 파장입니다. 일부 그래프의 세로 좌표는 QE 이고 가로 좌표는 파장입니다.

VZ-2MU-M/C41H00

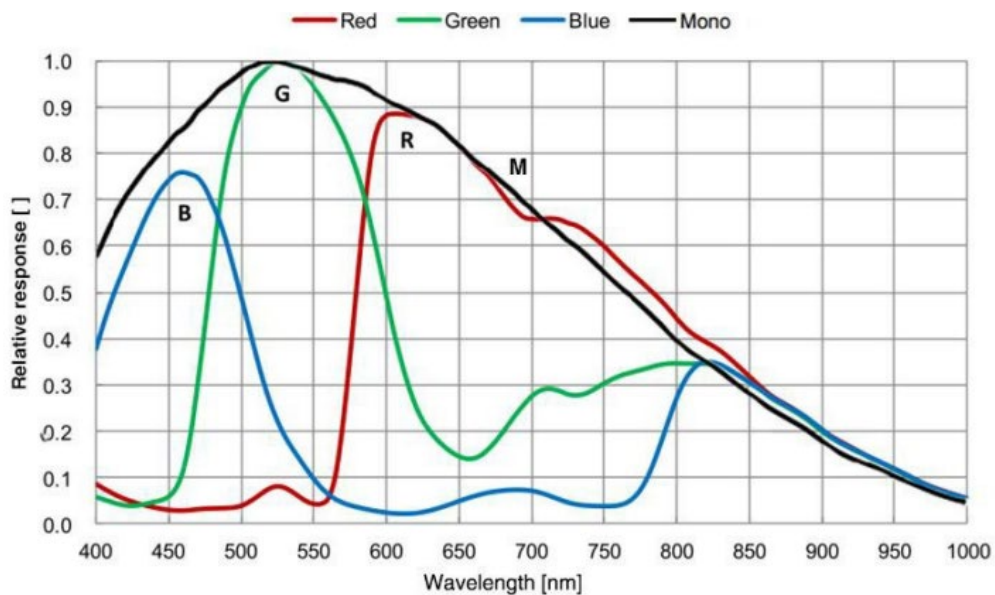


그림 5-1 VZ-2MU-M/C41H00 Sensor spectral response (mono/color)

VZ-2MU-M/C168H00

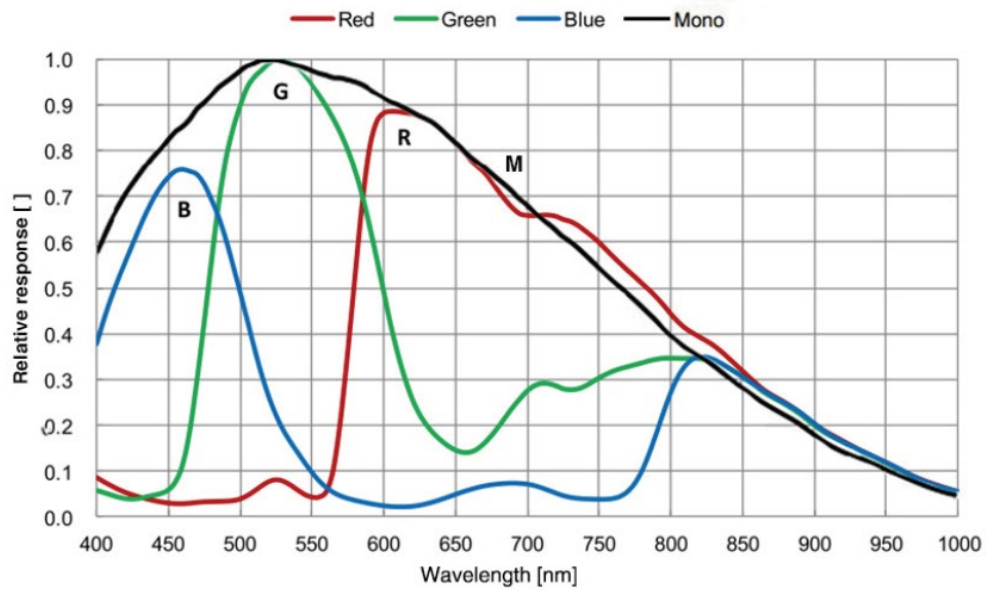


그림 5-2 VZ-2MU-M/C168H00 Sensor spectral response (mono/color)

VZ-3MU-M/C56H00

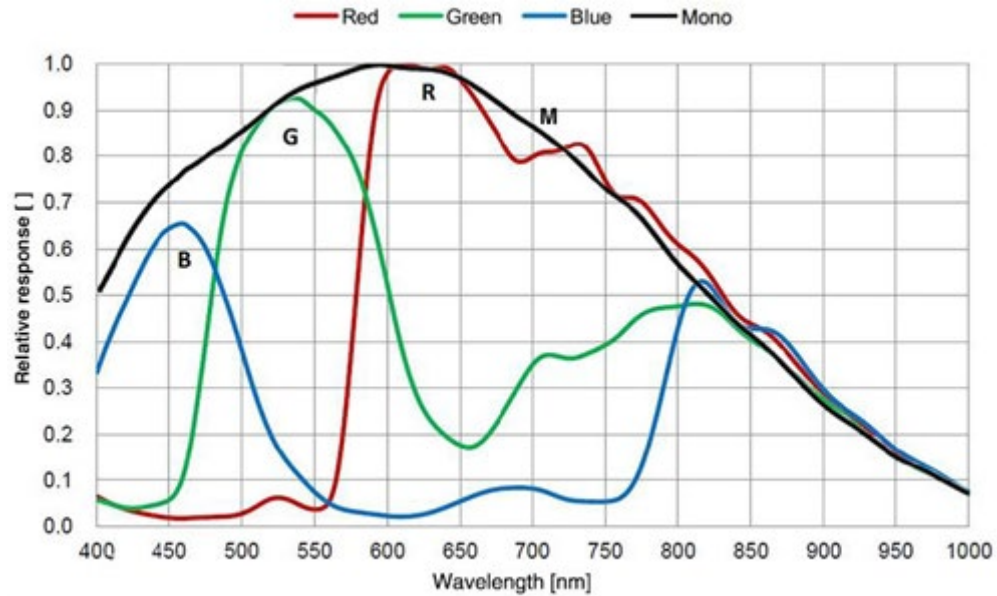


그림 5-3 VZ-3MU-M/C56H00 Sensor spectral response (mono/color)

VZ-3MU-M/C125H00

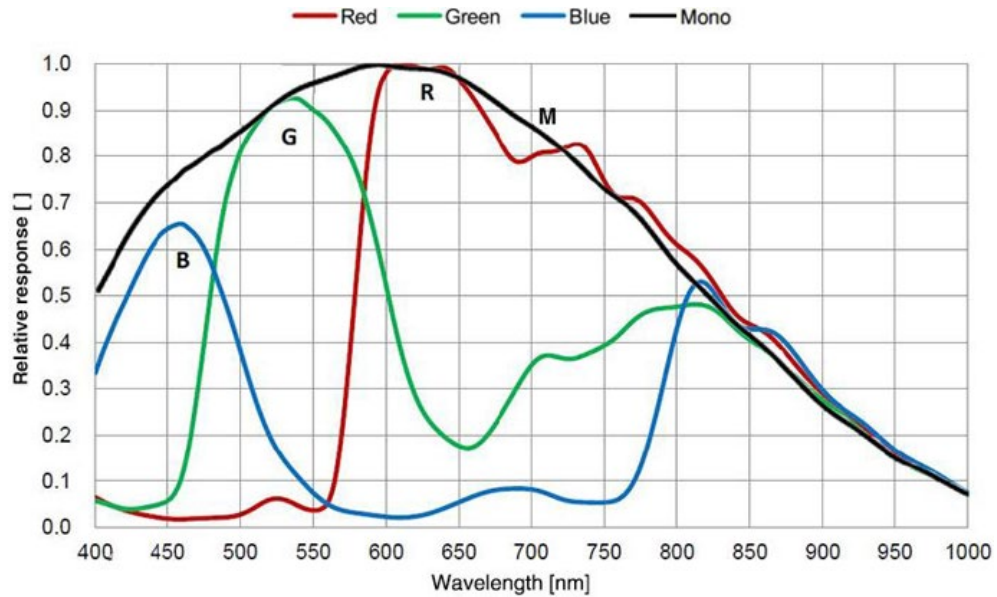


그림 5-4 VZ-3MU-M/C125H00 Sensor spectral response (mono/color)

VZ-5MU-M/C79H00

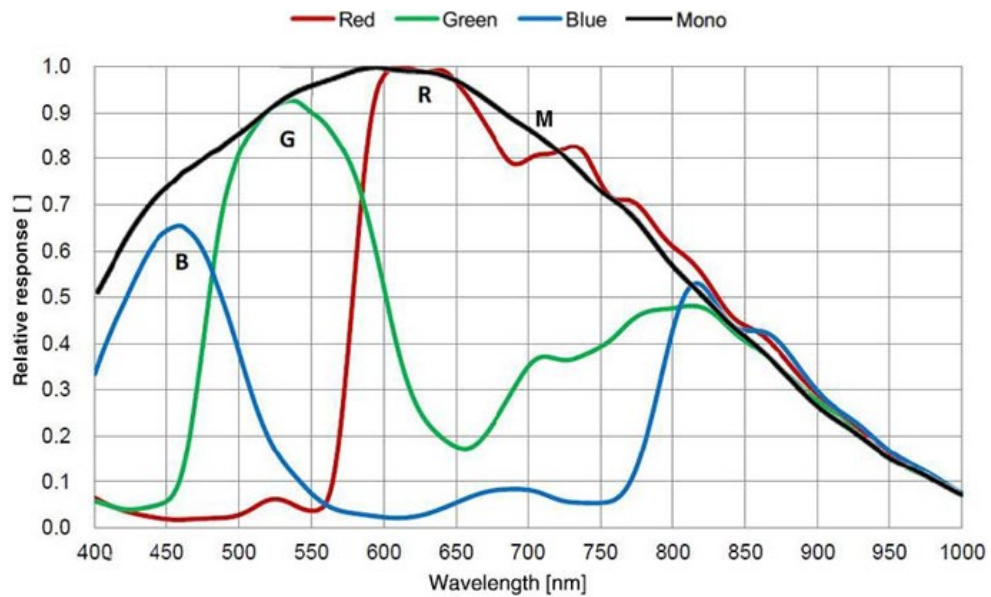


그림 5-5 VZ-5MU-M/C79H00 Sensor spectral response (mono/color)

VZ-5MU-M/C79H00-POL

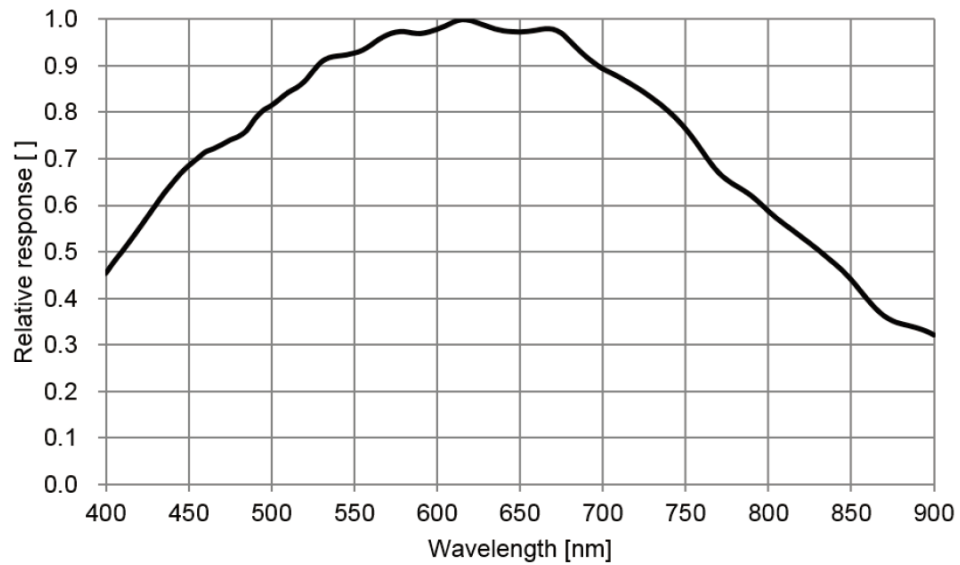


그림 5-6 VZ-5MU-M/C79H00-POL Sensor spectral response (mono)

VZ-5MU-M/C36H00

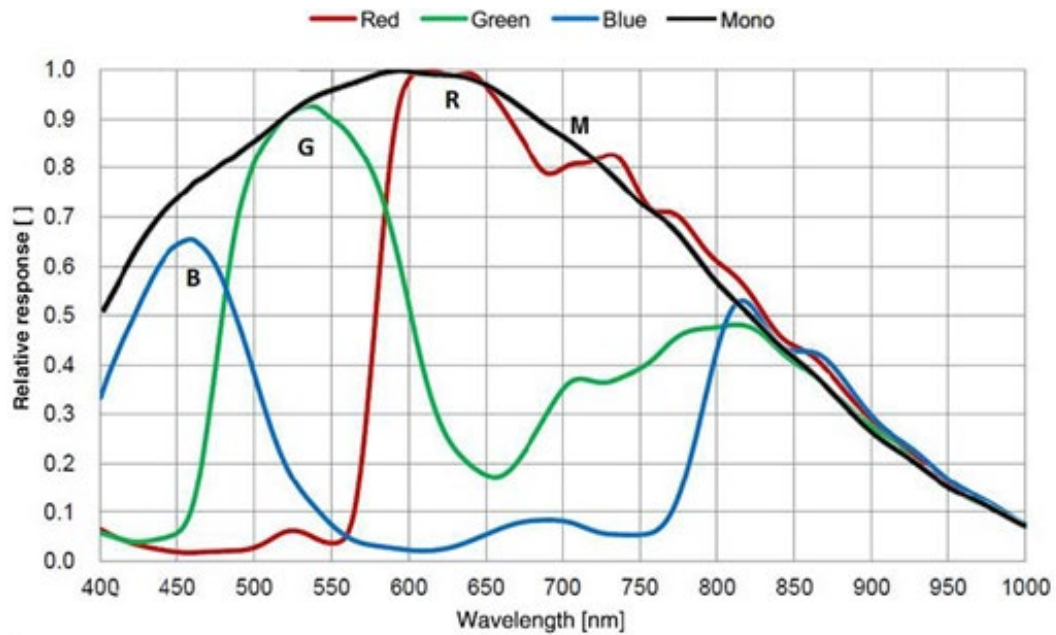


그림 5-7 VZ-5MU-M/C36H00 Sensor spectral response (mono/color)

VZ-5MU-M/C36H00-POL

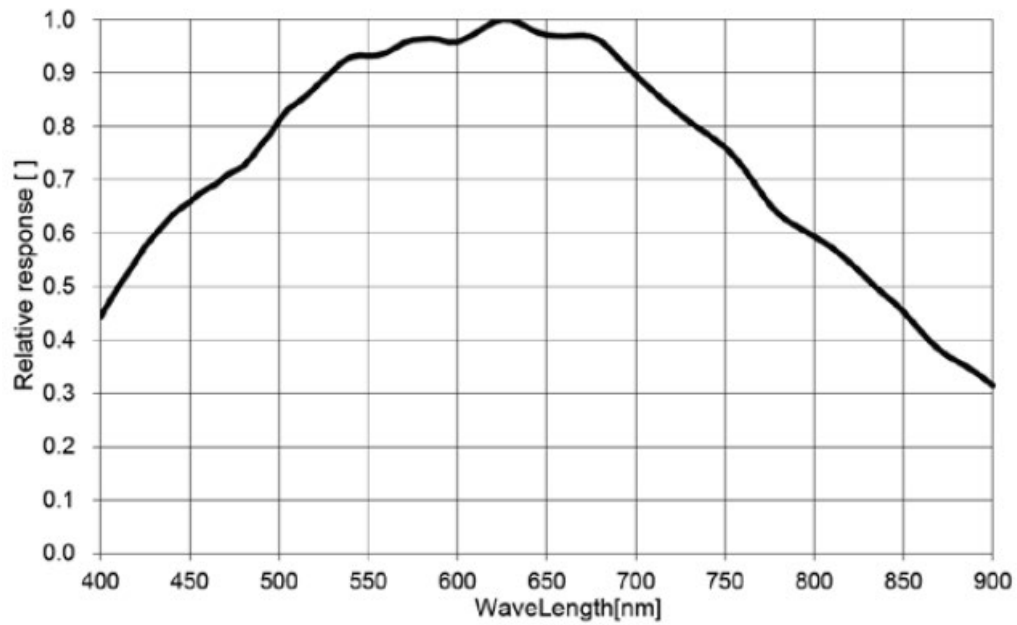


그림 5-8 VZ-5MU-M/C36H00-POL Sensor spectral response (mono)

VZ-6MU-M/C60H00

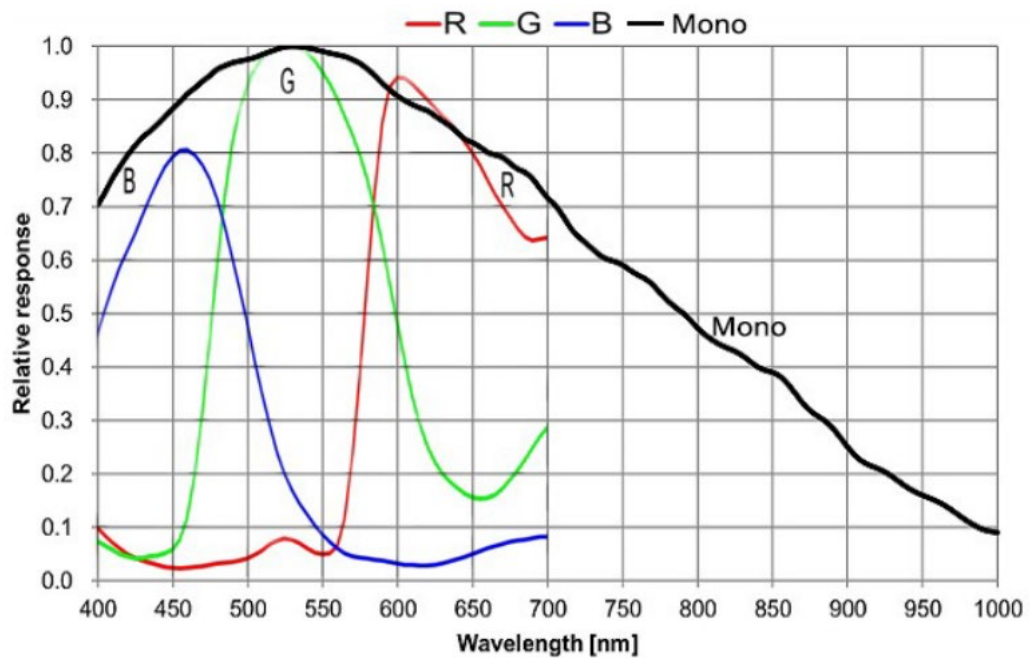


그림 5-9 VZ-6MU-M/C60H00 Sensor spectral response (mono/color)

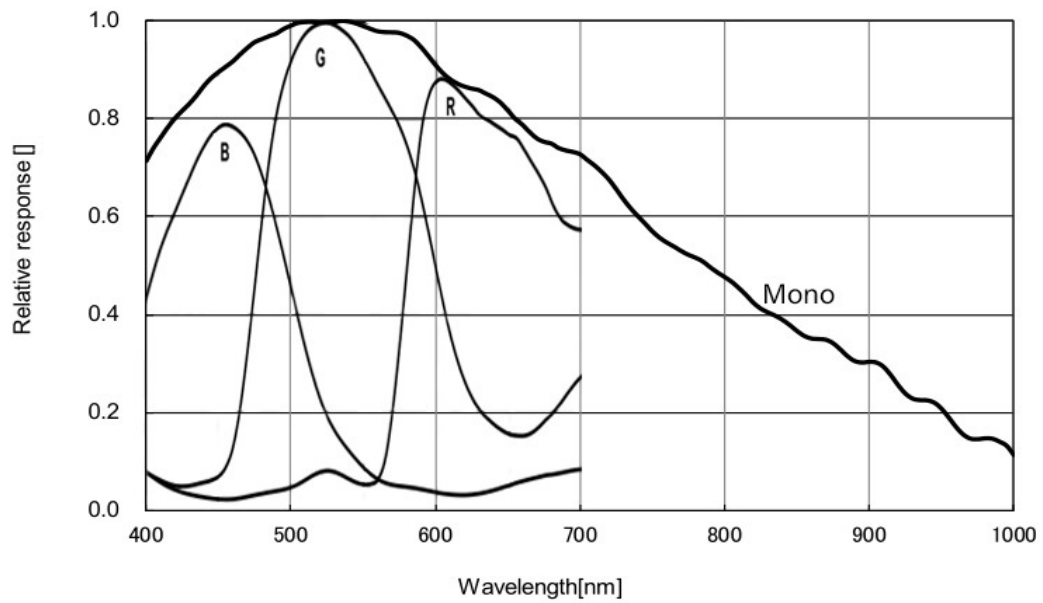
VZ-12MU-M/C32H00

그림 5-10 VZ-12MU-M/C32H00 Sensor spectral response (mono/color)

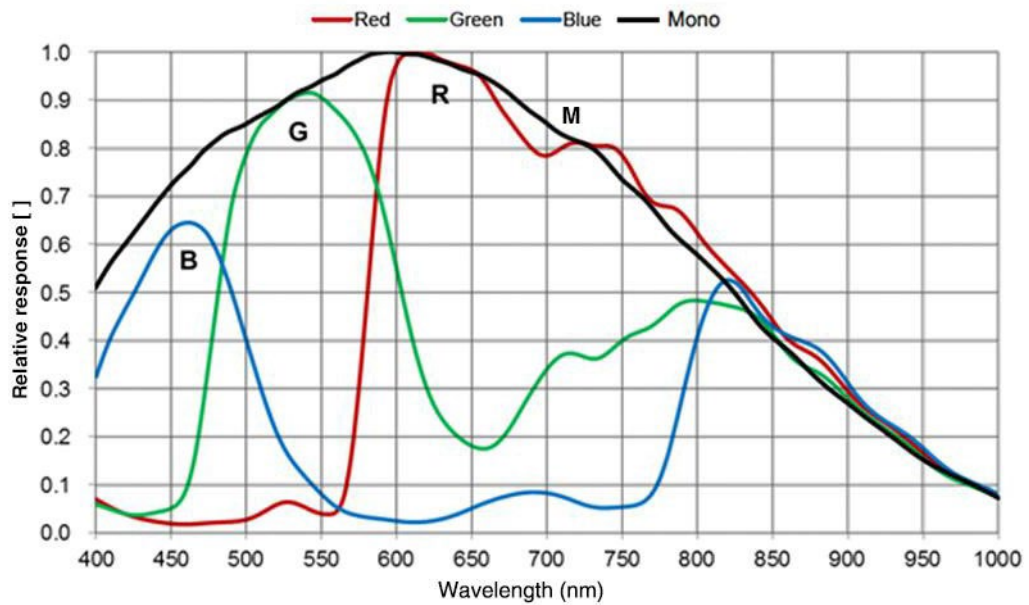
VZ-12MU-M/C23H00

그림 5-11 VZ-12MU-M/C23H00 Sensor spectral response (mono/color)

VZ-12MU-M/C32H10

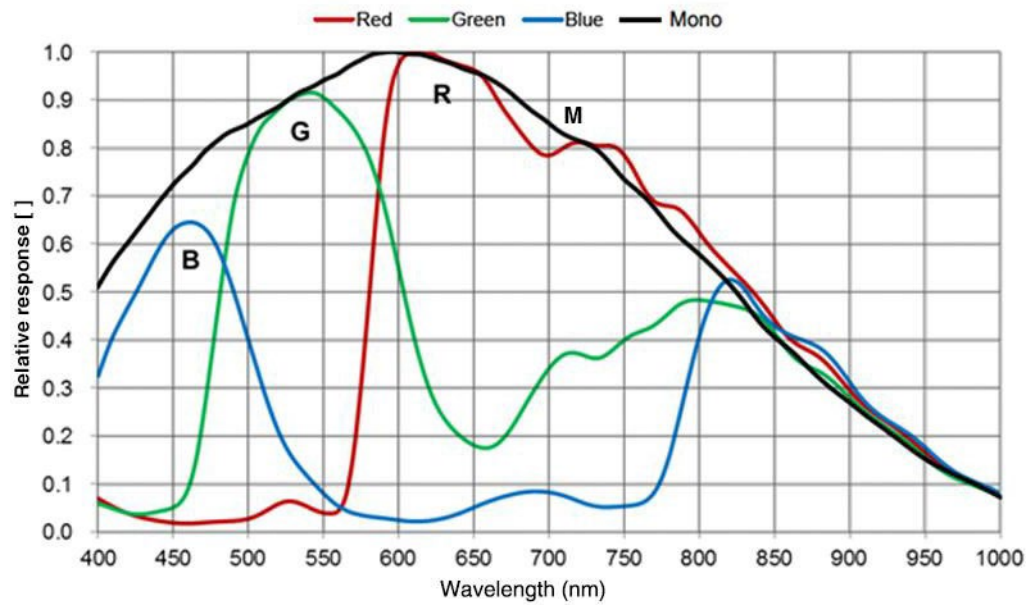


그림 5-12 VZ-12MU-M/C32H10 Sensor spectral response (mono/color)

VZ-20MU-M/C19H00

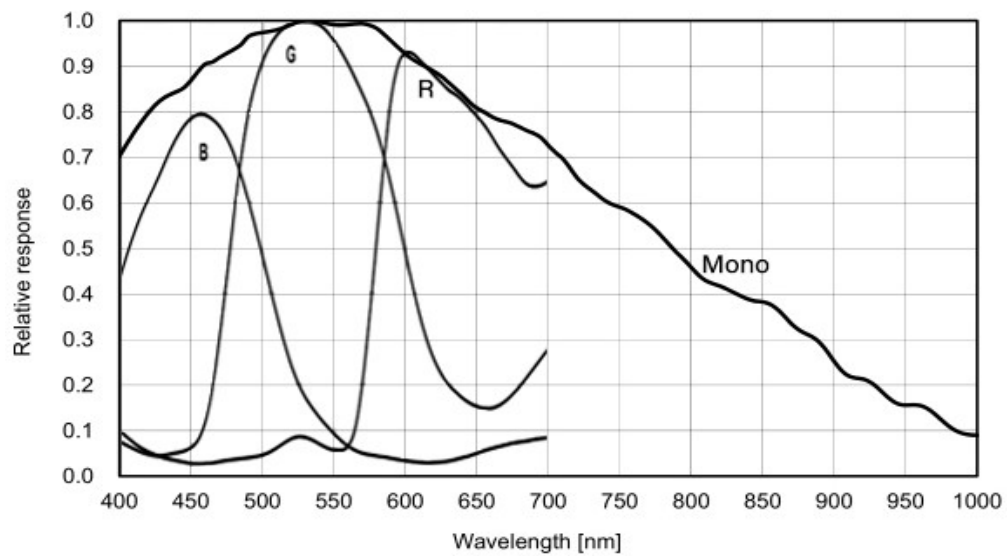


그림 5-13 VZ-20MU-M/C19H00 Sensor spectral response (mono/color)

VZ-400U-M/C528H00

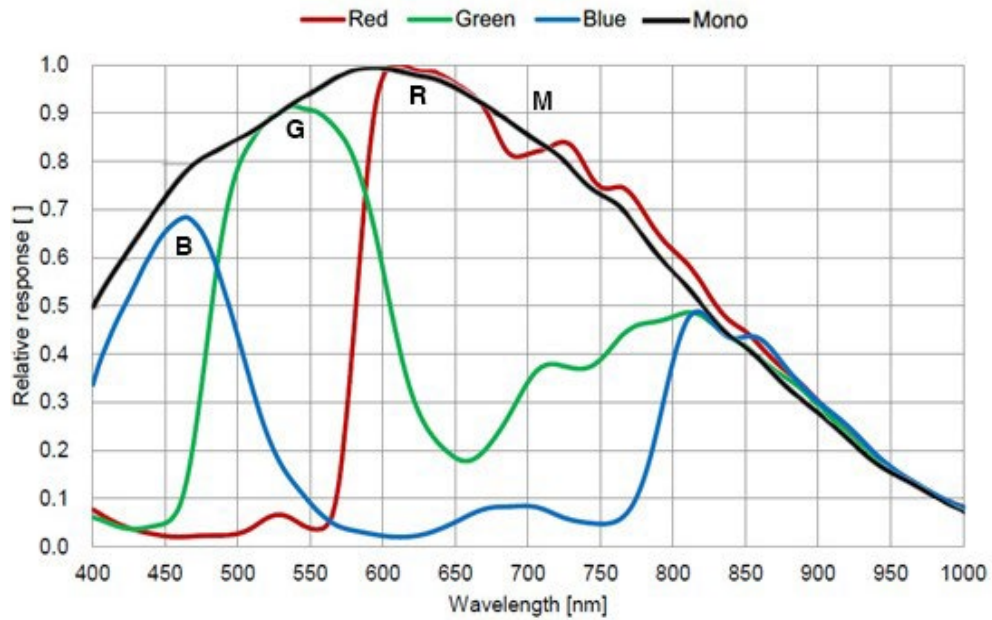


그림 5-14 VZ-400U-M/C528H00 Sensor spectral response (mono/color)

VZ-1600U-M/C227H00

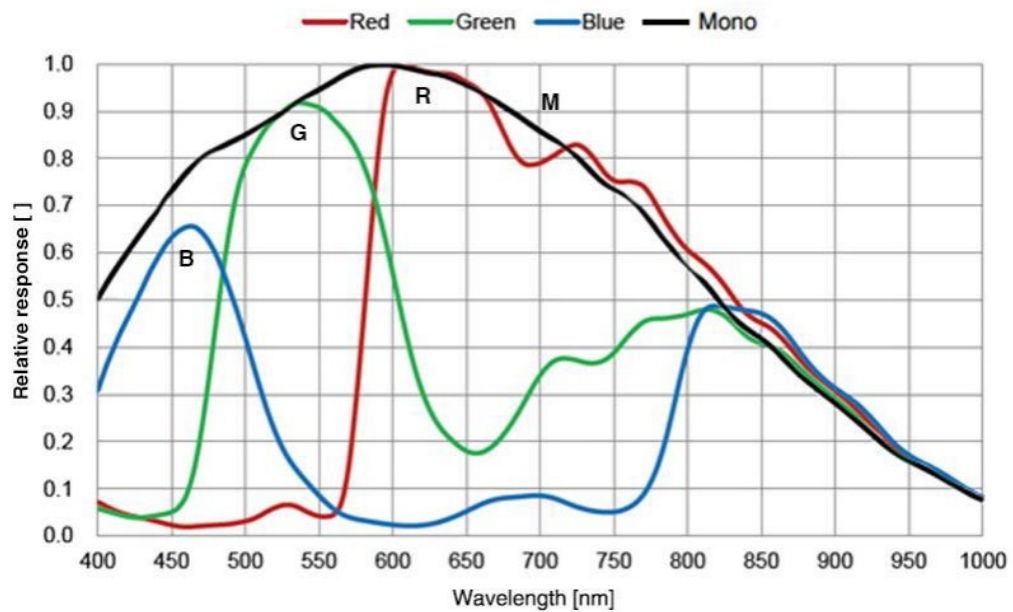


그림 5-15 VZ-1600U-M/C227H00 Sensor spectral response (mono/color)

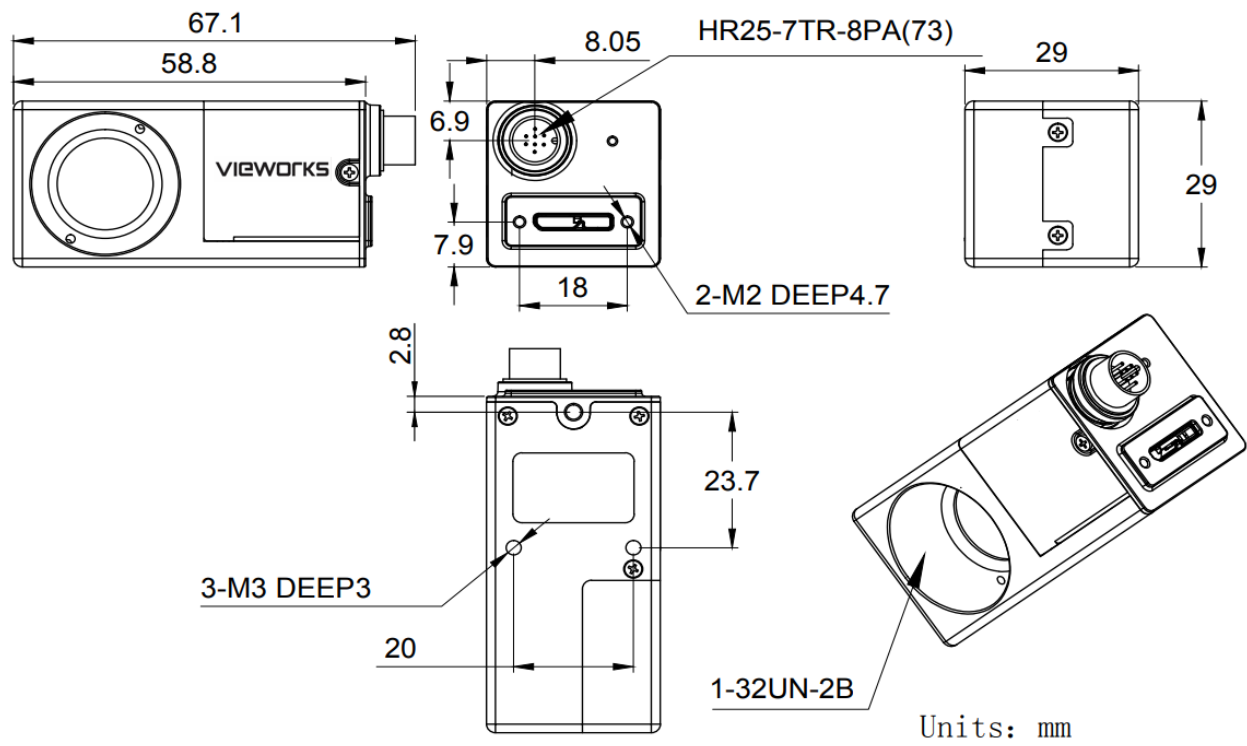


그림 6-2 도면 (VZ-20MU-M/C19H00)

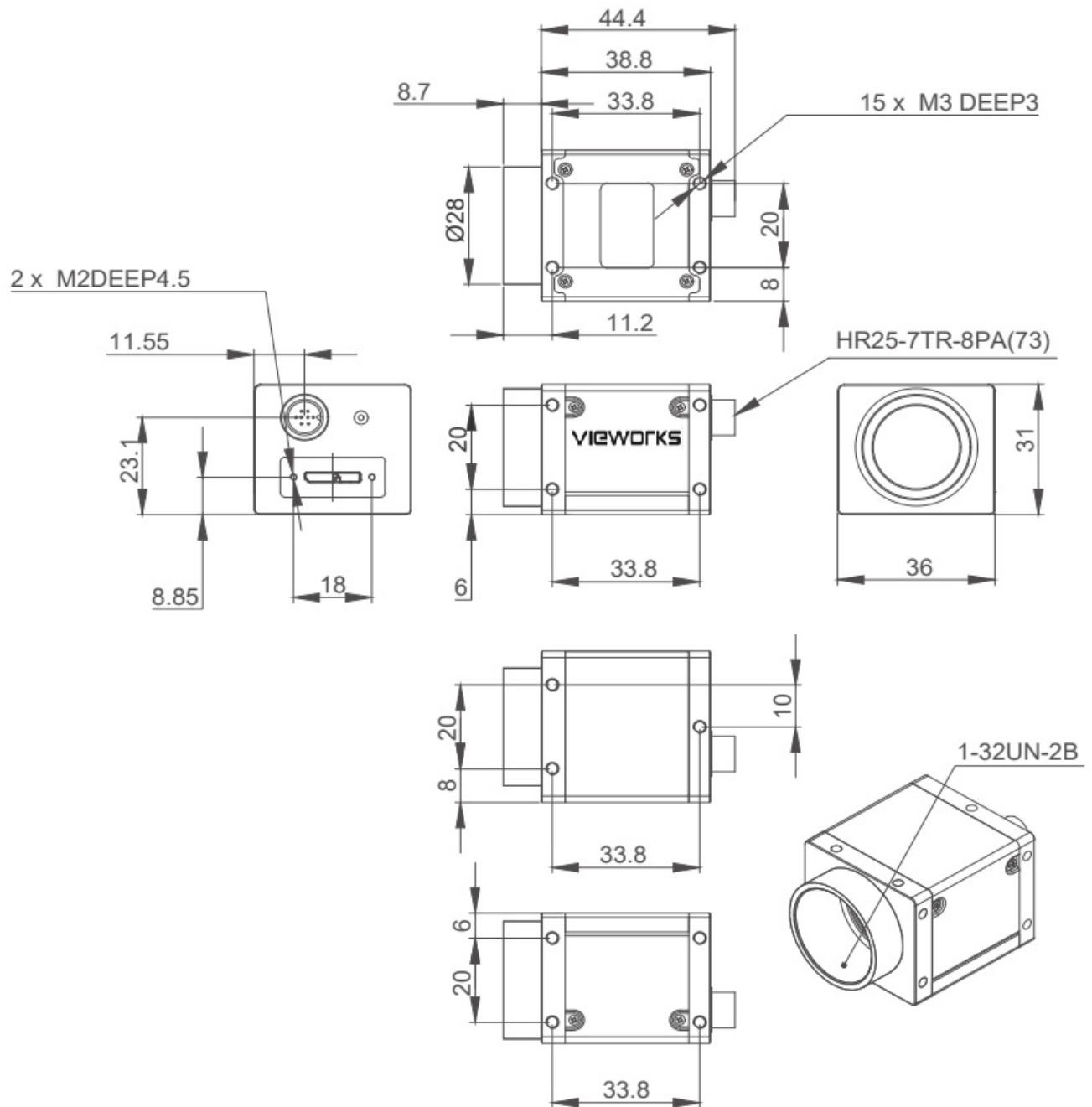


그림 6-3 도면 (VZ-12MU-M/C23H00, VZ-12MU-M/C32H10)

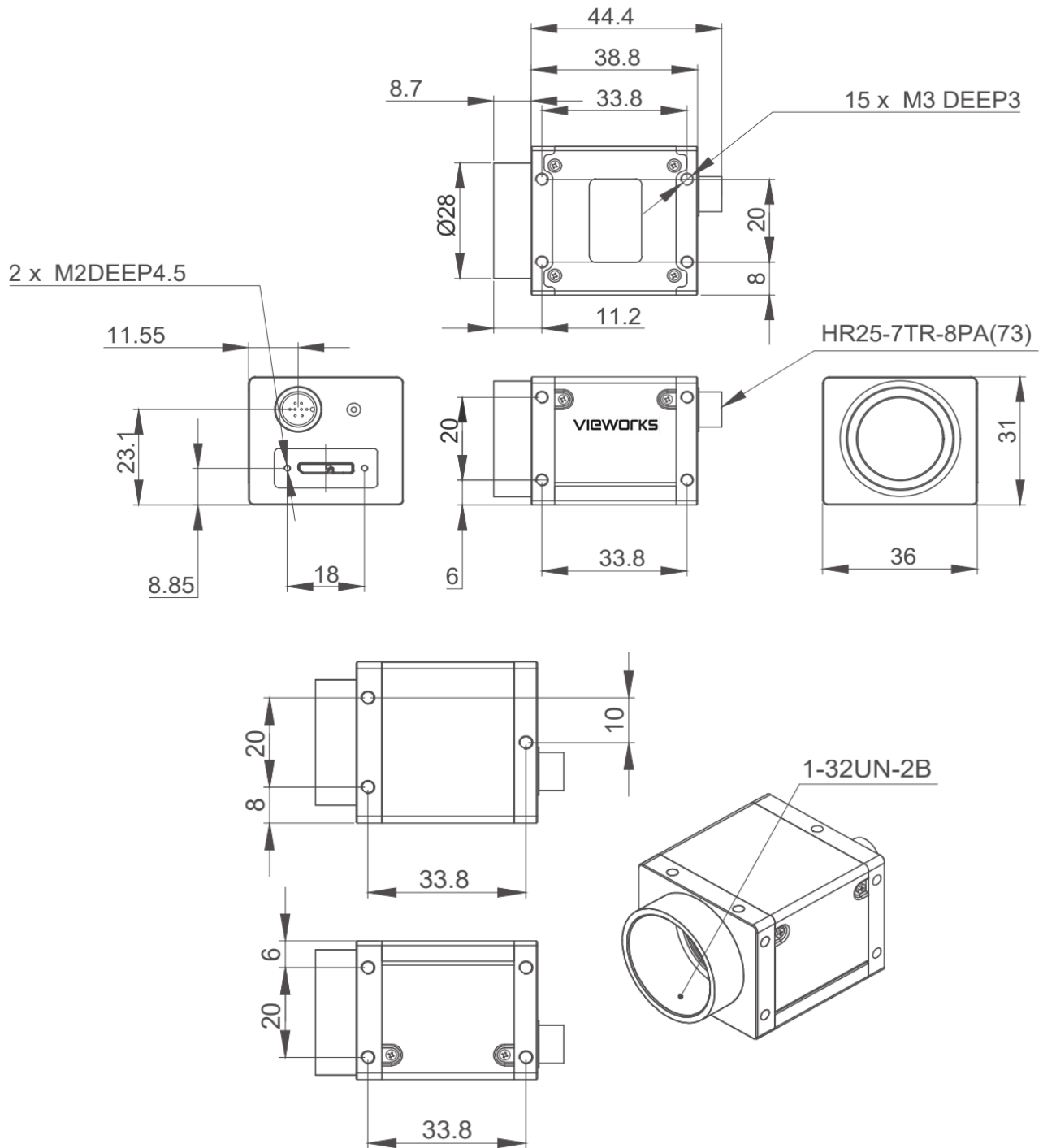


그림 6-4 도면 (VZ-12MU-M/C23H00)

6.2 광학 인터페이스

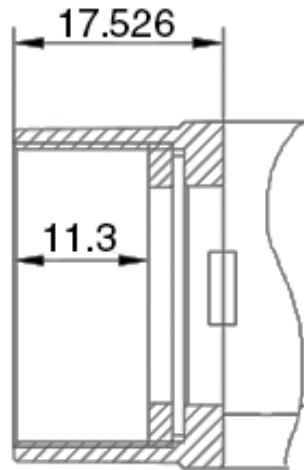


그림 6-5 C 마운트의 광학 인터페이스

카메라에는 C-마운트 렌즈 어댑터가 장착되어 있습니다. 백플랜지 (Back-flange)의 거리는 17.526mm (공중)입니다. 렌즈의 최대 허용 스레드 길이는 그림 6-5와 같이 11.3mm 미만이어야 합니다.

컬러 모델에는 IR 필터가 장착되어 있으며 차단 주파수는 700nm 입니다. 모노 모델에는 투명 유리가 장착되어 있습니다. IR 필터나 투명 유리를 제거하면 이미지 평면의 초점이 흐려집니다.

유리를 제거해야 하는 경우 기술 지원팀에 문의하세요.

6.3 삼각대 어댑터

삼각대 어댑터를 사용자 정의할 때 삼각대 어댑터, 나사 길이 및 삼각대 어댑터의 계단 두께 간의 관계를 고려해야 합니다.

- 나사 길이 = 삼각대 어댑터 단차 두께 + 스프링 와셔 두께 + 카메라 나사산의 나사 길이

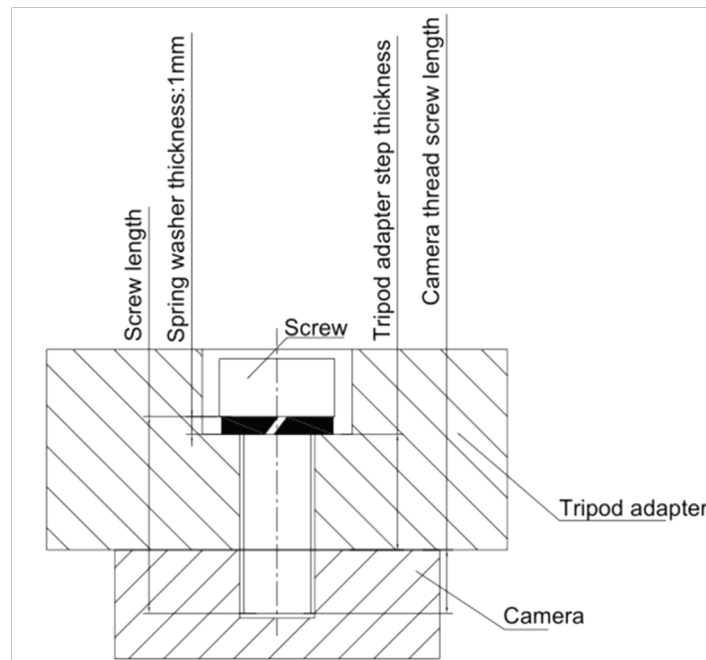


그림 6-6 나사 사양, 삼각대 어댑터 단차 두께 및 스프링 와셔 두께

- 아래 표에서 나사 사양과 삼각대 어댑터 단차 두께를 선택하는 것이 좋습니다.

나사 사양 (Hexagon socket head cap screw)	삼각대 어댑터 단차 두께 (mm)	스프링 와셔 두께 (mm)	카메라 나사 체결 깊이 (mm)
M3×6	2.5	0.8	2.7
M3×8	4.5	0.8	2.7
M3×10	6.5	0.8	2.7
M2×4	1.1	0.6	2.3
M2×5	2.1	0.6	2.3
M2×6	3.1	0.6	2.3



Caution!

나사 사양과 삼각대 어댑터의 두께가 위의 요구 사항에 맞지 않으면 카메라 나사 구멍이 뚫리거나 나사산 벗겨짐이 발생할 수 있습니다.

7장. 전기 관련 인터페이스

7.1 LED Light

카메라 후면 커버에는 표 7-1과 같이 카메라 상태를 나타내는 LED 조명이 설치되어 있습니다. LED 조명은 빨간색, 노란색, 녹색의 3가지 색상을 표시할 수 있습니다.

LED 상태	카메라 상태
Off	전원 꺼짐
Solid red	카메라가 부팅되지 않음
Flashing red	저전력 소비 모드
Solid green	카메라가 부팅되었지만 데이터가 전송되지 않음
Flashing green	데이터 전송 중
Flashing yellow	초기화 실패

표 7-1 카메라 상태

7.2 USB 포트

USB IF에서 공식적으로 인정한 케이블 사용을 권장합니다.

7.3 I/O 포트

7.3.1 I/O 커넥터 핀

카메라의 I/O 포트는 8핀 Hirose 커넥터(No. HR25-7TR-8PA(73))로 구현되었으며 해당 플러그는 HR25-7TP-8S입니다.

그림	핀	정의	색상	설명
	1	Line0+	Green	광절연 입력 +
	2	GND	Blue	GPIO 접지
	3	Line0-	Grey	광절연 입력 -
	4	NC	Purple	NC
	5	Line2	Orange	GPIO 입력/출력
	6	Line3	Pink	GPIO 입력/출력
	7	Line1-	White Green	광절연 출력 -
	8	Line1+	White Blue	광절연 출력 +

표 7-2 8핀 커넥터의 핀 정의(카메라 후면)

**Caution!**

GPIO 핀의 극성이 변경되지 않도록 주의하십시오. 카메라나 기타 주변 장치가 손상될 수도 있습니다.

7.3.2 I/O Electrical Features

Line0 (Opto-isolated Input) Circuit

광절연 입력 회로의 하드웨어 회로도는 아래와 같습니다.

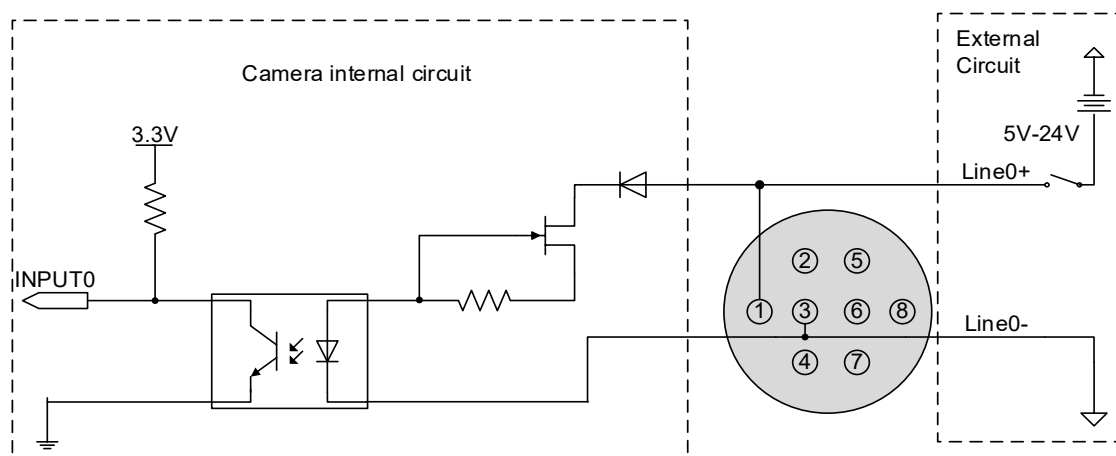


그림 7-1 광절연 입력 회로도

- 로직 0 입력 전압: 0 V ~ +2.5 V (Line0+ 전압)
- 로직 1 입력 전압: +5 V ~ +24 V (Line0+ 전압)
- 최소 입력 전류: 7 mA
- 입력 전압이 2.5 V ~ 5 V 사이에서는 상태가 불안정하므로 피해야 합니다.
- 외부 입력 전압이 5 V인 경우 외부 입력에 회로 제한 저항이 필요하지 않습니다. 그러나 직렬 저항이 있는 경우에는 값이 90 Ω 미만인지 확인하십시오. 외부 입력 전압이 9 V 이상일 때 Line0+를 보호하려면 외부 입력에 회로 제한 저항이 필요합니다. 권장값에 대해서는 표 7-3을 참고하십시오.

External input voltage	Circuit-limiting resistance R _{limit}	Line0+ input voltage
5 V	Non or < 90 Ω	About 5 V
9 V	680 Ω	About 5.5 V
12 V	1 kΩ	About 6 V
24 V	2 kΩ	About 10 V

표 7-3 회로 제한 저항 값

광절연 입력회로와 NPN, PNP 포토센서의 연결방법은 아래와 같습니다. 풀업 저항 값과 외부 전원 전압의 관계는 표 7-3을 참고하십시오.

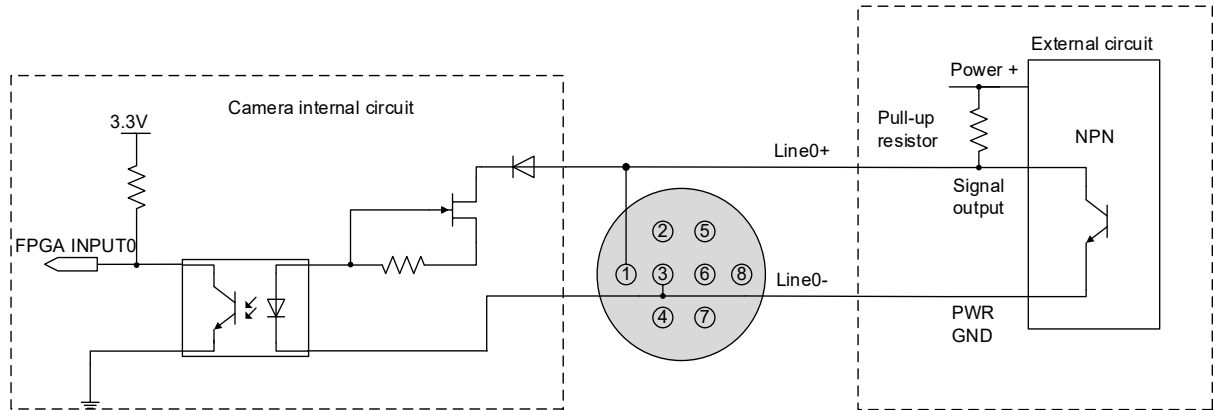


그림 7-2 광절연 입력 회로에 연결된 2개의 NPN 광센서

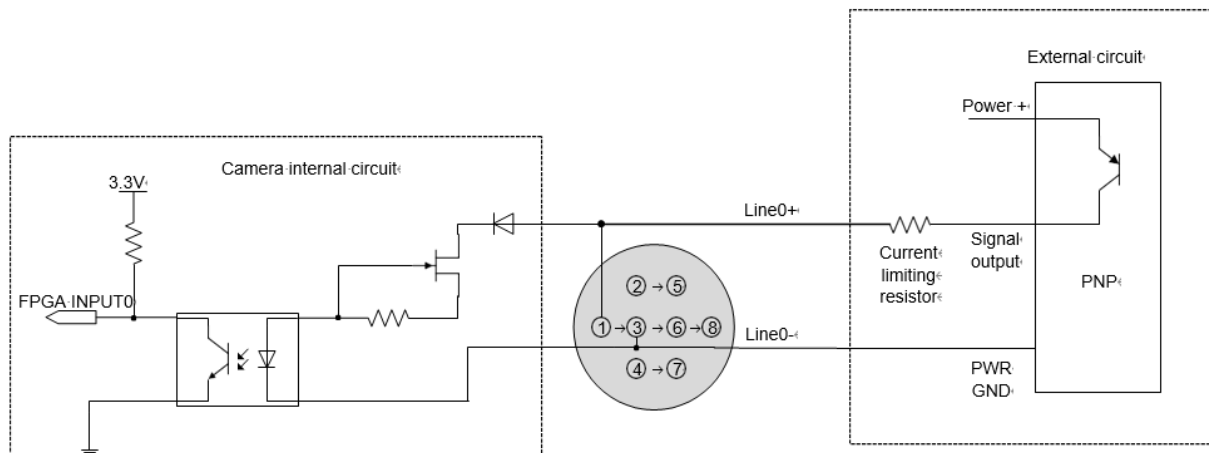


그림 7-3 광절연 입력 회로에 연결된 2개의 PNP 광센서

- 상승 에지 지연: $< 50 \mu s$ ($0^{\circ}C \sim 45^{\circ}C$), 그림 7-4에 표시된 파라미터 설명
- 하강 에지 지연: $< 50 \mu s$ ($0^{\circ}C \sim 45^{\circ}C$), 그림 7-4에 표시된 파라미터 설명
- 다양한 환경 온도와 입력 전압은 광절연 입력 회로의 지연 시간에 영향을 미칩니다. 일반적인 적용 환경(온도 $25^{\circ}C$)에서의 지연 시간은 표 7-4와 같습니다.

파라미터	테스트 조건	값 (μs)		
Rising edge delay	VIN=5 V	3.02	~	6.96
	VIN=12 V	2.46	~	5.14
Falling edge delay	VIN=5 V	6.12	~	17.71
	VIN=12 V	8.93	~	19.73

표 7-4 광절연 입력 회로의 지연 시간

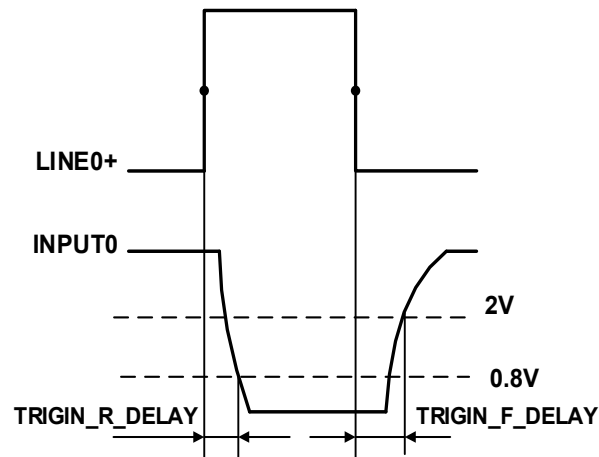


그림 7-4 광절연 입력 회로의 파라미터

- 상승 시간 지연(TRIGIN_R_DELAY): LINE0+의 50% 상승에서 INPUT0의 0.8V 감소에 대한 응답에 소요되는 시간.
- 하강 시간 지연(TRIGIN_F_DELAY): LINE0+의 50% 하락에서 INPUT0의 2V 상승까지 응답하는데 소요되는 시간.

Line1 (광절연 출력) 회로

광절연 출력 회로의 하드웨어 회로도에는 아래와 같습니다.

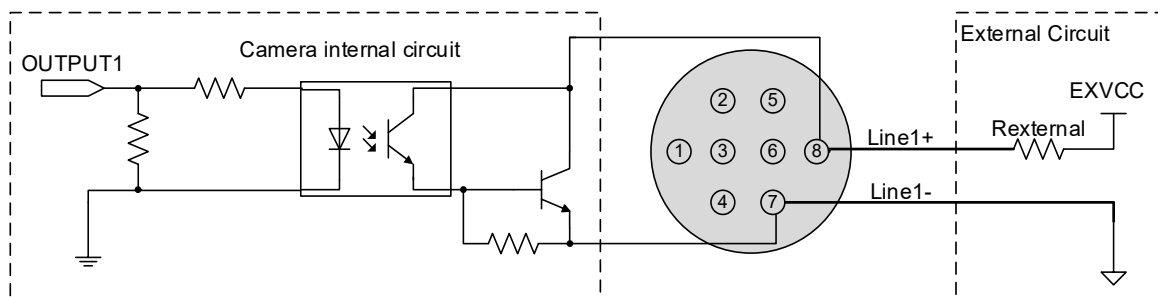


그림 7-5 광절연 출력 회로

- 외부 전압(EXVCC) 범위는 5 ~ 24 V입니다.
- Line1의 최대 출력 전류는 25 mA입니다.
- 일반적인 응용 환경(온도 25 °C)에서 광절연 출력 회로의 트랜지스터 전압 강하 및 출력 전류는 표 7-5를 참고하십시오.

External voltage EXVCC	External resistance Rexternal	Transistor voltage drop (turn on, unit V)	Output current (mA)
5 V	1 kΩ	0.90	4.16
12 V	1 kΩ	0.97	11.11
24 V	1 kΩ	1.04	23.08

표 7-5 광절연 출력 회로의 트랜지스터 전압 강하 및 출력 전류

- 상승 시간 지연 = $t_r + t_d < 50 \mu s$ (0 °C ~ 45 °C)(파라미터 설명: 그림 7-6)
- 하강 시간 지연 = $t_s + t_f < 50 \mu s$ (0 °C ~ 45 °C)(파라미터 설명: 그림 7-6)
- 일반적인 적용 조건(환경 온도는 25 °C)에서의 지연 시간은 표 7-6를 참고하십시오.

파라미터	테스트 조건	값 (μs)
Storage time (t_s)		6.16 ~ 13.26
Delay time (t_d)		1.90 ~ 3.16
Rising time (t_r)	External power: 5V	2.77 ~ 10.60
Falling time (t_f)	Pull-up resistor: 1 kΩ	7.60 ~ 11.12
Rising time delay = $t_r + t_d$		4.70 ~ 13.76
Falling time delay = $t_f + t_s$		14.41 ~ 24.38

표 7-6 광절연 출력 회로의 지연 시간

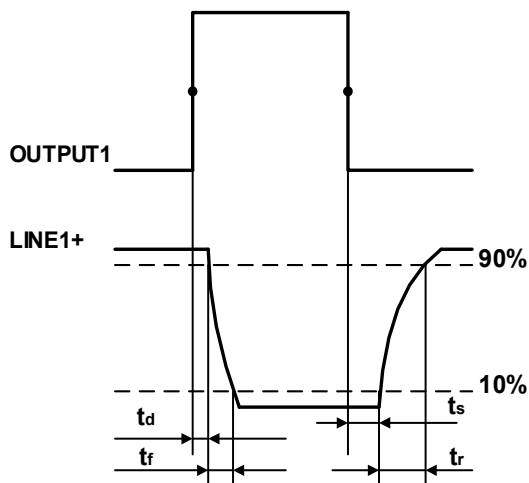


그림 7-6 광절연 출력 회로의 파라미터

Line2/3를 입력으로 구성:

Line2/3이 입력으로 구성된 경우, 카메라의 내부 등가 회로는 아래와 같습니다. (예: Line2)

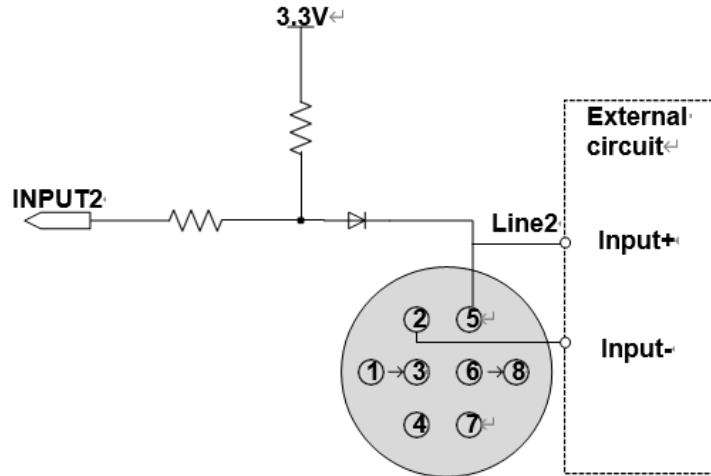


그림 7-8 Line2를 입력으로 구성한 경우 카메라의 내부 등가 회로

**Caution!**

GPIO 핀이 손상되지 않도록 Line2/3에 전원을 공급하기 전에 GND 핀을 먼저 연결하십시오.

- 로직 0 입력 전압: 0 V ~ +0.6 V(Line2/3 전압)
- 로직 1 입력 전압: +1.9 V ~ +24 V(Line2/3 전압)
- 입력 전압이 0.6 V ~ 1.9 V 사이에서는 상태가 불안정하므로 피해야 합니다.
- Line2/3의 입력이 높을 때 입력 전류는 100 μ A보다 낮습니다.
- Line2/3의 입력이 낮을 때 입력 전류는 -1 mA보다 낮습니다.
- Line2/3을 입력으로 설정한 경우 NPN 광전 센서와 PNP 광전 센서의 연결 방법은 아래와 같습니다.

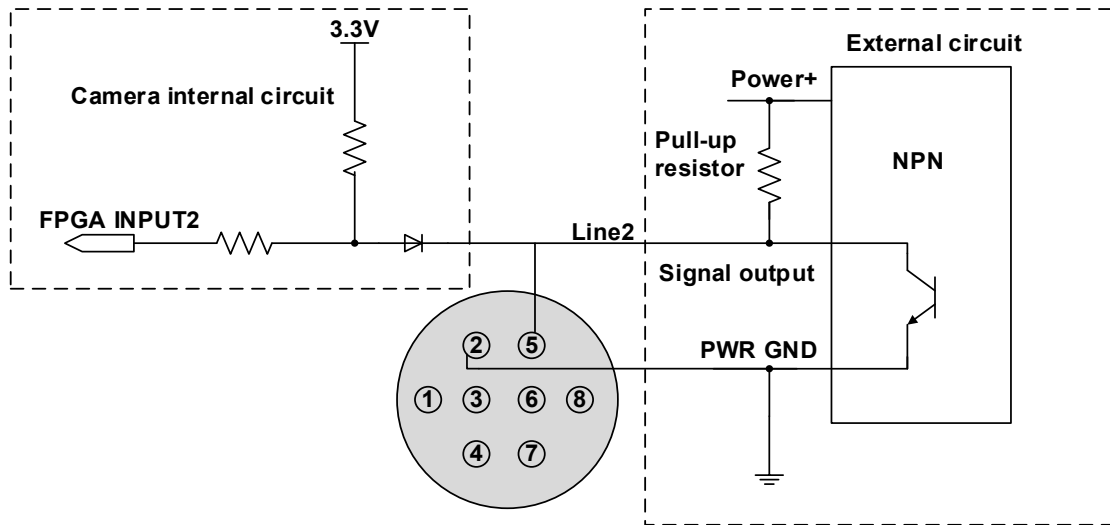


그림 7-9 Line2 입력 회로에 연결된 NPN 광전 센서

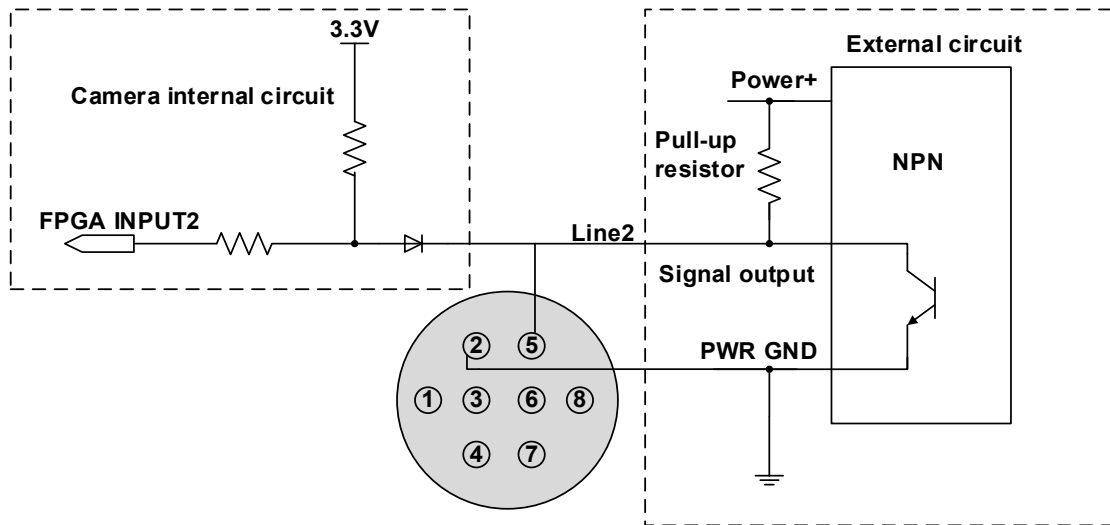


그림 7-10 입력 회로에 연결된 PNP 광전 센서

- Line2/3 을 입력으로 구성한 경우 1K 이상의 풀다운 (Pull-down) 저항을 사용하지 마십시오. 그렇지 않으면 Line2/3 의 입력 전압이 0.6V 이상이 되어 Logic 0 을 안정적으로 인식할 수 없습니다.
- 입력 상승 시간 지연: $<2\mu\text{s}(0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C})$, 그림 7-11 에 표시된 파라미터.
- 입력 하강 시간 지연: $<2\mu\text{s}(0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C})$, 그림 7-11 에 표시된 파라미터.

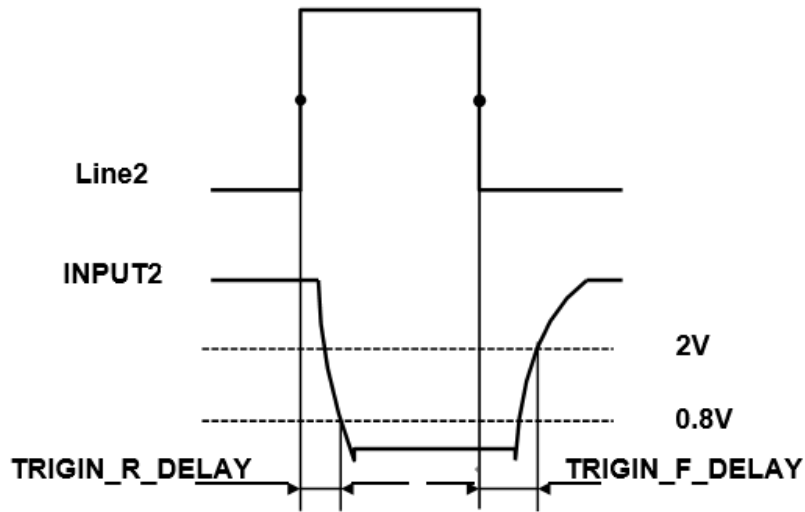


그림 7-11 Line 2 입력 회로의 파라미터

Line2/3은 출력으로 구성됩니다.

- 외부 전압(EXVCC) 범위: 5 ~ 24 V
- Line2/3의 최대 출력 전류: 25 mA, 출력 임피던스: 40 Ω

일반적인 적용 조건(온도 25 $^{\circ}\text{C}$)에서의 트랜지스터 전압 강하 및 출력 전류는 표 7-7를 참고하십시오.

External voltage EXVCC	External resistance Rexternal	Transistor voltage drop (turn on, unit V)	Output current (mA)
5 V	1 k Ω	0.19	4.8
12 V		0.46	11.6
24 V		0.92	23.1

표 7-7 일반적인 조건에서 Line2/3의 트랜지스터 전압 강하 및 출력 전류

- 상승 시간 지연 = $t_r + t_d$: < 20 μs (0 $^{\circ}\text{C}$ ~ 45 $^{\circ}\text{C}$) (그림 7-12 에 표시된 파라미터 설명)
- 하강 시간 지연 = $t_s + t_f$: < 20 μs (0 $^{\circ}\text{C}$ ~ 45 $^{\circ}\text{C}$) (그림 7-12 에 표시된 파라미터 설명)

- 지연 파라미터는 외부 전압 및 외부 풀업 저항에 의해 크게 영향을 받지만 온도에는 거의 영향을 받지 않습니다. 일반적인 애플리케이션 조건(온도는 25 °C)에서의 출력 지연에 대해서는 표 7-8을 참고하십시오.

Parameter	Test Conditions	Value (μ s)		
Storage time (t_s)	External power is 5 V, pull-up resistor is 1 k Ω	0.17	~	0.18
Delay time (t_d)		0.08	~	0.09
Rising time (t_r)		0.11	~	0.16
Falling time (t_f)		1.82	~	1.94
Rising time delay = t_r+t_d		0.19	~	0.26
Falling time delay = t_f+t_s		1.97	~	2.09

표 7-8 일반적인 조건에서 GPIO가 출력으로 구성될 때의 지연 시간

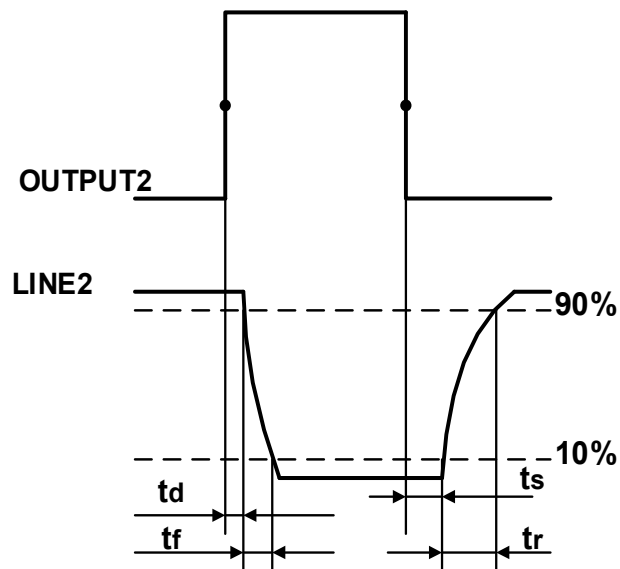


그림 7-12 Line2 출력 회로의 파라미터

- 지연시간(t_d) : OUTPUT2가 50% 상승하고 LINE2 최대값의 90%로 감소하는 데 걸리는 시간.
- 하강시간(t_f) : LINE2의 진폭이 최대값의 90%에서 10%로 감소하는 데 걸리는 시간.
- 저장시간(t_s) : OUTPUT2가 50% 하락한 후 LINE2 최대값의 10% 상승까지 소요되는 시간.
- 상승 시간(t_r): LINE2의 응답이 최종 값의 10%에서 90%까지 상승하는 시간입니다.
- Line2/3을 출력으로 구성한 경우 카메라의 내부 등가 회로는 아래 그림과 같습니다.

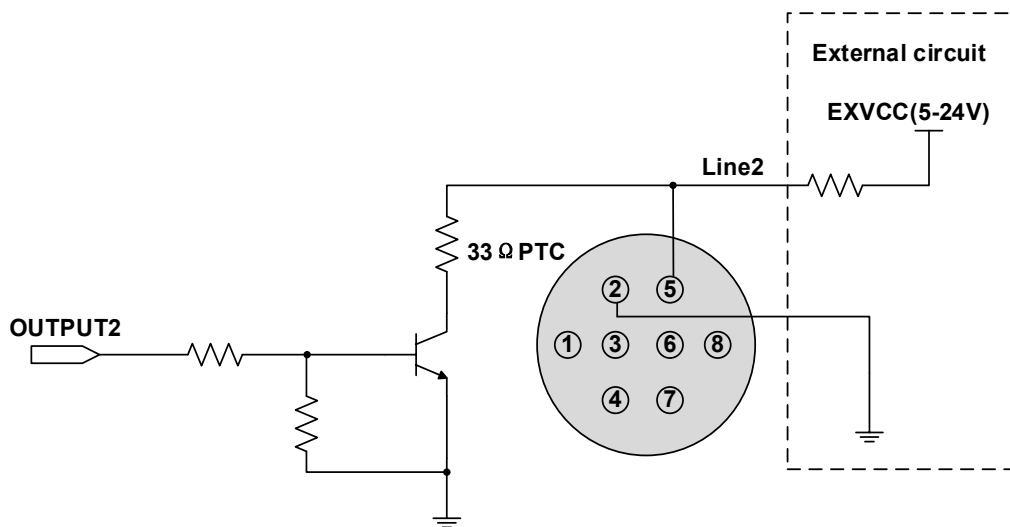


그림 7-13 Line2를 출력으로 구성한 경우 카메라의 내부 등가 회로

8장. 주요 기능들

8.1 I/O Control

8.1.1 Input Mode Operation

라인을 입력으로 구성하기

카메라의 Line0은 단방향 광절연 입력이고 Line2 및 Line3은 입력 또는 출력으로 구성할 수 있는 양방향 라인입니다.

카메라 전원이 켜져 있을 때 카메라의 기본 입력은 Line0입니다. Line2와 Line3은 기본적으로 입력되며 LineMode로 입력 또는 출력되도록 구성할 수 있습니다.

Input Debouncer

하드웨어 트리거의 간섭 신호를 억제하기 위해 VZ USB 시리즈 카메라에는 상승 에지(Edge) 필터링 및 하강 에지(Edge) 필터링을 포함한 하드웨어 트리거 필터링 기능이 있습니다. 사용자는 "TriggerFilterRaisingEdge" 및 "TriggerFilterFallingEdge"를 설정하여 트리거 필터 기능을 설정할 수 있습니다. 트리거 필터 기능의 범위는 [0, 5000] μ s, 단계: 1 μ s 입니다.

예 1) 상승 에지의 필터 폭을 1 ms로 설정하면 그림 8-1과 같이 상승 에지에서 1 ms 미만의 펄스 폭이 필터링됩니다.

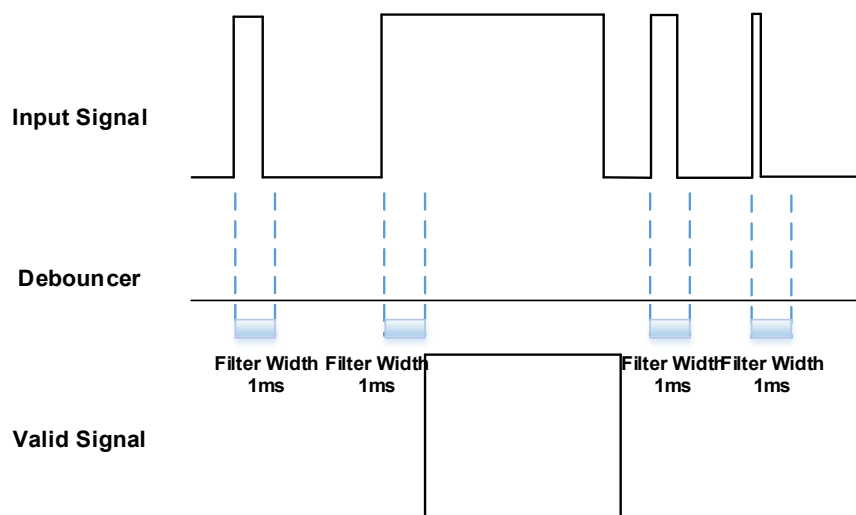


그림 8-1 입력 디바운서 회로도

Trigger Delay

카메라에는 트리거 지연 기능이 있습니다. 사용자는 "TriggerDelay"를 설정하여 트리거 지연 기능을 설정할 수 있습니다. 트리거 지연 기능의 범위는 $[0, 3000000]$ μs , 단계: 1 μs 입니다.

예 2) 트리거 지연 값을 1000 ms로 설정하면 그림 8-2와 같이 트리거 신호는 1000 ms 지연 후에 유효합니다.

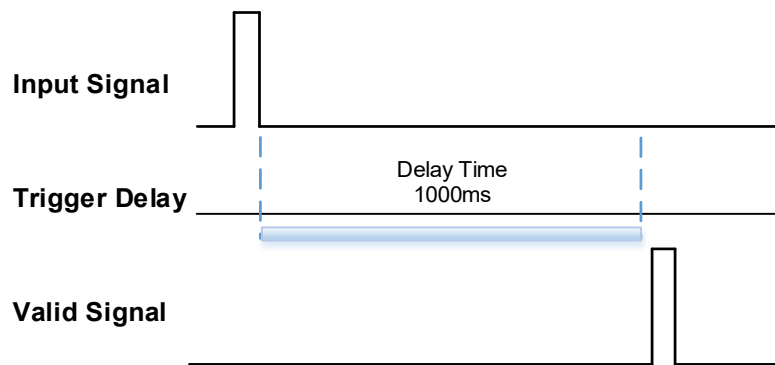


그림 8-2 트리거 지연 회로도

Input Inverter

입력 라인의 신호 레벨은 카메라에 대해 구성 가능합니다. 사용자는 "LineInverter"를 설정하여 입력 레벨이 역방향인지 여부를 선택할 수 있습니다.

카메라 전원을 켰을 때 기본 입력 라인 레벨은 false이며, 이는 입력 라인 레벨이 반전되지 않음을 나타냅니다. 그림 8-3과 같이, true로 설정되면 입력 라인 레벨이 반전되었음을 나타냅니다.

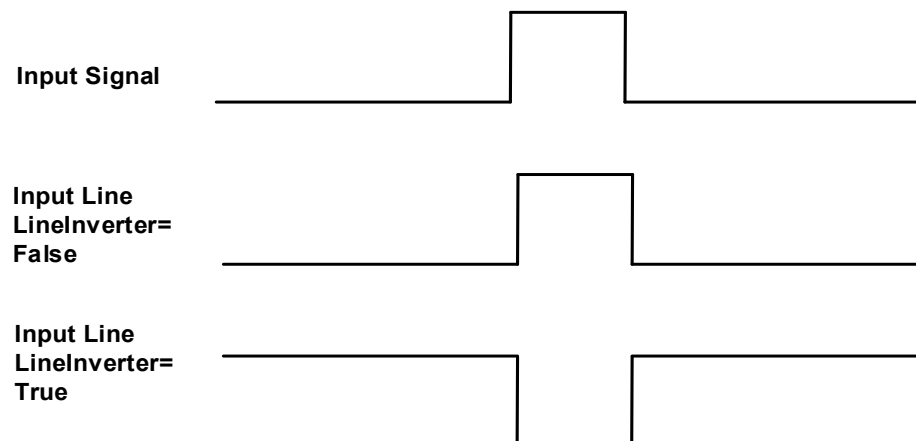


그림 8-3 Input line reverse 설정하기

8.1.2 Output Mode Operation

라인을 출력으로 구성하기

- 카메라의 Line1 은 단방향 광절연 출력 I/O 이고 Line2 및 Line3 은 양방향으로 구성 가능한 I/O 입니다.
- Line 1 은 카메라 전원을 켜고 있을 때 카메라의 기본 출력(카메라가 Line1 을 지원하지 않는 경우 Line2 가 기본)입니다. Line2 와 Line3 은 이 라인의 "LineMode"를 변경하여 출력되도록 구성할 수 있습니다.
- 세 가지 출력 라인의 각 출력 소스는 구성 가능하며 출력 소스에는 Strobe, UserOutput0, UserOutput1, UserOutput2, ExposureActive, FrameTriggerWait, AcquisitionTriggerWait, Timer1Active가 포함됩니다.
 - ExposureActive, FrameTriggerWait, AcquisitionTriggerWait 및 Timer1Active는 일부 모델에서만 지원됩니다.
- 카메라 전원이 켜졌을 때 카메라의 기본 출력 소스는 UserOutput0 입니다.
- 출력 신호의 유효한 상태(하이 또는 로우 레벨)는 특정 외부 회로에 따라 다릅니다. 다음 신호 다이어그램은 액티브 로우의 예로 설명됩니다.
- Strobe:

이 모드에서는 카메라가 트리거 신호를 보내 스트로브를 활성화합니다. 스트로브 신호는 활성화 상태입니다. 트리거 신호를 수신한 후 스트로브 신호 레벨이 낮아집니다. 글로벌 셔터 모드와 글로벌 리셋 릴리스 셔터 모드에서 스트로브 신호 로우 레벨 지속 시간은 노출 지연 시간과 노출 시간의 합입니다. 전자 롤링 셔터 모드에서 스트로브 신호 로우 레벨 지속 시간은 모든 라인에 대한 공통 노출 시간이며, 스트로브 신호는 "노출 시간 > (이미지 높이 - 1) x 행 주기"일 때만 출력됩니다.

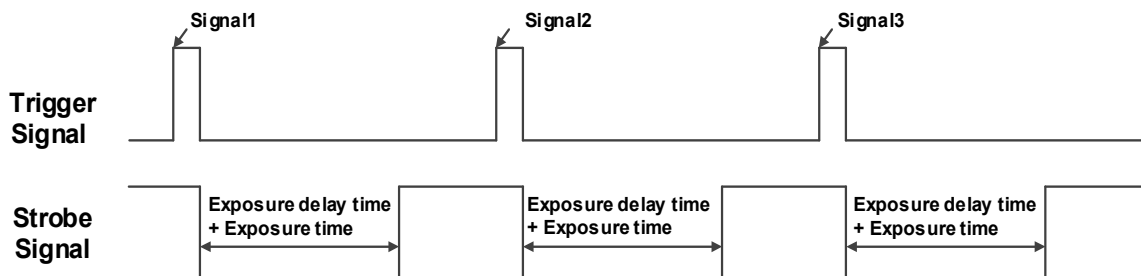


그림 8-4 스트로브 신호 회로도

- UserOutput:

이 모드에서 사용자는 일정한 광원 또는 알람 조명 제어와 같은 특수 처리를 위해 카메라의 일정한 출력 레벨을 설정할 수 있습니다(두 가지 레벨 유형 사용 가능: 높은 레벨 또는 낮은 레벨).

예를 들어 line2를 출력 라인으로 선택하고 출력 소스는 UserOutput1로 선택되며 출력 값은 true로 정의됩니다.

"LineSelector"가 "line2"로 선택되고 "LineMode"가 "Output"으로 설정되고 "LineSource"가 "UserOutput1"로 설정되고 "UserOutputSelector"가 "UserOutput1"로 선택되고 "UserOutputValue"가 "true"로 설정됩니다.

- ExposureActive:

"ExposureActive" 신호를 사용하여 카메라가 현재 노출되고 있는지 확인할 수 있습니다. 노출이 시작될 때 신호가 낮아지고 노출이 끝날 때 신호가 높아집니다. 전자 롤링 셔터 카메라의 경우 마지막 라인의 노출이 끝나면 신호가 낮아집니다.

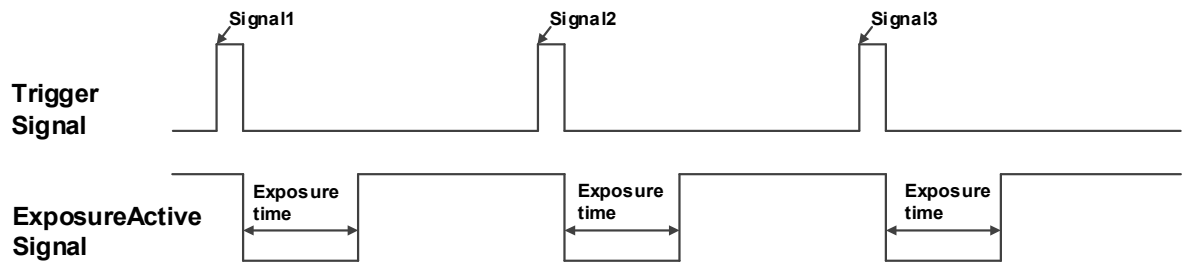


그림 8-5 글로벌 셔터 "ExposureActive" 신호 회로도

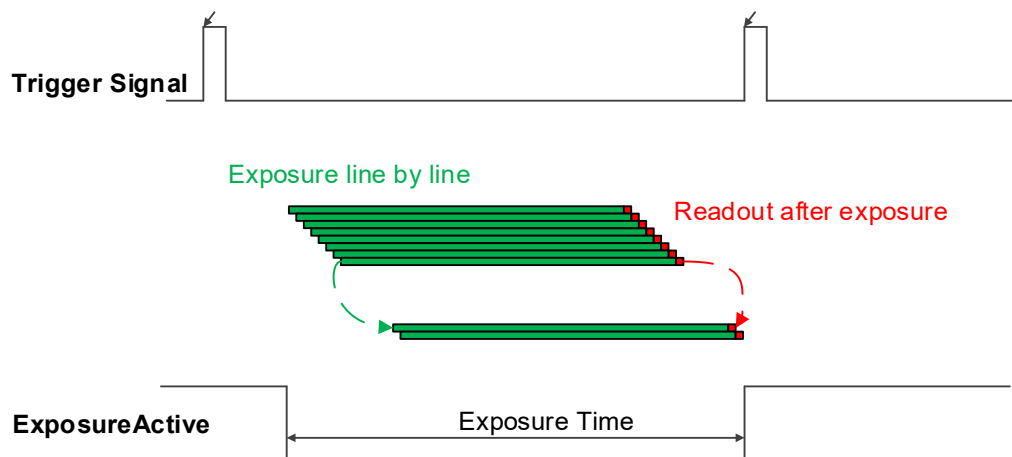


그림 8-6 전자 롤링 셔터 "ExposureActive" 신호 회로도

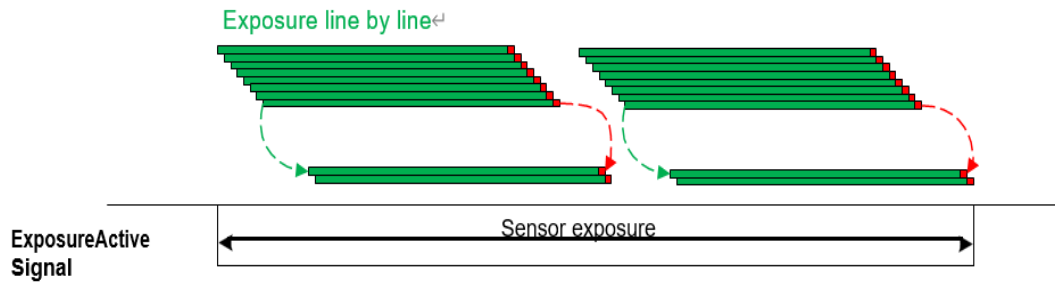


그림 8-7 전자 롤링 셔터 모드 (overlapping exposure) "ExposureActive" 신호 회로도

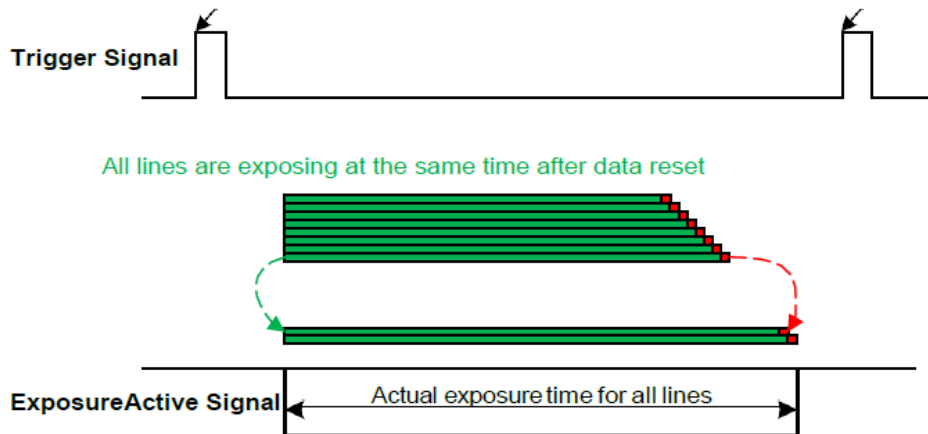


그림 8-8 Global reset release 셔터 모드 "Exposure Active" 신호 회로도

이 신호는 카메라나 대상 물체가 움직일 때 유용합니다. 예를 들어, 카메라를 다른 위치로 이동할 수 있는 로봇 팔에 카메라가 장착되어 있다고 가정해 보겠습니다. 일반적으로 노출 중에 카메라가 움직이는 것은 바람직하지 않습니다. 이 경우 노출 활동 신호를 확인하여 노출 시간을 알 수 있으므로 이 시간 동안 카메라가 움직이는 것을 피할 수 있습니다.

- TriggerWait:
 - "TriggerWait" 신호는 트리거 이미지 획득을 최적화하고 과도한 트리거링을 방지하는 데 사용할 수 있습니다.
 - 카메라가 하드웨어 트리거로 구성된 경우에만 "TriggerWait" 신호를 사용하는 것이 좋습니다. 소프트웨어 트리거의 경우 "AcquisitionStatus"를 사용하십시오.
 - 카메라가 해당 트리거 모드의 트리거 신호를 수신할 준비가 되면 "TriggerWait" 신호가 낮아집니다. 해당 트리거 신호가 사용되면 "TriggerWait" 신호가 높아집니다.

- 카메라가 다음 트리거를 수신할 준비가 될 때까지 높은 상태로 유지됩니다. 트리거 모드가 "FrameStart"인 경우 ("FrameBurstStart" 모드 꺼짐), 카메라는 트리거 신호를 수신할 때 이미지의 한 프레임만 획득합니다.
- 트리거 신호를 수신한 후 "FrameTriggerWait" 신호가 로우로 당겨지고 카메라는 노출 전송을 시작합니다. 전송이 완료된 후 "FrameTriggerWait" 신호가 높게 당겨집니다.

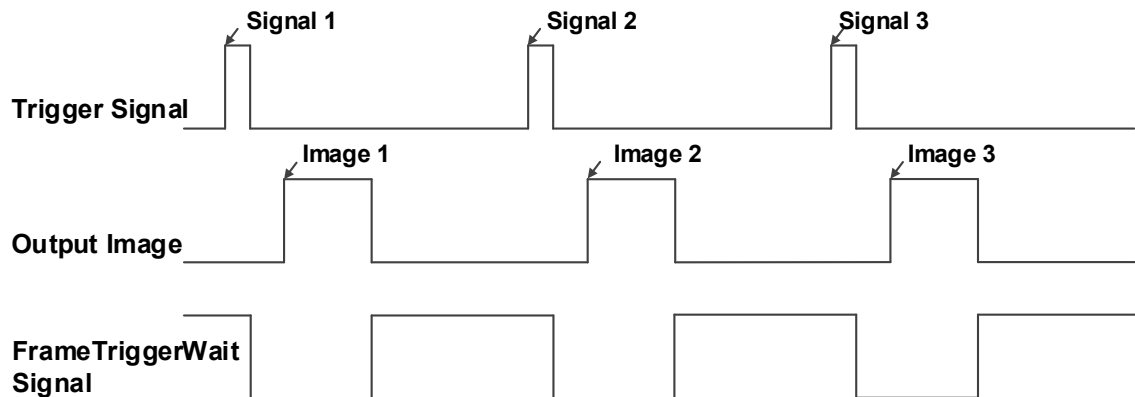


그림 8-9 "FrameTriggerWait" 신호 회로도

- 트리거 모드가 "FrameBurstStart"인 경우 카메라가 트리거 신호를 수신할 때마다 이미지의 여러 프레임을 획득합니다 (프레임 수는 "AcquisitionFrameCount" 함수로 얻을 수 있음). 트리거 신호를 수신한 후 "AcquisitionTriggerWait" 신호가 로우로 당겨지고 카메라는 노출 전송을 시작합니다. 전송이 완료되면 "AcquisitionTriggerWait" 신호가 높게 표시됩니다.

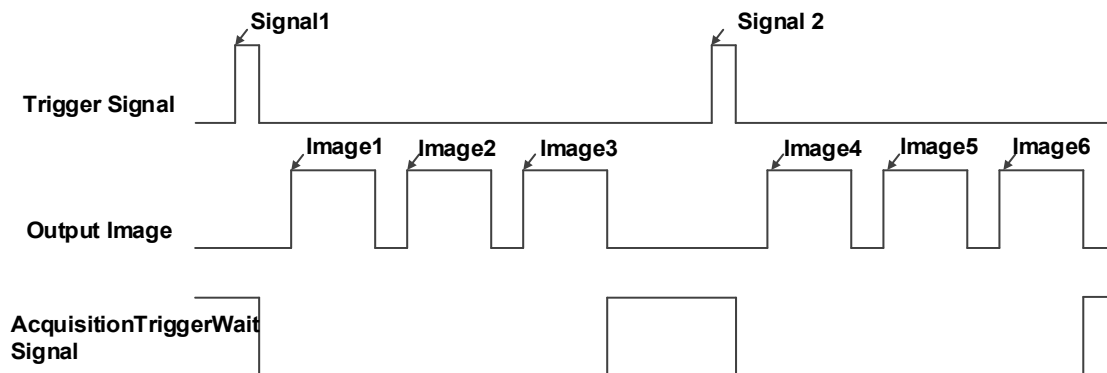


그림 8-10 "AcquisitionTriggerWait" 신호 회로도

- 트리거 모드가 "FrameBurstStart"("FrameStart" 모드가 켜져 있음)일 때 고속 버스트 프레임이 3으로 설정된 경우 카메라는 먼저 "FrameBurstStart" 트리거 신호를 보냅니다.

- 트리거 신호를 수신한 후 "AcquisitionTriggerWait" 신호가 로우로 풀링됩니다. 그런 다음 3개의 "FrameStart" 트리거 신호를 연속적으로 전송해야 합니다. 카메라가 트리거 신호를 수신할 때마다 하나의 프레임 이미지를 전송합니다.
- 트리거 신호를 수신한 후 "FrameTriggerWait" 신호가 로우로 당겨지고 카메라는 노출 전송을 시작합니다.
- "FrameTriggerWait" 신호는 전송이 완료된 후 높게 표시됩니다. 처음 3개의 FrameStart 트리거 신호만 유효합니다.
- 전송이 완료되면 "AcquisitionTriggerWait" 신호가 높게 표시됩니다.

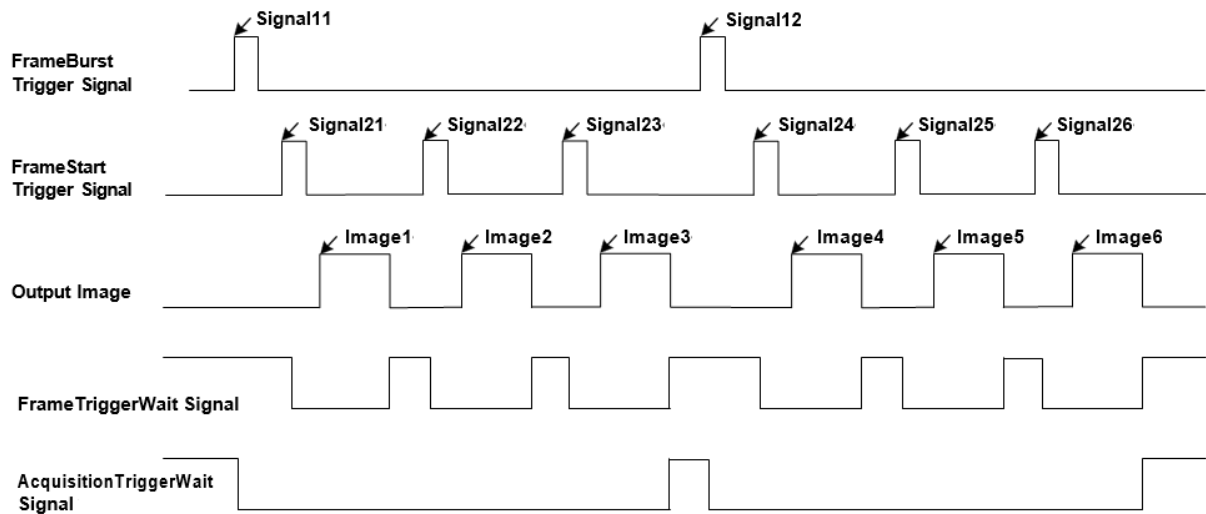


그림 8-11 "FrameBurstStart" 및 "FrameStart"가 동시에 활성화된 경우 "TriggerWait" 신호 회로도

출력 라인에 대한 사용자 정의 상태 설정

카메라는 "LineSource"를 설정하고 "UserOutputValue"를 설정하여 출력 신호를 구성함으로써 사용자 정의 출력을 선택할 수 있습니다.

UserOutput0, UserOutput1 또는 UserOutput2를 선택하려면 "UserOutputSelector"를 설정합니다. "UserOutputValue"를 설정하여 사용자 정의 출력 값을 설정하고 카메라 전원을 켤 때 기본값은 false입니다.

Output Inverter

카메라 I/O 구성 및 연결을 용이하게 하기 위해 카메라에는 구성 가능한 출력 신호 레벨 기능이 있습니다. 사용자는 "LineInverter"를 설정하여 출력 레벨이 반전되는지 여부를 선택할 수 있습니다.

카메라 전원을 켤 때 기본 출력 신호 레벨은 False이며 이는 출력 라인 레벨이 반전되지 않음을 나타냅니다. 그림 8-12과 같이 True로 설정되면 출력 라인 레벨이 반전되었음을 나타냅니다.

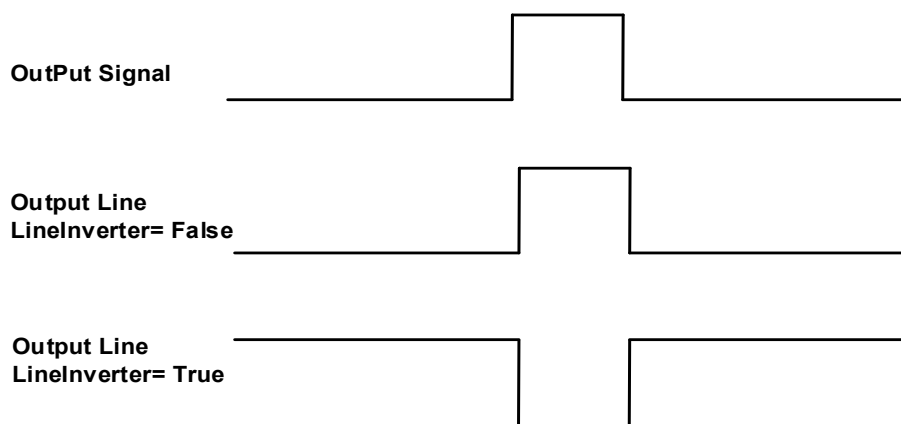


그림 8-12 출력 라인 반전 설정

8.1.3 LineStatus 읽기

라인 한 개의 레벨 읽기

카메라는 회선의 신호 상태를 얻을 수 있습니다. 장치의 전원을 켜면 Line0과 Line1의 기본 상태는 False이고, Line2와 Line3의 기본 상태는 True입니다.

모든 라인 레벨 읽기

카메라는 모든 라인의 현재 상태를 얻을 수 있습니다. 한편, 신호 상태는 극성이 반전된 후의 외부 I/O 상태입니다. 반면, 신호 상태 레벨은 외부 I/O 레벨을 반영할 수 있습니다.

VZ USB 시리즈 카메라의 모든 라인 레벨 상태 비트는 다음과 같이 표시됩니다.

- 기본값은 0 x E 입니다.

Line3	Line2	Line1	Line0
1	1	0	0

8.2 Image Acquisition Control

8.2.1 Acquisition Start and Stop

Acquisition Start

카메라를 연 후 즉시 *Acquisition Start* 명령을 보낼 수 있습니다. 연속 모드의 획득 프로세스는 그림 8-13에 나와 있으며, 트리거 모드의 획득 프로세스는 그림 8-14에 나와 있습니다.

- Continuous Acquisition:
 - 연속 모드에서는 *AcquisitionStart* 명령을 받은 후 카메라가 노출 및 판독을 시작합니다.
프레임 속도는 노출 시간, ROI 및 기타 파라미터에 따라 결정됩니다.

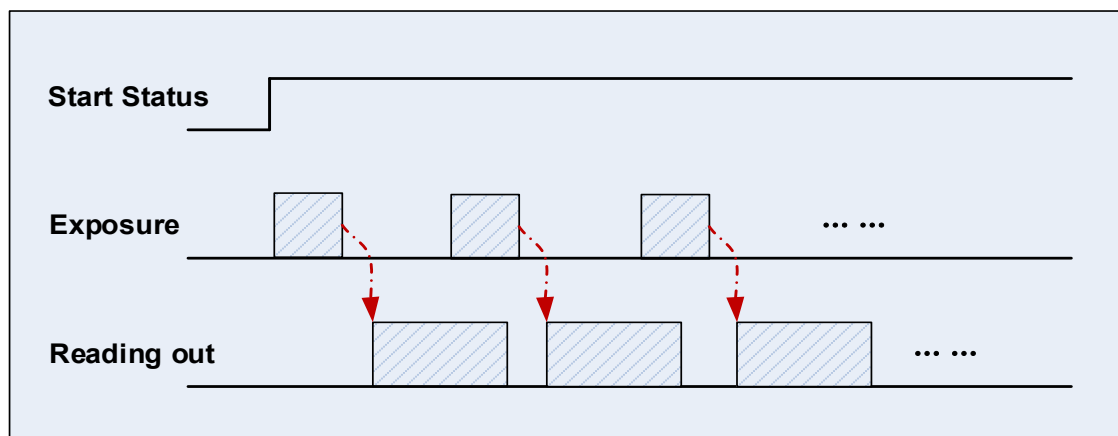


그림 8-13 연속 획득 프로세스

- Trigger Acquisition:
 - 트리거 모드에서는 *AcquisitionStart* 명령을 보내는 것만으로는 충분하지 않으며 트리거 신호도 필요합니다. 프레임 트리거가 적용될 때마다(소프트웨어 트리거 및 하드웨어 트리거 포함) 카메라는 이미지 프레임을 획득하고 전송합니다.

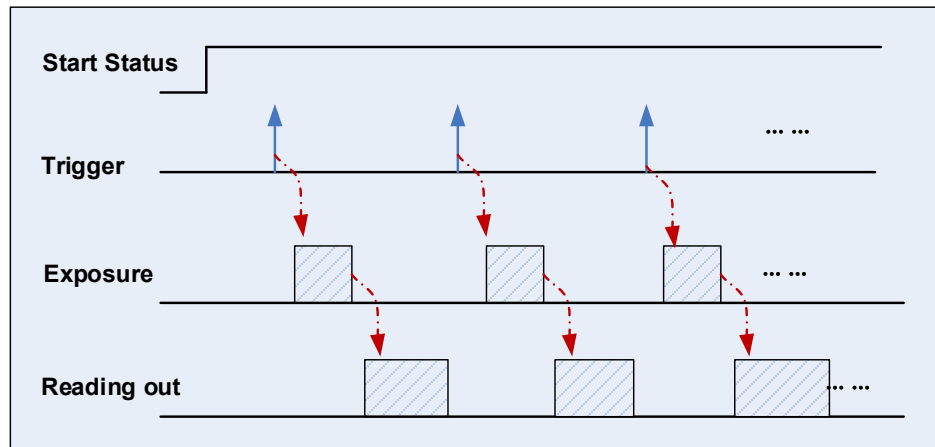


그림 8-14 트리거 획득 프로세스

Acquisition Stop

언제든지 카메라에 *AcquisitionStop* 명령을 보낼 수 있습니다. 획득 중지 프로세스는 획득 모드와 관련이 없습니다. 그러나 그림 8-15와 그림 8-16에 표시된 것처럼 정지 시간이 다르면 프로세스도 달라집니다.

- 판독 중(Reading out) 획득 중지(Acquisition stop):
 - 그림 8-15에서 볼 수 있듯이 카메라는 판독 중에 획득 중지 명령을 받으면 즉시 프레임 데이터 전송을 중지합니다. 현재 전송되는 프레임 데이터는 불완전한 프레임으로 간주되어 폐기됩니다.

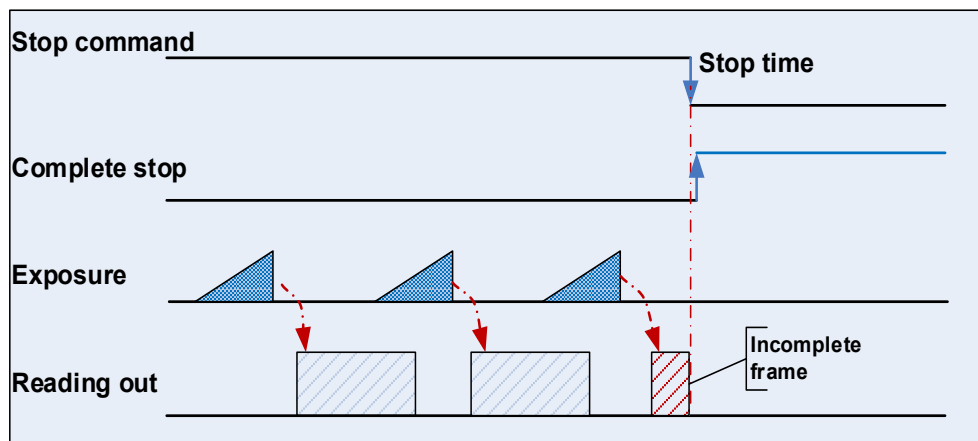


그림 8-15 판독 중 획득 중지

- 블랭킹 중 획득 중지:
 - 카메라가 전체 프레임을 전송한 후 카메라는 대기 상태로 들어갑니다. 사용자가 대기 상태에서 *AcquisitionStop* 명령을 보내면 카메라는 정지 완료 상태로 돌아갑니다. 카메라는 다음 노출을 시작하더라도 프레임을 보내지 않습니다.

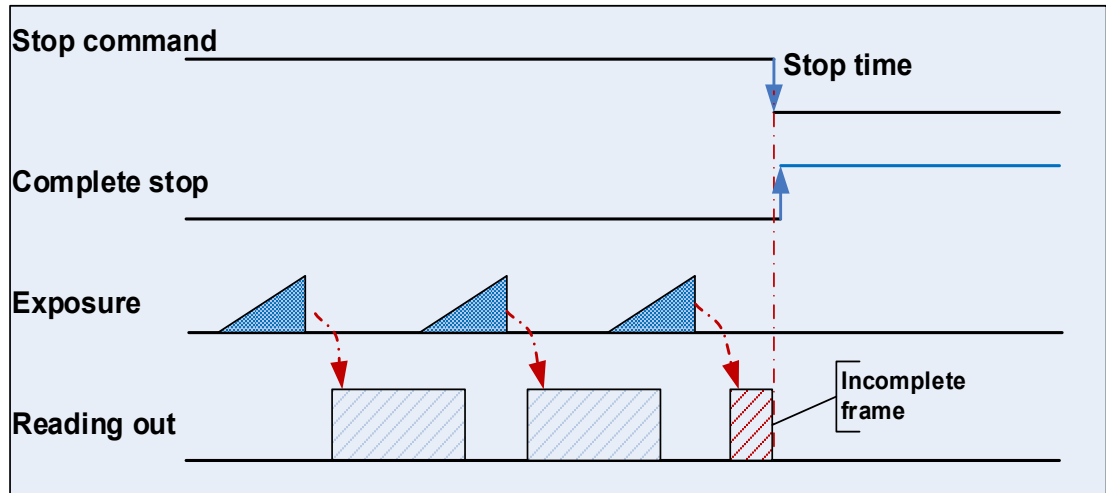


그림 8-16 블랭킹 중 획득 중지

8.2.2 Acquisition Mode

단일 프레임 획득 모드 (Single frame acquisition mode)와 연속 획득 모드 (Continuous acquisition mode)의 두 가지 카메라 획득 모드를 사용할 수 있습니다.

단일 프레임 획득 모드

단일 프레임 획득 모드에서 카메라는 한 번에 하나의 이미지 프레임만 획득합니다.

1. 트리거 모드가 On으로 설정된 경우 트리거 유형은 임의입니다.

AcquisitionStart 명령을 실행한 후 카메라는 카메라의 소프트웨어 트리거 또는 하드웨어 트리거일 수 있는 트리거 신호를 기다립니다. 카메라가 트리거 신호를 수신하고 이미지를 획득하면 카메라는 자동으로 이미지 획득을 중지합니다. 다른 이미지 프레임을 획득하려면 *AcquisitionStart* 명령을 다시 실행해야 합니다.

2. 트리거 모드가 Off로 설정된 경우

AcquisitionStart 명령을 실행한 후 카메라는 한 프레임의 이미지를 획득한 다음 자동으로 이미지 획득을 중지합니다. 다른 이미지 프레임을 획득하려면 *AcquisitionStart* 명령을 다시 실행해야 합니다.

**Note:**

단일 프레임 획득 모드에서는 ROI, 패키지 크기 등과 같이 획득 상태에서 설정할 수 없는 기능을 설정하려면 *AcquisitionStop* 명령을 실행해야 합니다.

연속 획득 모드

연속 획득 모드에서는 획득이 중지될 때까지 카메라가 계속해서 이미지를 획득하고 전송합니다.

1. 트리거 모드가 On으로 설정되었으며, 트리거 유형이 *FrameStart* 인 경우

- *AcquisitionStart* 명령을 실행한 후 카메라는 카메라의 소프트웨어 트리거 또는 하드웨어 트리거일 수 있는 신호를 기다립니다. 카메라가 트리거 신호를 수신할 때마다 *AcquisitionStop* 명령이 실행될 때까지 이미지 프레임을 획득할 수 있습니다. (*AcquisitionStart* 명령을 매번 실행할 필요는 없습니다.)

2. 트리거 모드가 On으로 설정되었으며, 트리거 유형이 *FrameBurstStart* 인 경우

- *AcquisitionStart* 명령을 실행한 후 카메라는 카메라의 소프트웨어 트리거 또는 하드웨어 트리거일 수 있는 신호를 기다립니다. 카메라가 트리거 신호를 수신할 때마다 설정된 *AcquisitionFrameCount* 이미지 프레임을 지속적으로 획득할 수 있습니다.
- 획득 과정 중에 *AcquisitionStop* 명령이 수신되면 전송 중인 이미지가 중단되며, 획득한 이미지 개수가 이미지의 *AcquisitionFrameCount* 프레임에 도달하지 못할 수 있습니다.

3. 트리거 모드가 Off로 설정된 경우

- *AcquisitionStart* 명령을 실행한 후 카메라는 *AcquisitionStop* 명령을 수신할 때까지 계속해서 이미지를 획득합니다.

**Note:**

카메라의 트리거 대기 신호 또는 획득 상태 기능을 사용하여 카메라가 트리거 대기 상태에 있는지 확인할 수 있습니다.

8.2.3 트리거 유형 선택

두 가지의 카메라 트리거 유형 (*FrameStart*, *FrameBurstStart*)을 사용할 수 있습니다. 다양한 트리거 유형은 트리거 모드, 트리거 지연, 트리거 소스, 트리거 극성 및 소프트웨어 트리거 명령을 포함한 해당 트리거 구성 세트에 해당합니다.

FrameStart 트리거 모드

FrameStart 트리거는 하나의 이미지를 획득하는 데 사용됩니다. 카메라가 *FrameStart* 트리거 신호를 수신할 때마다 카메라는 이미지 획득을 시작합니다.

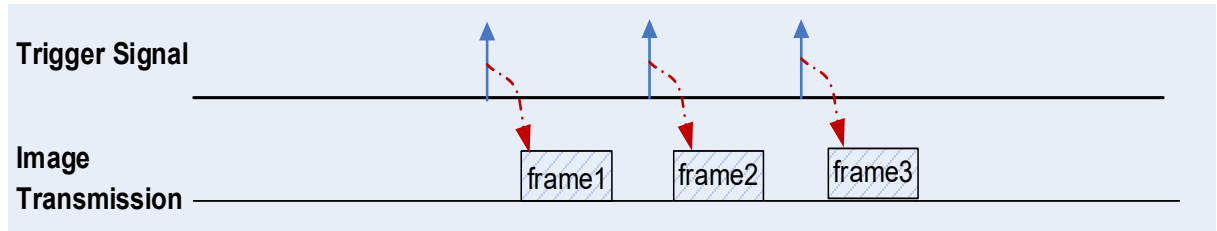


그림 8-17 FrameStart 트리거

FrameBurstStart 트리거 모드

FrameBurstStart 트리거 신호를 사용하여 일련의 이미지를 획득할 수 있습니다(이미지의 "연속 촬영"). 카메라가 *FrameBurstStart* 트리거 신호를 수신할 때마다 카메라는 일련의 이미지 획득을 시작합니다. 획득된 이미지 프레임 수는 "획득 버스트 프레임 수" 파라미터에 의해 지정됩니다. "획득 버스트 프레임 수"의 범위는 1~255이고 기본값은 1입니다.

예를 들어, "획득 버스트 프레임 수" 파라미터가 3으로 설정된 경우 카메라는 자동으로 3개의 이미지를 획득합니다. 그런 다음 카메라는 다음 *FrameBurstStart* 트리거 신호를 기다립니다. 다음 트리거 신호를 수신한 후 카메라는 또 다른 3개의 이미지를 촬영합니다.

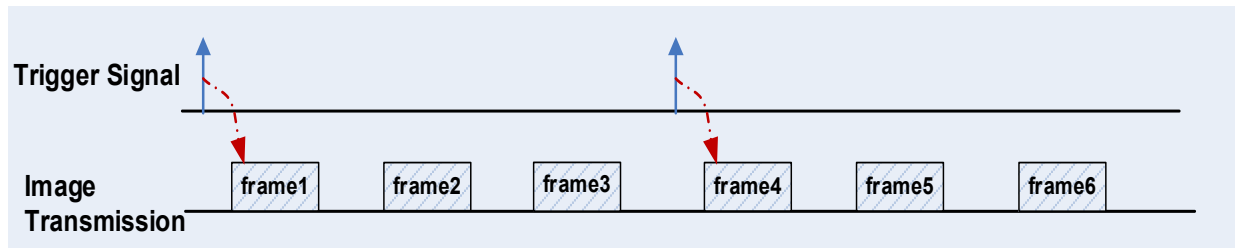


그림 8-18 FrameBurstStart 트리거

FrameStart 트리거 모드와 FrameBurstStart 트리거 모드를 동시에 선택한 경우

FrameStart 트리거 모드와 *FrameBurstStart* 트리거 모드가 동시에 선택된 경우 트리거 시퀀스는 먼저 *FrameBurstStart* 트리거 신호를 보낸 다음 *FrameStart* 트리거 신호를 보냅니다. *FrameStart* 트리거 신호가 전송될 때마다 "Acquisition burst frame count" 파라미터에 도달할 때까지 이미지가 획득됩니다.

예를 들어 *FrameStart* 트리거 모드와 *FrameBurstStart* 트리거 모드가 동시에 선택되는 경우입니다. "Acquisition burst frame count" 파라미터가 3으로 설정된 경우 카메라가 *FrameBurstStart* 트리거 신호를 수신하면 이미지가 획득되지 않습니다. *FrameStart* 트리거 신호가 수신되면 카메라는 1개의 이미지를 획득하고, *FrameStart* 트리거 신호가 수신될 때마다 카메라는 1개의 이미지를 획득합니다. 3개의 이미지가 획득되면 카메라는 다음 *FrameBurstStart* 트리거 신호 등을 기다립니다.

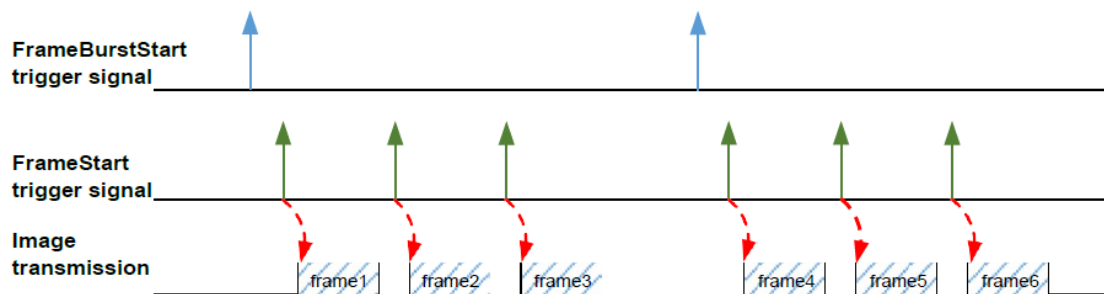


그림 8-19 FrameStart 트리거와 FrameBurstStart 트리거를 동시에 선택한 경우

8.2.4 트리거 모드 전환

스트림 (Stream) 획득 프로세스 중에, 사용자는 *AcquisitionStop* 명령 없이 카메라의 트리거 모드를 전환할 수 있습니다.

아래에 표시된 것처럼 다른 위치에서 트리거 모드를 전환하면 결과가 달라집니다.

프레임 판독 (Readout) 중 트리거 모드 전환

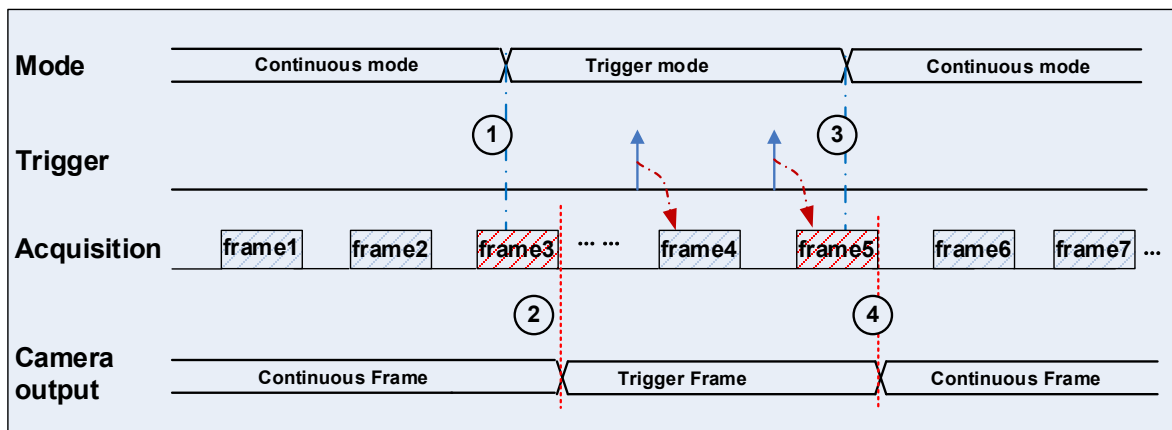


그림 8-20 프레임 판독 중 트리거 모드 전환

그림 8-20에서 볼 수 있듯이 카메라는 획득 시작 명령을 받은 후 트리거 모드가 OFF인 상태로 시작됩니다.

포인트 1에서 카메라는 트리거 모드가 OFF인 세 번째 프레임을 전송하는 동안 트리거 모드를 ON으로 설정하라는 명령을 받습니다. 트리거 모드는 세 번째 프레임이 포인트 2에서 완료될 때까지 활성화되지 않으며 그 다음에는 트리거 신호가 허용됩니다.

지점 3에서 카메라는 다시 OFF로 전환하라는 명령을 받습니다. 또한 5번째 프레임이 완료될 때까지 활성화되지 않으며 완전한 판독을 기다려야 합니다.

카메라는 지점 4에서 트리거 모드에서 연속 모드로 전환된 다음 연속 모드에서 작동합니다.

블랭킹 (또는 노출) 중 트리거 모드 전환

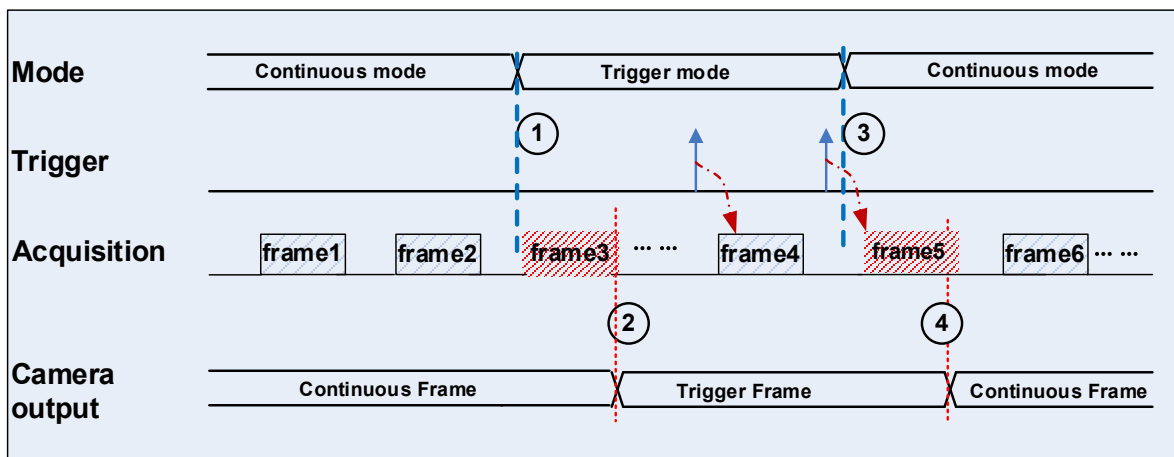


그림 8-21 블랭킹(또는 노출) 중 트리거 모드 전환

그림 8-21에 표시된 것처럼 트리거 모드가 OFF인 카메라는 AcquisitionStart 명령을 받은 후 시작됩니다.

포인트 1에서는 카메라가 대기 상태에 있는 동안 트리거 모드를 ON으로 설정하라는 명령을 받습니다. 트리거 모드는 세 번째 프레임(노출 및 판독 포함), 즉 포인트 2가 완료될 때까지 활성화되지 않습니다. 세 번째 프레임은 트리거 모드에 속하지 않습니다. 모든 트리거 프레임에는 트리거 신호 또는 소프트웨어 트리거 명령이 필요합니다.

지점 3에서 카메라는 연속 모드로 다시 전환하라는 명령을 받습니다. 또한 5번째 프레임이 완료될 때까지 활성화되지 않으며 전체 프레임을 기다려야 합니다.

카메라는 지점 4에서 트리거 모드에서 연속 모드로 전환된 다음 연속 모드에서 작동합니다.

8.2.5 연속 모드

연속 모드 구성

기본 사용자 설정에서 트리거 모드의 기본값은 OFF입니다. 기본 사용자 설정으로 카메라를 열면 카메라는 바로 연속 모드로 작동합니다. 그렇지 않은 경우 사용자는 트리거 모드를 OFF로 설정하여 연속 모드를 사용할 수 있습니다. Trigger Mode OFF에서는 다른 파라미터도 변경할 수 있습니다.

연속 모드 기능

연속 획득 모드에서 카메라는 카메라 파라미터 설정에 따라 이미지를 획득하고 전송합니다.



Note:

연속 모드에서는 ROI 크기가 프레임 속도에 영향을 미칠 수 있습니다.

8.2.6 소프트웨어 트리거 획득(Software Trigger Acquisition)과 구성 작업

소프트웨어 트리거 획득(Software trigger acquisition) 구성

카메라는 소프트웨어 트리거 획득 모드를 지원하며, 다음 세 가지 단계를 준수해야 합니다.

1. 트리거 모드를 ON으로 설정합니다.
2. 트리거 소스를 소프트웨어로 설정합니다.
3. *TriggerSoftware* 명령을 보냅니다.

모든 소프트웨어 트리거 명령은 호스트에서 USB3.0 버스를 통해 전송되며, 카메라를 트리거하여 이미지를 캡처하고 전송합니다.

소프트웨어 트리거 획득 기능

소프트웨어 트리거 획득 모드에서 카메라는 소프트웨어 트리거 명령을 받은 후 하나의 이미지를 획득하기 시작합니다. 일반적으로 프레임 수는 소프트웨어 트리거 명령 수와 동일합니다.

관련 특징은 다음과 같습니다.

1. 소프트웨어 트리거 획득 모드에서 트리거 주파수가 카메라의 허용 최대 FPS(초당 프레임 수)보다 낮을 경우 현재 프레임 속도가 트리거 주파수입니다. 트리거 주파수가 카메라의 허용 최대 FPS(초당 프레임 수)보다 높으면 일부 소프트웨어 트리거가 무시되고 현재 프레임 속도가 트리거 주파수보다 낮습니다.
2. 트리거 지연 기능은 트리거와 카메라 획득 프레임 사이의 카메라 지연 간격을 제어할 수 있습니다. 트리거 지연 시간의 기본값은 0입니다.

8.2.7 하드웨어 트리거 획득(Hardware Trigger Acquisition)과 구성 작업

하드웨어 트리거 획득(Hardware trigger acquisition) 구성

카메라는 하드웨어 트리거 획득 모드를 지원합니다. 다음 세 가지 단계를 준수해야 합니다.

1. 트리거 모드를 ON으로 설정합니다.
 2. 트리거 소스를 Line0, Line2 또는 Line3으로 설정합니다.
 3. 하드웨어 트리거 신호를 Line0에 연결합니다.
- Trigger Source 가 Line2 또는 Line3 으로 설정된 경우 해당 Line 이 입력으로 설정되어 있는지 확인해야 합니다.
 - 프로그래밍 가능한 GPIO 인터페이스에 대한 자세한 내용은 섹션 8.1.1 을 참조하십시오.

하드웨어 트리거 획득 기능

카메라의 트리거 신호 프로세스에 대한 기능은 아래에 설명되어 있습니다.

1. 선의 극성은 반전 또는 반전되지 않도록 설정할 수 있으며 기본 설정은 반전되지 않습니다.
2. 필터를 트리거하기 위해 적절한 값을 설정하여 부적절한 신호를 필터링할 수 있습니다.
상승 에지 필터와 하강 에지 필터를 별도로 설정할 수 있습니다. 범위는 0 ~ 5000 μ s 입니다. 기본 구성은 트리거 필터를 사용하지 않는 것입니다.
3. 트리거와 노출 사이의 시간 간격은 트리거 지연 기능을 통해 이루어질 수 있습니다.
시간 간격의 범위는 0 ~ 3000000 μ s입니다. 트리거 지연 시간의 기본값은 0입니다.

트리거 극성, 트리거 지연 및 트리거 필터와 같은 기능을 VZViewer에서 선택할 수 있습니다.

**Note:**

카메라의 트리거 소스 Line0은 광절연 회로를 사용하여 신호를 격리합니다. 내부 회로 지연 트리거 신호와 상승 에지의 지연 시간은 하강 에지보다 짧습니다. 상승 에지의 12개 클록 사이클 지연과 하강 에지의 12개 클록 사이클 지연이 있습니다. Line0을 사용하여 카메라를 트리거하는 경우 양(+)의 펄스 신호의 양의 폭은 더 넓어지고(약 $20\mu s - 40\mu s$) 음(-)의 펄스 신호의 음의 폭은 더 좁아집니다(약 $20\mu s - 40\mu s$). 필터 파라미터를 조정하여 트리거 신호를 정확하게 필터링할 수 있습니다.

8.2.8 Overlapping Exposure 와 Non-Overlapping Exposure 모드

VZ USB 시리즈 카메라의 이미지 획득에는 노출과 판독의 두 단계가 있습니다. 카메라가 트리거되면 통합이 시작되고 통합이 끝나면 이미지 데이터가 즉시 판독됩니다.

VZ USB 시리즈 카메라는 중첩 노출(Overlapping Exposure) 과 비중첩 노출(Non-Overlapping Exposure)의 두 가지 노출 모드를 지원합니다. 사용자는 중첩 노출이나 비중첩 노출을 직접 할당할 수 없으며 이는 트리거 신호의 주파수와 노출 시간에 따라 달라집니다. 두 가지 노출 모드는 다음과 같습니다.

비중첩 노출

비중첩 노출 모드에서는 현재 프레임의 노출 및 판독이 완료된 후 다음 프레임이 노출되고 판독됩니다. 그림 8-22에 표시된 것처럼 N번째 프레임이 판독되고 일정 시간이 지나면 N+1번째 프레임이 노출됩니다.

비중첩 노출 프레임 기간의 공식:

비중첩 노출 프레임 기간 > 노출 시간 + 판독 시간

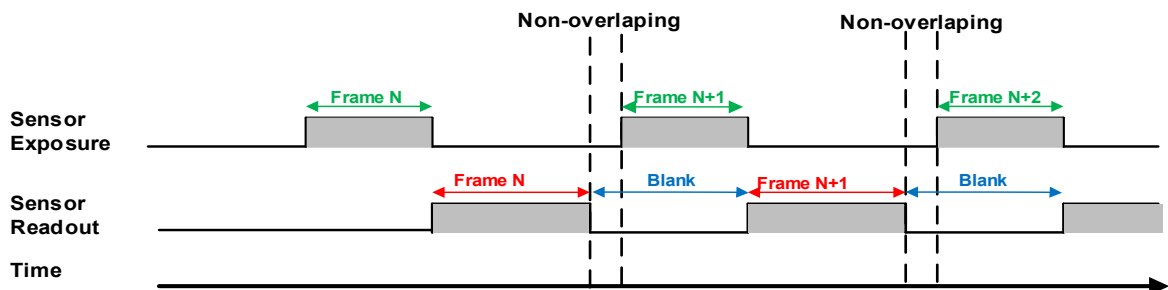


그림 8-22 비중첩 노출 모드 시퀀스

Trigger 획득 모드

두 Trigger 사이의 간격이 노출 시간과 판독 시간의 합보다 크면 그림 8-23과 같이 중복 노출이 발생하지 않습니다.

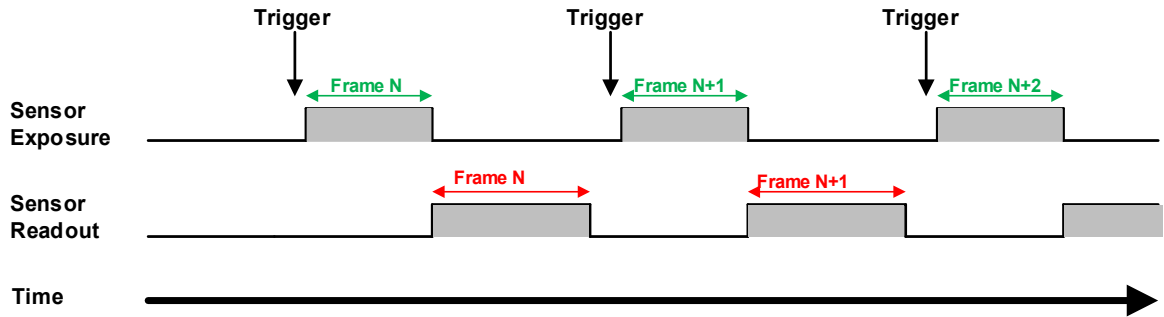


그림 8-23 비중첩 노출 모드의 트리거 획득 노출 시퀀스

중첩 노출

중첩 노출 모드에서는 현재 프레임 이미지 노출 프로세스가 이전 프레임의 판독값과 중첩됩니다. 즉, 이전 프레임이 판독되면 다음 프레임 이미지가 노출되기 시작합니다. 그림 8-24와 같이 N번째 프레임 이미지가 판독되면 N+1번째 프레임 이미지가 노출되기 시작합니다.

중복 노출 프레임 기간의 공식: 중복 노출 프레임 기간 ≤ 노출 시간 + 판독 시간

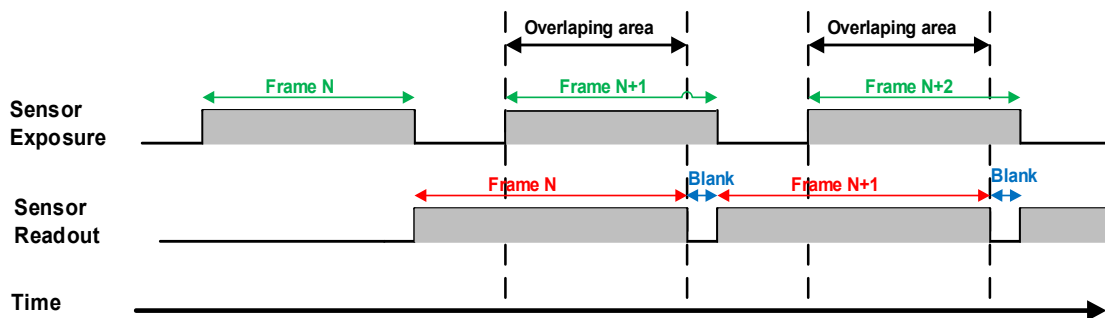


그림 8-24 중첩 노출 모드의 노출 순서

연속 촬영 모드

노출 시간이 프레임 블랭킹 시간보다 길면 노출 시간과 판독 시간이 겹칩니다.

Trigger 획득 모드

두 트리거 사이의 간격이 노출 시간과 판독 시간의 합보다 작을 경우 그림 8-25와 같이 중복 노출이 발생합니다.

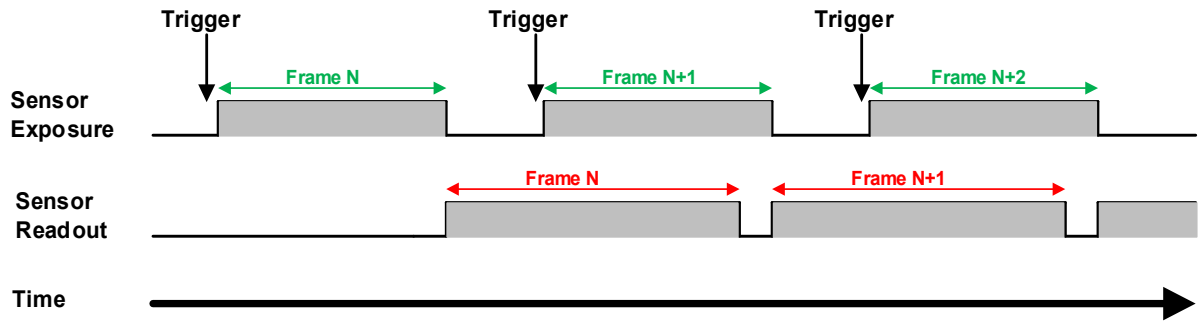


그림 8-25 중첩 노출 모드의 트리거 획득 노출 시퀀스

비중첩 노출 모드와 비교하여, 중첩 노출 모드에서는 카메라가 더 높은 프레임 속도를 얻을 수 있습니다.

8.2.9 Set Exposure

Set Exposure 모드

Timed Exposure 모드와 TriggerWidth Exposure 모드를 사용할 수 있습니다. 그중 TriggerWidth 노출 모드는 카메라가 하드웨어 트리거링으로 구성될 때 노출 시간을 결정합니다. 노출 시간은 Trigger Activation에 의해 설정된 상승 에지(하강 에지)에 의해 트리거되는 트리거 신호의 폭에 따라 달라집니다.

1. Time Exposure 모드: 시간 노출 모드는 모든 카메라 모델에서 사용할 수 있습니다. 이 모드에서 노출 시간은 카메라의 노출 시간 설정에 따라 결정됩니다. 카메라가 소프트웨어 트리거링으로 구성된 경우 소프트웨어 트리거 신호가 수신되면 노출이 시작되고 노출 시간이 만료될 때까지 계속됩니다.
- 카메라가 하드웨어 트리거로 구성된 경우:
 - 상승 에지 트리거링이 활성화되면 그림 8-26과 같이 트리거 신호가 상승할 때 노출이 시작되고 노출 시간이 만료될 때까지 계속됩니다.

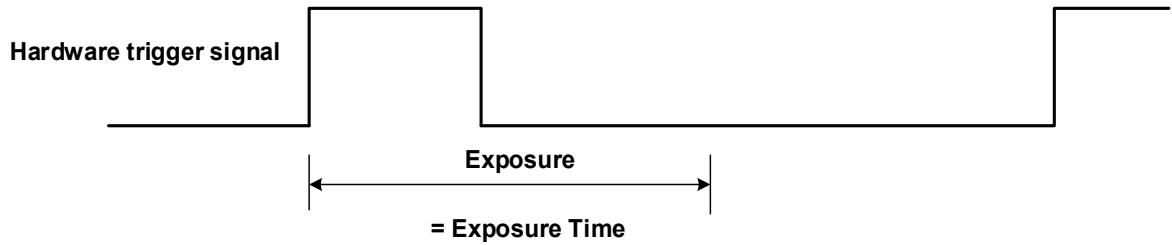


그림 8-26 Timed Exposure 모드의 상승 에지 트리거 시퀀스

- 하강 에지 트리거링이 활성화되면 트리거 신호가 하강하고 노출이 시작될 때 노출이 시작됩니다. 그림 8-27과 같이 노출 시간이 만료될 때까지 계속합니다.

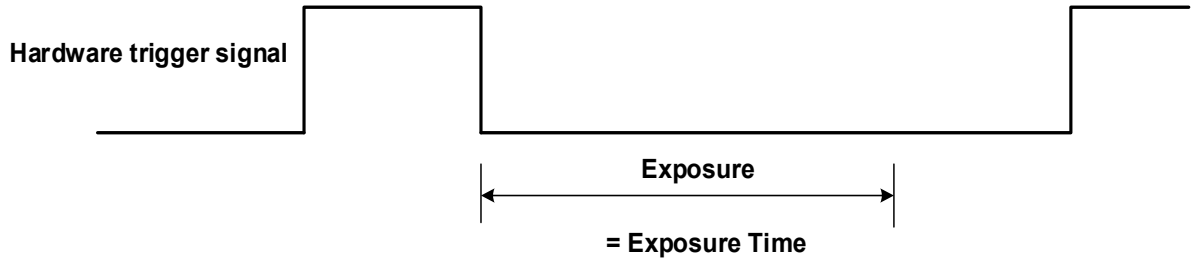


그림 8-27 Timed Exposure 모드의 하강 에지 트리거 시퀀스

시간 노출 모드에서는 과도한 트리거링을 피하십시오. 시간 노출 모드가 활성화된 경우, 이전 노출이 아직 진행 중인 동안에는 새 트리거 신호를 보내려고 시도하지 마십시오. 그렇지 않으면 트리거 신호가 무시되고 FrameStartOvertrigger 이벤트가 생성됩니다.

2. TriggerWidth 노출 모드 TriggerWidth 노출 모드에서 노출 길이는 폭에 따라 결정됩니다. 하드웨어 트리거 신호. 이 기능은 각 이미지 프레임의 노출 시간을 변경하려는 사용자의 요구를 충족할 수 있습니다.

- 상승 에지 트리거링이 활성화되면 트리거 신호가 상승하고 노출이 시작될 때 노출이 시작됩니다.

그림 8-28 과 같이 트리거 신호가 떨어질 때까지 계속합니다.



그림 8-28 TriggerWidth 노출 모드의 상승 에지 트리거 시퀀스

- 상승 에지 트리거링이 활성화되면 그림 8-29 와 같이 트리거 신호가 상승할 때 노출이 시작되고 트리거 신호가 하강할 때까지 계속됩니다.



그림 8-29 TriggerWidth 노출 모드의 하강 에지 트리거 시퀀스

**Caution!**

TriggerWidth 노출 모드에서 과도한 트리거 (Overtrigger) 를 피하십시오. TriggerWidth 노출 모드가 활성화된 경우 너무 높은 속도로 트리거 신호를 보내지 마십시오. 그렇지 않으면 트리거 신호가 무시되고 FrameStartOvertrigger 이벤트가 생성됩니다.

Exposure Overlap Time Max 기능은 겹치는 이미지의 획득을 최적화할 수 있습니다. 이 파라미터는 사용자가 카메라의 프레임 속도를 최대화하려는 경우 특히 유용합니다.

예) 사용자가 가능한 가장 높은 속도로 트리거하려는 경우

전제 조건

1. TriggerMode 파라미터를 On으로 설정합니다.
2. TriggerSource 파라미터를 사용 가능한 하드웨어 트리거 소스 중 하나로 설정합니다
(예: Line0).
3. ExposureMode 파라미터를 TriggerWidth 노출 모드로 설정합니다.

작동 방식

사용자는 중첩 이미지 획득을 사용하여 카메라의 프레임 속도를 높일 수 있습니다. 중첩 이미지 획득을 사용하면 카메라가 이전 이미지의 센서 데이터를 계속 읽는 동안 새 이미지의 노출이 시작됩니다.

TriggerWidth 노출 모드에서 카메라는 트리거 기간이 완료되기 전에 이미지가 노출되는 시간을 알 수 없습니다. 따라서 카메라는 중첩된 이미지 획득을 완전히 최적화할 수 없으며, 이 문제를 방지하기 위해 사용자는 사용할 최단 노출 시간(μs 단위)을 나타내는 파라미터 값을 입력할 수 있습니다. 이는 카메라가 겹치는 이미지 획득을 최적화하는 데 도움이 됩니다.

ExposureOverlap TimeMax 설정

카메라의 프레임 속도를 최적화하려면 노출 모드를 TriggerWidth로 설정해야 합니다.

- a) ExposureMode 파라미터를 TriggerWidth로 설정합니다.
- b) 사용자가 사용하려는 최단 노출 시간(μs 단위)을 나타내는 ExposureOverlapTimeMax 파라미터 값을 입력합니다.

예) 사용자가 $3000\mu\text{s}$ ~ $5500\mu\text{s}$ 범위의 노출 시간을 적용하도록 카메라를 트리거하려면 카메라의 ExposureOverlapTimeMax 파라미터를 3000으로 설정해야 합니다.



Note:

사용자가 $3000\mu\text{s}$ ~ $5500\mu\text{s}$ 범위의 노출 시간을 적용하도록 카메라를 트리거하려면 카메라의 ExposureOverlapTimeMax 파라미터를 3000으로 설정해야 합니다.

Set Exposure Value

글로벌 셔터

글로벌 셔터의 구현 프로세스는 그림 8-30과 같으며 센서의 모든 라인이 동시에 노출된 후 센서가 이미지 낱자를 하나씩 판독합니다. 글로벌 셔터의 장점은 모든 라인이 동시에 노출되고 움직이는 물체를 캡처할 때 이미지가 오프셋되거나 왜곡되지 않는다는 것입니다.

플래시 신호의 시간 폭은 아래의 공식으로 구할 수 있습니다:

$$T_{\text{strobe}} = T_{\text{exposure}}$$

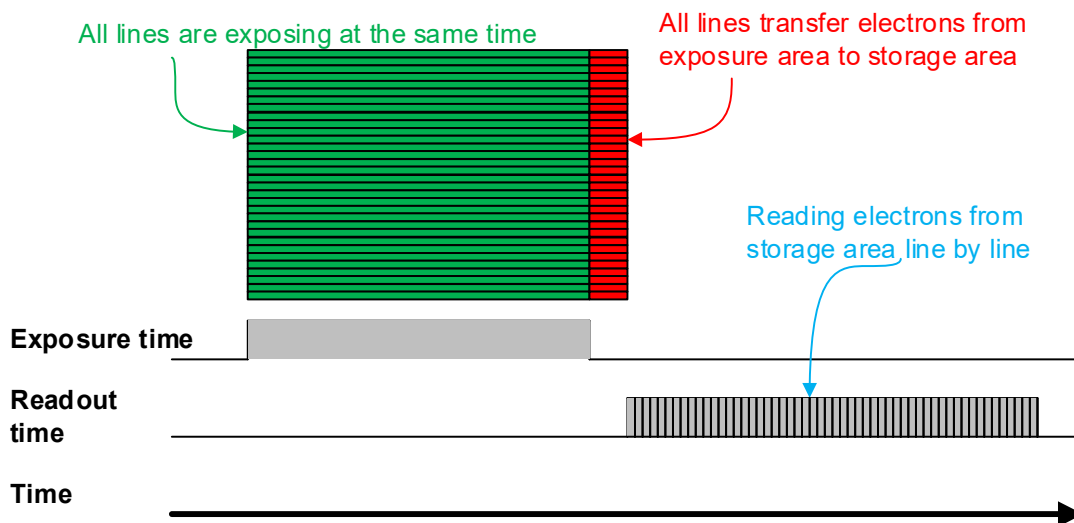


그림 8-30 Global Shutter

Electronic Rolling 셔터

Electronic Rolling 셔터의 구현 과정은 그림 8-31과 같으며, 글로벌 셔터와 달리 Electronic Rolling 셔터는 첫 번째 라인에서 노출되고 행 기간 이후에 두 번째 라인 노출을 시작합니다. N-1라인 이후에는 N라인이 노출되기 시작합니다. 첫 번째 라인 노출이 끝나면 데이터를 읽기 시작하며, 한 라인을 읽는 데 행 기간 (Row period) 시간(라인 블랭킹 시간 포함)이 필요합니다. 첫 번째 줄이 완전히 읽히면 두 번째 줄이 읽기 시작하고, N-1 줄이 읽히면 전체 이미지가 완전히 읽혀질 때까지 N 줄이 읽기 시작됩니다. Electronic Rolling 셔터는 가격이 저렴하고 해상도가 높기 때문에 일부 정지 이미지 획득에 적합합니다.

플래시 신호의 시간 폭은 아래의 공식으로 구할 수 있습니다:

$$T_{\text{strobe}} = T_{\text{exposure}} - (N - 1) \times T_{\text{row}}$$

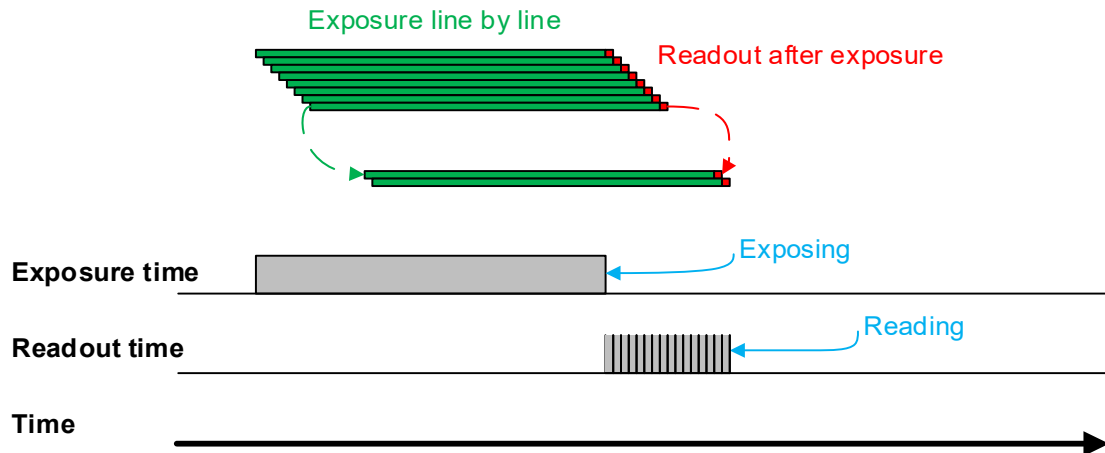


그림 8-31 Electronic rolling shutter

글로벌 리셋 릴리즈 셔터 (Global Reset Release Shutter)

센서가 한 줄씩 노출을 시작하면 센서의 모든 픽셀이 동시에 노출되기 시작합니다. 그러나 빠르게 움직이는 물체를 촬영할 경우 동일한 영상 프레임의 위쪽 라인과 아래쪽 라인의 종료 시간이 다르기 때문에 왜곡이 발생합니다. GRR(Global Reset Release) 셔터 모드는 왜곡을 효과적으로 방지할 수 있습니다. 카메라가 GRR 셔터 모드에서 작동하는 경우 플래시 조명을 사용해야 합니다.

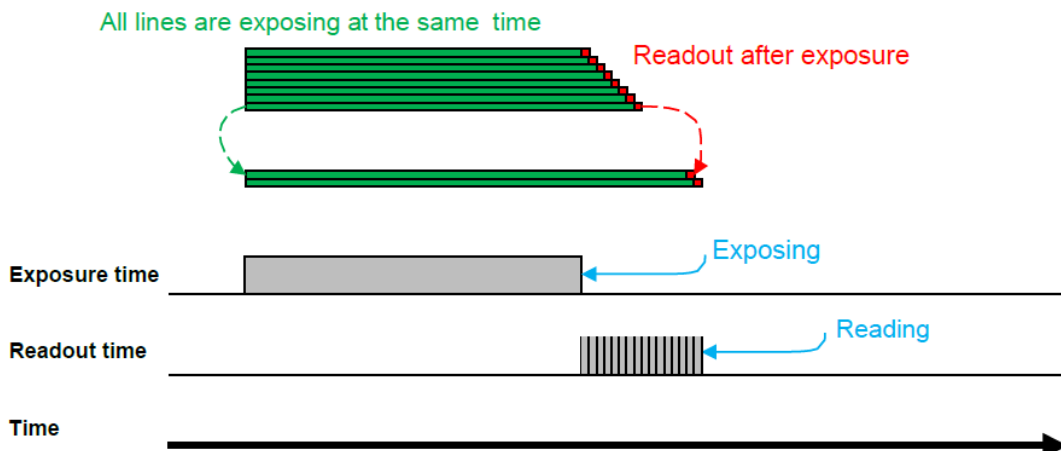


그림 8-32 Global reset release shutter

라인별 노출 센서는 GRR 모드에서 동시에 노출을 시작하고 노출은 위에서 아래로 연속적으로 종료됩니다. 그림 8-32에 표시된 것처럼 노출 시간은 일반적인 노출 간격이며 플래시 조명을 열어야 하는 간격이기도 합니다. 즉, 플래시 조명을 시작할 수 있을 때 노출 시간 신호가 높아지고, 플래시 조명을 중지해야 할 때 노출 시간 신호가 낮아집니다. 그렇지 않으면 개별 라인의 노출 시간 차이로 인해 획득된 이미지의 밝기가 위에서 아래로 크게 달라집니다. 또한, 개별 라인의 노출 종료 시간이 다르기 때문에 이미지가 왜곡됩니다.

노출 지연 (Exposure Delay)은 GRR 모드에서 지원됩니다. 동시에 플래시 조명으로 인해 특정 지연이 발생하며 실제 플래시 지속 시간은 다음과 같습니다.

$$T_{strobe} = T_{exposure} + T_{exp_delay} + T_{row} \times 18$$

• 설정 방법

- 1) SensorShutterMode 를 Global Reset 으로 설정합니다.
- 2) 카메라를 플래시 조명에 연결합니다.

노출 시간(Exposure Time) 모드

노출 시간 길이에 따라 VZ USB 시리즈 카메라의 노출 시간 모드 중 하나인 표준 노출 시간 모드를 사용할 수 있습니다.

1) 표준 노출 시간(Standard Exposure Time) 모드

표준 노출 시간 모드에서는 수동 조정, 일회성 자동 조정, 연속 자동 조정의 세 가지 노출 시간 조정 모드를 사용할 수 있습니다. 표준 노출 시간 모드가 기본 설정입니다. 수동 조정에 대해서는 <8.2.9 Set Exposure>를 참조하십시오. 자동 조정 및 연속 자동 조정에 대해서는 섹션 8.3.4의 “자동 노출(Auto Exposure)”을 참조하십시오.

2) UltraShort 노출 시간(Ultrashort Exposure Time) 모드

UltraShort 노출 시간 모드에서, VZ USB 시리즈 카메라는 노출 시간의 수동 조정만 지원합니다. 표준 노출 시간 모드가 기본 설정이므로 UltraShort 노출 시간 모드를 설정하려면 먼저 가시성 레벨 (Visibility Level)을 Guru로 조정하고 Acquisition Control 기능창에서 ExposureTimeMode를 UltraShort로 설정해야 합니다.



Note:

VZ USB 시리즈 카메라에서는 UltraShort 노출 시간 모드에서 노출 시간 자동 조정이 지원되지 않습니다. 노출 시간의 수동 조정만 지원합니다.

노출 시간 설정:

카메라의 노출 정밀도는 센서에 의해 제한됩니다. 사용자 인터페이스의 단계와 데모가 $1\mu s$ 로 표시될 때 실제로 단계는 1행 주기입니다. ExposureTime 값을 행 주기로 나눌 수 없는 경우 행 주기는 $36\mu s$, 노출 시간은 $80\mu s$, 실제 노출 시간은 $108\mu s$ 와 같이 정수로 반올림해야 합니다.

외부 광원이 햇빛이나 직류(DC)인 경우 카메라에는 노출 시간에 대한 특별한 요구 사항이 없습니다. 외부 광원이 교류(AC)인 경우 노출 시간은 외부 광원과 동기화되어야 합니다(50 Hz 광원 미만, 노출 시간은 1/100초의 배수여야 함, 60 Hz 광원 미만, 노출 시간은 다음과 같아야 함). 1/120의 배수), 더 나은 이미지 품질을 보장합니다.

VZ USB 시리즈 카메라는 자동 노출 기능을 지원합니다. 자동 노출 기능이 활성화되면 카메라는 환경 밝기에 따라 노출 시간을 자동으로 조정할 수 있습니다. 자세한 내용은 섹션 8.3.4를 참고하십시오.

8.2.10 노출 지연(Exposure Delay)

노출 지연 기능은 스트로브 지연 문제를 효과적으로 해결할 수 있습니다. 대부분의 스트로브에는 트리거에서 조명까지 최소 수십 마이크로초(μs)의 지연이 있습니다. 카메라가 작은 노출 모드에서 작동하는 경우 스트로브의 채우기 조명 효과가 영향을 받습니다. 노출 지연은 스트로브 신호와 실제 노출 시작 지연에 의해 달성됩니다.

노출 지연의 단위는 μs 이고 범위는 0 ~ 5000 μs 이며 최소값은 0입니다.

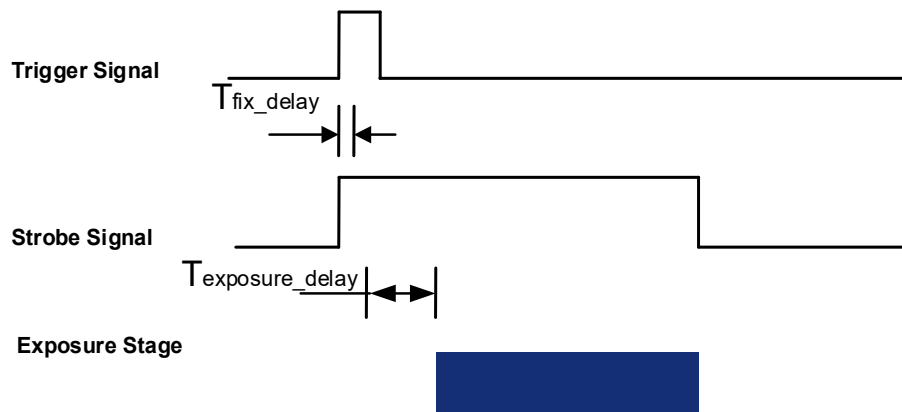


그림 8-33 중첩 노출 모드의 노출 지연 시퀀스 다이어그램

노출을 시작하기 위해 하드웨어 트리거 신호가 센서에 수신되면, Exposure Delay 라고 불리는 작은 지연이 발생하며, 총 4개의 시간 부분으로 구성됩니다.

Exposure Delay	Description
T1	외부 신호가 옵토 커플러 (Optocoupler)나 GPIO를 통과할 때 하드웨어 회로에 의해 발생하는 지연입니다. 그 값은 일반적으로 수~수십 μ s 범위이며, 주로 연결 모드, 동작의 강도 및 온도의 영향을 받습니다. 외부 환경이 일정할 때 지연은 일반적으로 안정적입니다.
T2	트리거 필터로 인해 지연이 발생합니다. 예를 들어 트리거 필터 시간이 50 μ s로 설정된 경우 T2는 50 μ s입니다.
T3	트리거 지연 (trigger_delay) 카메라는 트리거 지연 기능을 지원합니다. 트리거 지연이 200 μ s로 설정된 경우 T3은 200 μ s입니다
T4	센서 타이밍 시퀀스 지연 센서의 내부 노출은 행 타이밍 시퀀스와 정렬되므로 T4는 최대 행 사이클 지터를 갖습니다. 센서마다 값이 다르며, 지연 시간이 큰(수백 μ s 이상) 일부 제품의 경우 T4에서 추가 구성 시간이 계산됩니다

표 8-1 노출 지연 (Exposure Delay): T1 ~ T4

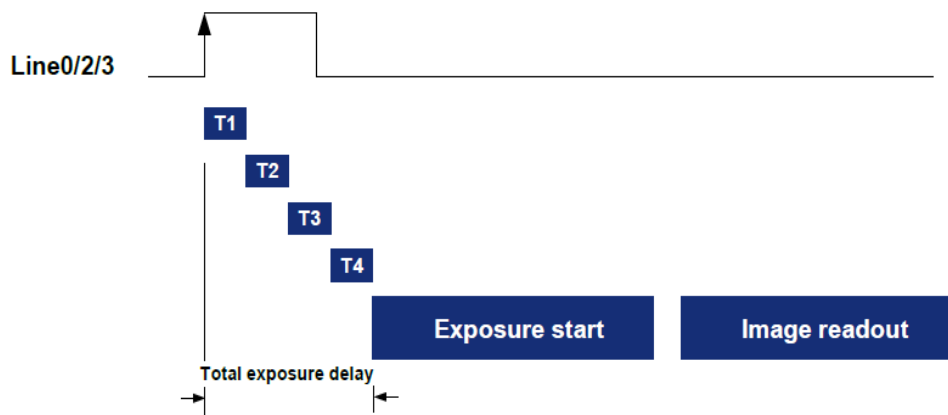


그림 8-34 노출 지연 (Exposure Delay)

- T1 은 Line0 의 일반적인 지연(5 μ s)에 따라 계산됩니다. Line2/3 인 경우 T1 은 무시될 수 있습니다.
- T2 와 T3 는 0 μ s 로 계산됩니다.
- T4 는 ROI 설정과 각 센서의 특성에 따라 계산됩니다.

각 모델별 노출 지연 데이터는 다음과 같습니다:

Model	Exposure Delay (μs)
VZ-2MU-M/C41H00	44.8 ~ 64.7
VZ-2MU-M/C168H00	Mono8 / BayerRG8: 14.6 Mono10 / BayerRG10: 24.2
VZ-3MU-M/C56H00	33.8 ~ 45.1
VZ-3MU-M/C125H00	Mono8 / BayerRG8: 15.15 Mono10 / BayerRG10: 25.3
VZ-5MU-M/C79H00	Mono8 / Bayer RG8: 17 ~ 23 Mono10 / Bayer RG10: 29.2 ~ 36.3
VZ-5MU-M79H00-POL	Mono8: 17 Mono10: 29
VZ-5MU-M/C36H00	31.6 ~ 44.9
VZ-5MU-M36H00-POL	31.6
VZ-6MU-M/C60H00	BayerRG8 / Mono8: 2357 BayerRG10 / Mono10: 2707
VZ-12MU-M/C23H00	33 ~ 89
VZ-12MU-M/C32H00	BayerRG8 / Mono8: 650 BayerRG12 / Mono12: 1260
VZ-12MU-M/C32H10	24 ~ 62
VZ-20MU-M19H00	BayerRG8 / Mono8: 800 BayerRG12 / Mono12: 1550
VZ-400U-M/C528H00	BPP8: 11.5 BPP10: 12.85 BPP12: 15.7
VZ-1600U-M/C227H00	Mono8 / BayerRG8: 13~17 Mono10 / BayerRG10: 20.6~28.5

표 8-2 노출 지연 (Exposure Delay)

8.3 기본 기능들

8.3.1 Gain

VZ USB 시리즈 카메라는 아날로그 Gain을 조정할 수 있습니다.

아날로그 Gain의 범위는 <5장 제품 사양>을 참조하십시오.

- 아날로그 Gain 이 변경되면 그림 8-35 과 같이 카메라의 응답 곡선이 변경됩니다. 가로 축은 카메라 센서의 출력 신호를 나타내고 세로 축은 출력 이미지의 회색 값을 나타냅니다.
- 센서 출력 신호의 진폭이 일정하게 유지되는 경우 Gain 을 높이면 응답 곡선이 더 가파르게 되어 이미지가 더 밝아집니다. Gain 이 6 dB 증가할 때마다 이미지의 회색 값이 두 배가 됩니다. 예를 들어, 카메라 Gain 이 0 dB이면 이미지 회색 값은 126 이고, Gain 이 6 dB로 증가하면 이미지 회색 값은 252 로 증가합니다. 따라서 Gain 을 늘리면 이미지 밝기를 높일 수 있습니다.
- 환경 밝기와 노출 시간이 일정하게 유지되는 경우 이미지 밝기를 높이는 또 다른 방법은 조화 테이블을 수정하여 카메라의 디지털 Gain 을 변경하는 것입니다. 자세한 사항은 <8.4.4 Lookup Table>을 참조하세요.



Note:

아날로그 Gain이나 디지털 Gain을 높이면 이미지 노이즈가 증폭됩니다.

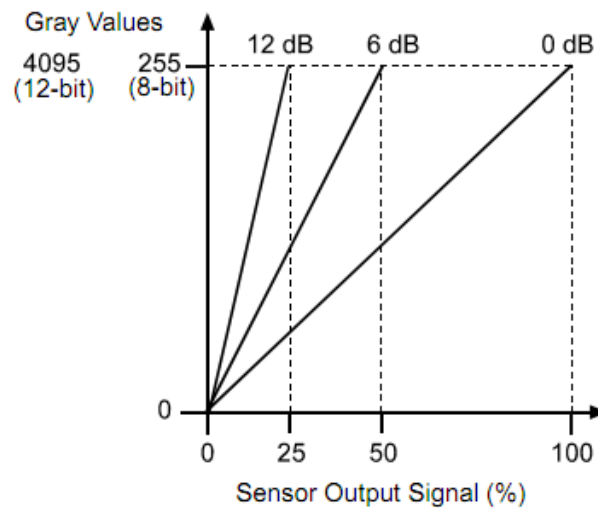


그림 8-35 카메라 반응 곡선

8.3.2 픽셀 형식(Pixel Format)

픽셀 형식을 설정하면 사용자가 출력 이미지의 형식을 선택할 수 있습니다. 사용 가능한 픽셀 형식은 카메라 모델과 카메라가 흑백인지 컬러인지 여부에 따라 다릅니다.

이미지 데이터는 왼쪽 상단부터 시작하며, 각 픽셀은 왼쪽에서 오른쪽으로, 위에서 아래로 각 픽셀 라인의 출력 밝기 값입니다.

Mono8

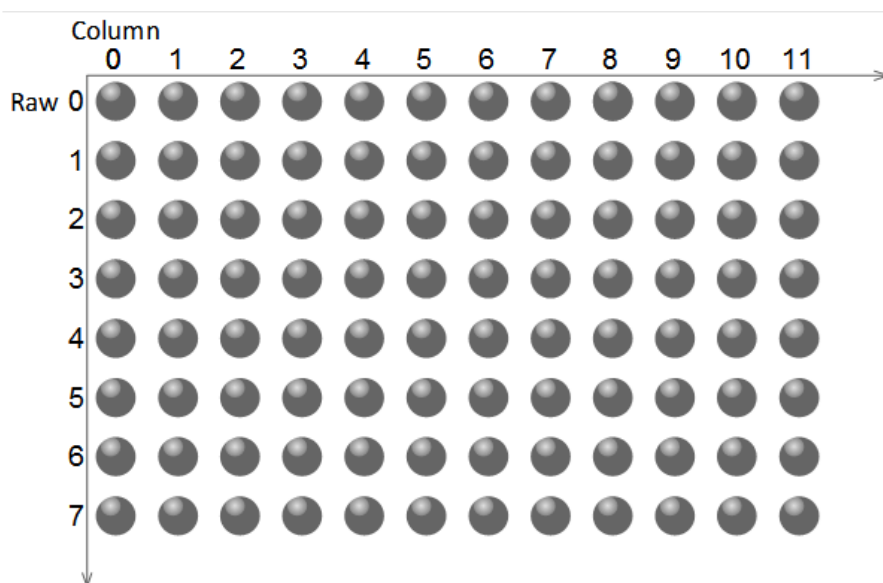


그림 8-36 Mono8 pixel format

픽셀 형식이 Mono8로 설정된 경우 각 픽셀의 밝기 값은 8 bit입니다. 메모리의 형식은 다음과 같습니다.

Y00	Y01	Y02	Y03	Y04	.....
Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	.....
.....					

그 중 Y00, Y01, Y02... 는 이미지의 첫 번째 행부터 시작하는 각 픽셀의 회색 값입니다. 그러면 이미지의 두 번째 행 픽셀의 회색 값은 Y10, Y11, Y12... 가 됩니다.

Mono10/Mono12

픽셀 형식이 Mono10 또는 Mono12로 설정된 경우 각 픽셀은 16 bit입니다.

Mono10을 선택하면 유효 데이터는 10 bit에 불과하며 사용되지 않은 6개의 최상위 bit는 0으로 채워집니다.

Mono12를 선택하면 유효 데이터는 12 bit만 되며 MSB 16 bit 데이터 중 4개가 0으로 설정됩니다. 각 픽셀의 밝기 값은 Little-endian 모드로 배열된 2 byte를 포함합니다. 형식은 다음과 같습니다.

Y00	Y01	Y02	Y03	Y04	.....
Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	.....
.....					

그 중 Y00, Y01, Y02... 는 이미지의 첫 번째 행부터 시작하는 각 픽셀의 회색 값입니다. 각 픽셀의 첫 번째 바이트는 낮은 8 bit 밝기이고, 각 픽셀의 두 번째 바이트는 높은 8 bit 밝기입니다.

BayerRG8

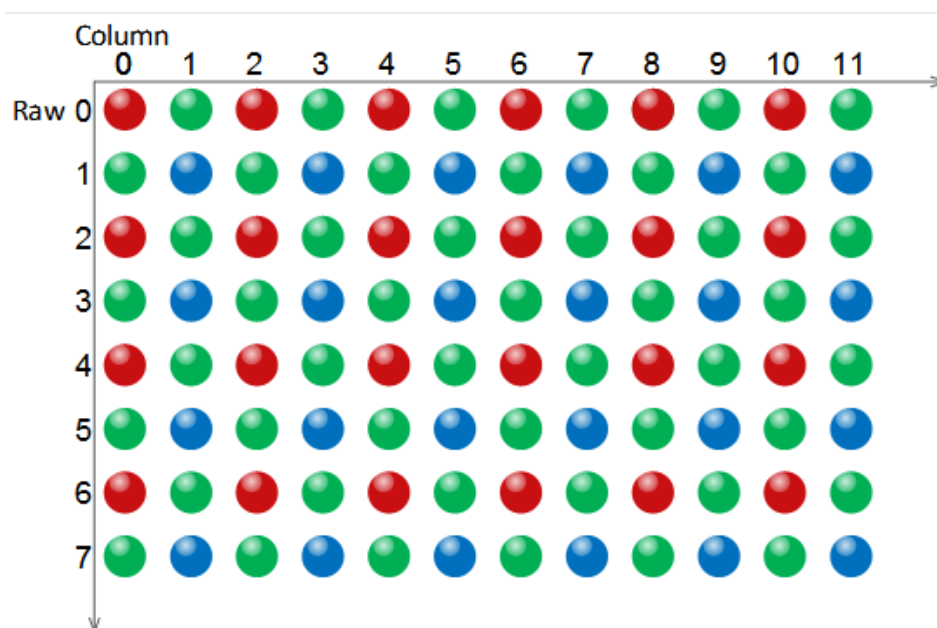


그림 8-37 BayerRG8 pixel format

픽셀 형식이 BayerRG8로 설정된 경우 카메라 출력 이미지의 각 픽셀 값은 8 bit입니다. 위치 차이에 따라 빨간색, 녹색, 파란색의 세 가지 구성 요소가 각각 표시됩니다. 메모리의 형식은 다음과 같습니다.

R00	G01	R02	G03	R04	.....
G10	B11	G12	B13	G14	.....
.....					

여기서 R00은 첫 번째 행의 첫 번째 픽셀 값(빨간색 구성 요소)이고, G01은 두 번째 픽셀 값(녹색 구성 요소)을 나타내는 식으로 첫 번째 행의 픽셀 값이 배열됩니다.

G10은 두 번째 행의 첫 번째 픽셀 값(녹색 구성 요소의 경우), B11은 두 번째 픽셀 값(파란색 구성 요소의 경우) 등으로 두 번째 행의 픽셀 값이 배열됩니다.

BayerRG10/BayerRG12

픽셀 형식이 BayerRG10 또는 BayerRG12로 설정된 경우 카메라 출력 이미지의 각 픽셀 값은 16 bit입니다. 위치 차이에 따라 빨간색, 녹색, 파란색의 세 가지 구성 요소가 각각 표시됩니다. 메모리의 형식은 다음과 같습니다.

R00	G01	R02	G03	R04	.....
G10	B11	G12	B13	G14	.....
.....					

각 픽셀은 BayerRG8과 동일하지만 차이점은 각 픽셀이 2 byte로 구성된다는 것입니다. 첫 번째 바이트는 픽셀 값의 하위 8 bit이고 두 번째 바이트는 픽셀 값의 상위 8 bit입니다.

BayerGR8

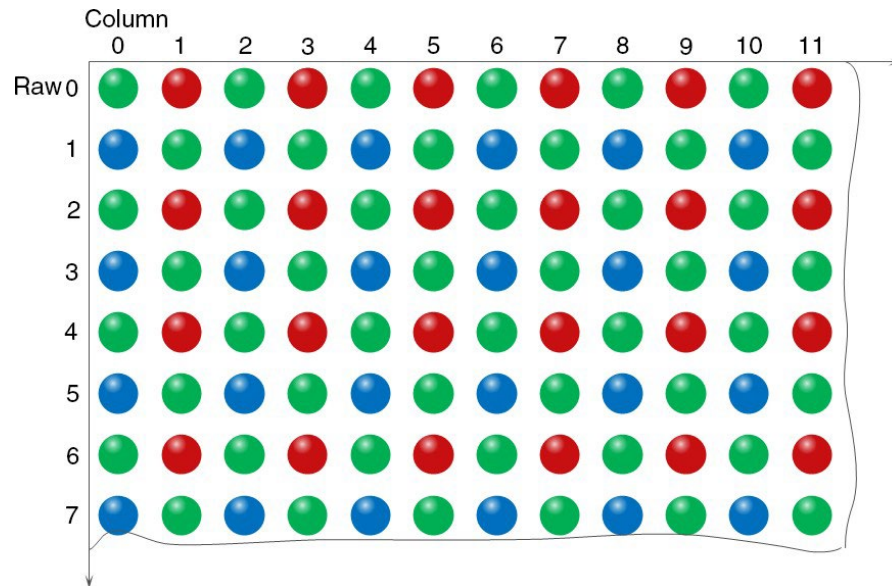


그림 8-38 BayerGR8 pixel format

픽셀 형식이 BayerGR8로 설정된 경우 카메라 출력 이미지의 각 픽셀 값은 8비트입니다. 위치 차이에 따라 빨간색, 녹색, 파란색의 세 가지 구성 요소가 각각 표시됩니다. 메모리의 형식은 다음과 같습니다:

G00	R01	G02	R03	G04	.....
B10	G11	B12	G13	B14	.....
.....					

여기서 G00은 첫 번째 행의 첫 번째 픽셀 값(녹색 구성 요소의 경우)이고 B01은 두 번째 픽셀 값(빨간색 구성 요소의 경우)을 나타내는 식으로 첫 번째 행의 픽셀 값이 배열됩니다. R10은 두 번째 행의 첫 번째 픽셀 값(파란색 구성 요소의 경우)이고 G11은 두 번째 픽셀 값(녹색 구성 요소의 경우) 등이며 두 번째 행의 픽셀 값이 배열됩니다.

Bayer GR10 / Bayer GR12

픽셀 형식이 BayerGR10 또는 BayerGR12로 설정된 경우 카메라 출력 이미지의 각 픽셀 값은 16비트입니다. 위치 차이에 따라 빨간색, 녹색, 파란색의 세 가지 구성 요소가 각각 표시됩니다. 메모리의 형식은 다음과 같습니다:

G00	R01	G02	R03	G04	.....
B10	G11	B12	G13	B14	.....
.....					

각 픽셀은 BayerRG8과 동일하지만 차이점은 각 픽셀이 2바이트로 구성된다는 것입니다. 첫 번째 바이트는 픽셀 값의 하위 8비트이고 두 번째 바이트는 픽셀 값의 상위 8비트입니다.

Bayer GB8

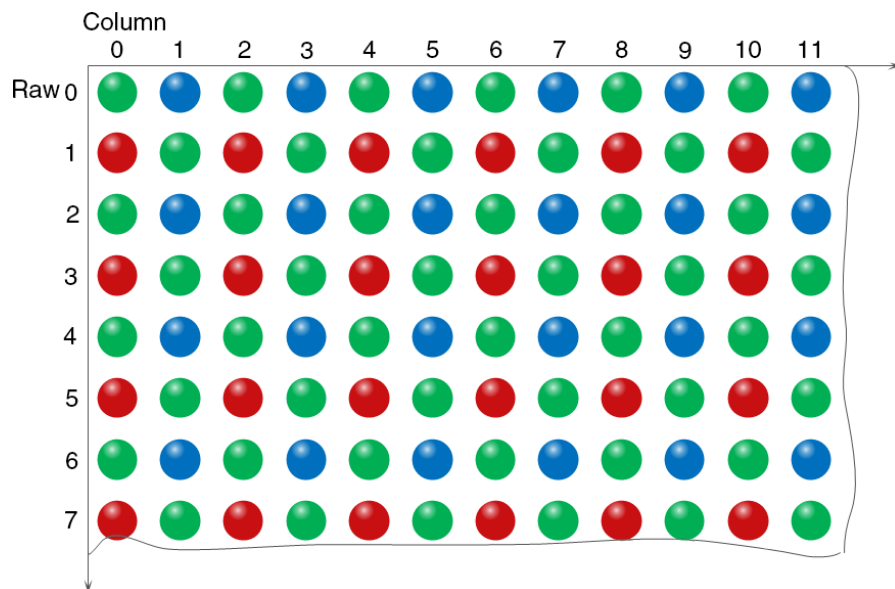


그림 8-39 BayerGR8 pixel format

픽셀 형식이 BayerGB8로 설정된 경우 카메라 출력 이미지의 각 픽셀 값은 8비트입니다. 위치 차이에 따라 빨간색, 녹색, 파란색의 세 가지 구성 요소가 각각 표시됩니다. 메모리의 형식은 다음과 같습니다.

G00	B01	G02	B03	G04	.....
R10	G11	R12	G13	R14	.....
.....					

여기서 G00은 첫 번째 행의 첫 번째 픽셀 값(녹색 구성 요소의 경우)이고 B01은 두 번째 픽셀 값(파란색 구성 요소의 경우)을 나타내는 식으로 첫 번째 행의 픽셀 값이 배열됩니다. R10은 두 번째 행의 첫 번째 픽셀 값(빨간색 구성 요소의 경우)이고 G11은 두 번째 픽셀 값(녹색 구성 요소의 경우) 등이며 두 번째 행의 픽셀 값이 배열됩니다.

BayerGB10/BayerGB12

픽셀 형식이 BayerGB10 또는 BayerGB12로 설정된 경우 카메라 출력 이미지의 각 픽셀 값은 16비트입니다. 위치 차이에 따라 빨간색, 녹색, 파란색의 세 가지 구성 요소가 각각 표시됩니다. 메모리의 형식은 다음과 같습니다.

G00	B01	G02	B03	G04	.....
R10	G11	R12	G13	R14	.....
.....					

각 픽셀은 BayerGB8과 동일하지만 차이점은 각 픽셀이 2바이트로 구성된다는 것입니다. 첫 번째 바이트는 픽셀 값의 하위 8비트이고 두 번째 바이트는 픽셀 값의 상위 8비트입니다.

8.3.3 ROI

이미지의 ROI를 설정하여 카메라는 이미지의 특정 영역을 전송할 수 있으며, 출력 영역의 파라미터에는 출력 이미지의 OffsetX, OffsetY, 너비 및 높이가 포함됩니다. 카메라는 센서가 지정한 영역의 이미지 데이터만 메모리로 읽어와서 호스트로 전송하며, 다른 영역의 센서 이미지는 폐기됩니다.

기본적으로 카메라의 이미지 ROI는 센서의 전체 해상도 영역입니다. OffsetX, OffsetY, 너비와 높이를 변경하여 이미지 ROI의 위치와 크기를 변경할 수 있습니다. OffsetX는 ROI의 시작 열을 나타내고 OffsetY는 ROI의 시작 행을 나타냅니다. 그 중 OffsetX 단계와 너비는 카메라마다 다르며 OffsetY 단계와 높이는 2입니다.

영상의 ROI 좌표는 0번째 라인과 0번째 열을 센서의 왼쪽 상단을 원점으로 정의합니다. 그림과 같이 ROI의 OffsetX는 4, OffsetY는 4, 높이는 8, 너비는 12입니다.

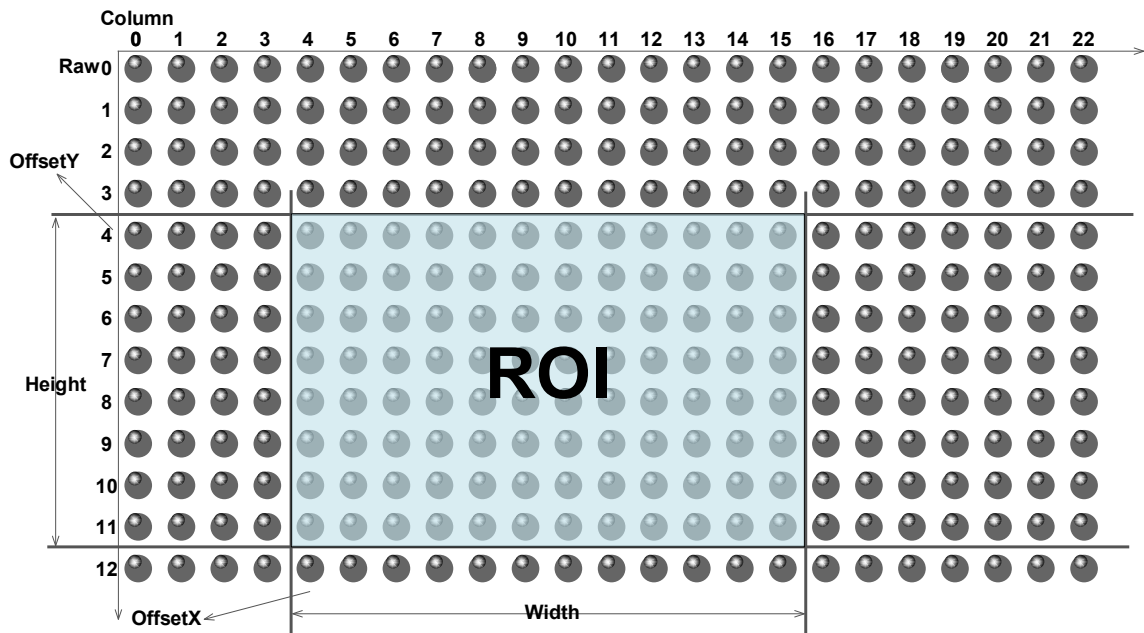


그림 8-40 Mono8

ROI 높이를 줄이면 카메라의 최대 프레임 속도가 높아집니다. 획득 프레임 속도에 대한 구체적인 효과는 <8.5.1 프레임 속도 계산>을 참고하십시오.

8.3.4 자동 노출(Auto Exposure)과 자동 Gain(Auto Gain)

자동 노출/Gain의 ROI 설정

Auto Exposure 및 Auto Gain의 경우 센서 배열의 일부를 지정할 수 있으며 지정된 부분의 픽셀 데이터만 자동 기능 제어에 사용됩니다.

AAROI는 다음과 같이 정의됩니다.

- AAROIOffsetX: X 축 방향의 오프셋
- AAROIOffsetY: Y 축 방향의 오프셋
- AAROIWidth: ROI의 너비
- AAROIHeight: ROI의 높이

오프셋은 이미지의 왼쪽 상단 모서리를 기준으로 하는 오프셋 값입니다. AAROIOffsetX 및 AAROIWidth 단계는 4입니다. AAROIOffsetY 및 AAROIHeight 단계는 2입니다. AAROI 설정은 현재 이미지의 크기에 따라 달라지며 현재 이미지의 범위를 초과할 수 없습니다. 즉, 너비와 높이가 사용자가 캡처한 이미지에 대한 파라미터라고 가정하면 AAROI 설정은 조건 1을 충족해야 합니다.

- $\text{AAROIWidth} + \text{AAROIOffsetX} \leq \text{폭}$
- $\text{AAROIHeight} + \text{AAROIOffsetY} \leq \text{높이}$

조건 1이 충족되지 않으면 사용자는 ROI를 설정할 수 없습니다.

ROI의 기본값은 전체 이미지이며 필요에 따라 ROI를 설정할 수 있습니다. AAROIWidth의 최소값은 16으로 설정할 수 있으며 최대값은 현재 이미지 너비와 같습니다. AAROIHeight의 최소값은 16으로 설정할 수 있으며 최대값은 현재 이미지 높이와 동일하며 모두 조건1을 충족해야 합니다.

예를 들어 현재 이미지 너비는 1024이고 높이는 1000이며 ROI 설정은 다음과 같습니다.

- AROIOffsetX=100
- AROIOffsetY=50
- AAROI 폭=640
- ROI 신장=480

ROI와 이미지의 상대적 위치는 그림 8-41에 나와 있습니다.

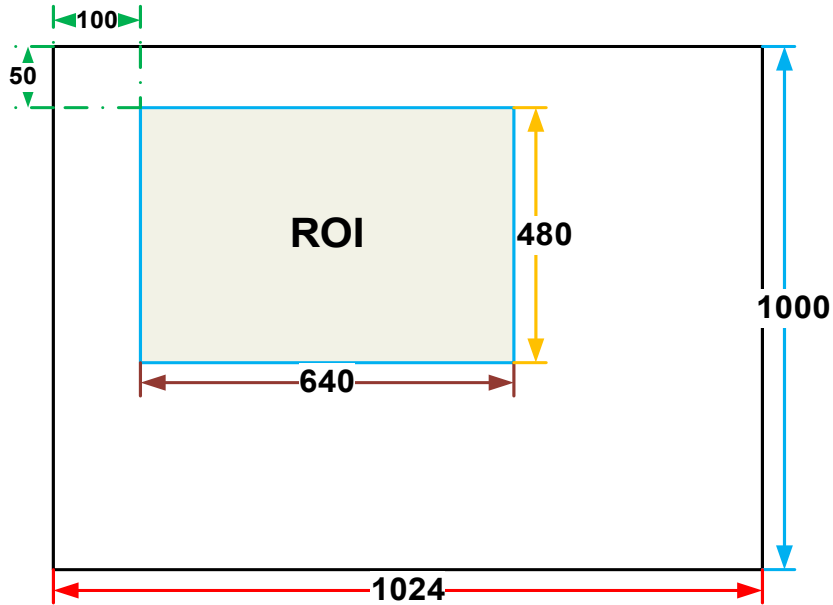


그림 8-41 ROI와 현재 이미지 사이의 상대 위치에 대한 예시

자동 Gain(Auto Gain)

자동 Gain은 카메라의 이득을 자동으로 조정하여 AAROI의 평균 회색 값이 예상 회색 값에 도달하도록 할 수 있습니다. 자동 Gain은 "1회(Once)" 및 "연속(Continuous)" 모드로 제어할 수 있습니다.

"Once" 모드를 사용하는 경우 카메라는 AAROI의 이미지 데이터를 예상 회색 값으로 한 번 조정하고 다음 자동 Gain 기능을 끕니다. "Continuous" 모드를 사용하는 경우 카메라는 AAROI의 데이터에 따라 Gain 값을 지속적으로 조정하여 AAROI의 데이터가 예상 회색 레벨에 가깝게 유지됩니다.

예상되는 회색 값은 사용자가 설정하며 이는 데이터 비트 심도와 관련됩니다. 8 bit 픽셀 데이터의 경우 예상되는 회색 값 범위는 0~255이고, 10 bit 픽셀 데이터의 경우 예상되는 회색 값 범위는 0~1023이며, 12 bit 픽셀 데이터의 경우 예상되는 회색 값 범위는 0~4095입니다. 카메라는 사용자가 설정한 [최소 Gain 값, 최대 Gain 값] 범위 내에서 Gain 값을 조정합니다.

자동 Gain 기능은 자동 노출과 동시에 사용할 수 있습니다. 대상 회색이 어두운 색에서 밝은 색으로 변경되면 자동 노출 조정이 자동 Gain 조정보다 우선합니다. 반대로 대상 회색이 밝은 색에서 어두운 색으로 변경되면 자동 Gain 조정이 자동 노출 조정보다 먼저 수행됩니다.

자동 노출(Auto Exposure)

자동 노출은 카메라의 노출 시간을 자동으로 조정하여 AAROI의 평균 회색 값이 예상 회색 값에 도달할 수 있도록 합니다. 자동 노출은 "1회(Once)" 및 "연속(Continuous)" 모드로 제어할 수 있습니다.

"Once" 모드를 사용하면 카메라는 AAROI의 이미지 데이터를 예상 회색 값으로 한 번 조정한다음 자동 노출 기능을 닫습니다. "Continuous" 모드를 사용하는 경우 카메라는 AAROI 데이터에 따라 노출 시간을 지속적으로 조정하여 ROI의 데이터가 예상 회색 레벨에 가깝게 유지됩니다.

예상되는 회색 값은 사용자가 설정하며 이는 데이터 비트 깊이와 관련됩니다. 8 bit 픽셀 데이터의 경우 예상되는 회색 값 범위는 0-255이고, 12 bit 픽셀 데이터의 경우 예상되는 회색 값 범위는 0-4095입니다.

카메라는 사용자가 설정한 [최소 노출 시간, 최대 노출 시간] 범위 내에서 노출 시간을 조정합니다.

자동 노출 기능은 자동 Gain과 동시에 사용할 수 있습니다. 대상 회색이 어두운 색에서 밝은 색으로 변경되면 자동 노출 조정이 자동 Gain 조정보다 우선합니다. 반대로 대상 회색이 밝은 색에서 어두운 색으로 변경되면 자동 Gain 조정이 자동 노출 조정보다 먼저 수행됩니다.

8.3.5 자동 화이트 밸런스(Auto White Balance)

VZ USB 시리즈 카메라는 자동 화이트 밸런스 기능을 지원하며, "Once" 모드와 "Continuous" 모드를 지원합니다.

자동 화이트 밸런스(Auto White Balance) ROI

자동 화이트 밸런스 기능은 AWBROI의 이미지 데이터를 사용하여 화이트 밸런스 비율을 계산한 다음 밸런스 비율을 사용하여 이미지의 구성 요소를 조정합니다.

ROI는 다음과 같이 정의됩니다.

- AWBROIOffsetX: X축 방향의 오프셋.
- AWBROIOffsetY: Y축 방향의 오프셋.
- AWBROIWidth: ROI의 너비.
- AWBROIHeight: ROI의 높이.

오프셋은 이미지의 왼쪽 상단 모서리를 기준으로 하는 오프셋 값입니다. AWBROIOffsetX 및 AWBROIWidth의 단계가 4인 경우 AWBROIOffsetY 및 AWBROIHeight의 단계는 2입니다. ROI 설정은 현재 이미지 크기에 따라 다르며 현재 이미지 범위를 초과할 수 없습니다. 현재 이미지 너비가 Width, 이미지 높이가 Height라고 가정하면 ROI 설정은 다음 조건 2를 충족해야 합니다.

- $AWBROIWidth + AWBROIOffsetX \leq \text{폭}$
- $AWBROIHeight + AWBROIOffsetY \leq \text{높이}$

이 조건들이 충족되지 않으면 사용자는 ROI를 설정할 수 없습니다.

ROI의 기본값은 전체 이미지이며, 필요에 따라 "흰색 점" 영역(ROI)을 설정할 수 있습니다. AWBROIWidth의 최소값을 16으로 설정할 수 있으며 최대값은 현재 이미지 너비와 같습니다. 설정할 수 있는 AWBROIHeight의 최소값은 16이고, 최대값은 현재 이미지 높이와 동일하며 모두 조건 2를 충족해야 합니다.

현재 이미지 너비가 1024이고 높이가 1000이라고 가정하면 "흰색 점" 영역 ROI 설정은 다음과 같습니다.

- AWBROI오프셋X=100
- AWBROI오프셋Y=50
- AWBROI폭=640
- AWBROI신장=480

ROI와 이미지의 상대적인 위치는 그림 8-42에 나와 있습니다.

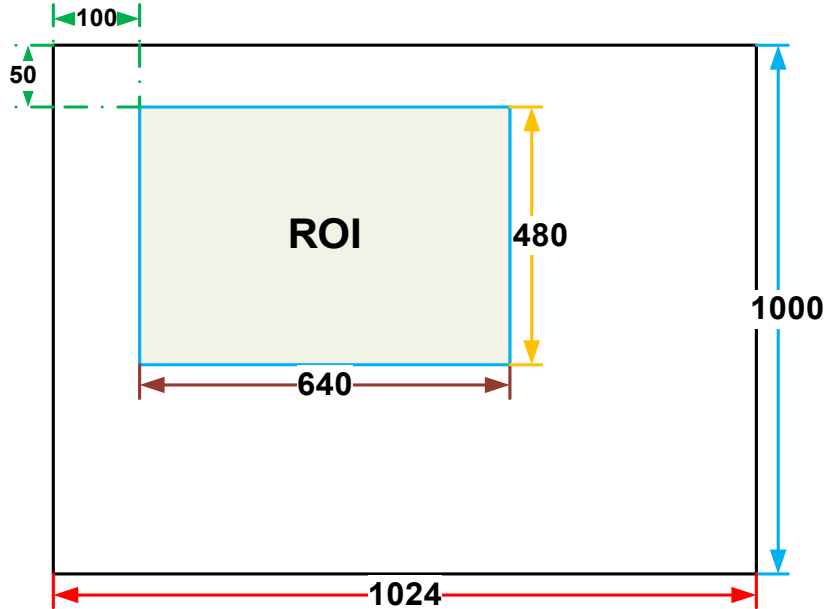


그림 8-42 ROI와 현재 이미지 사이의 상대 위치에 대한 예

자동 화이트 밸런스(Auto White Balance) 적용

자동 화이트 밸런스 기능은 ROI의 데이터를 기반으로 화이트 밸런스 계수를 계산한 다음, 이 계수를 사용하여 이미지의 구성 요소의 조정을 통해 ROI에서 R/G/B 구성 요소를 동일하게 만듭니다. 자동 화이트 밸런스 기능은 컬러 센서에서만 사용할 수 있습니다.

자동 화이트 밸런스는 "Once" 또는 "Continuous" 모드로 설정할 수 있습니다. "Once" 모드를 사용하면 카메라는 화이트 밸런스 비율을 한 번만 조정하고, "Continuous" 모드를 사용하면 카메라는 AWBROI의 데이터를 기반으로 화이트 밸런스 비율을 연속적으로 조정합니다.

자동 화이트 밸런스 기능으로 색온도를 선택할 수도 있습니다. 선택 항목의 색온도가 "적응형"인 경우 ROI의 데이터는 항상 빨간색, 녹색 및 파란색을 동일하게 조정합니다. 특정 색온도를 선택하면 카메라는 광원에 따라 요소를 조정하여 ROI의 색상이 광원의 색상과 동일하게 됩니다. 즉, 색온도가 높으면 차갑고, 색온도가 낮으면 따뜻합니다.

8.3.6 테스트 패턴

VZ USB 시리즈 카메라는 Gray Gradient 테스트 이미지, Static Diagonal Gray Gradient 테스트 이미지, Moving Diagonal Gray Gradient 이미지의 세 가지 테스트 이미지를 지원합니다. 카메라가 RAW10 모드로 캡처할 때 테스트 이미지의 회색 값은 다음과 같습니다. RAW8 모드의 픽셀 회색 값에 4를 곱하여 RAW10 모드의 픽셀 회색 값을 출력합니다. 다음 세 가지 테스트 이미지는 RAW8 모드에서 설명됩니다.

GrayFrameRampMoving

회색 그라데이션 테스트 이미지에서 모든 픽셀의 회색 값은 프레임에서 동일합니다. 인접한 프레임에서 다음 프레임의 회색 값은 이전 프레임에 비해 1씩 증가하여 255가 될 때까지 증가한 후, 다음 프레임의 회색 값은 0으로 돌아갑니다. 그림 8-43에는 단일 프레임의 인쇄 화면이 나와 있습니다.



그림 8-43 Gray gradient 테스트 이미지

SlantLineMoving

이동 대각선 회색 그라데이션 테스트 이미지에서 각 프레임의 인접한 행의 첫 번째 픽셀 값은 마지막 행까지 1씩 증가합니다. 픽셀 회색 값이 255로 증가하면 다음 픽셀 회색 값은 0으로 돌아갑니다. 인접한 열의 첫 번째 픽셀 회색 값은 마지막 열까지 1씩 증가합니다. 픽셀 회색 값이 255로 증가하면 다음 픽셀 회색 값은 0으로 돌아갑니다.

이동 대각선 회색 그라데이션 테스트 이미지에서 인접 프레임에서는 다음 프레임의 첫 번째 픽셀 회색 값이 이전 프레임에 비해 1만큼 증가합니다. 따라서 동적 이미지에서는 이미지가 왼쪽으로 스크롤됩니다. 움직이는 대각선 회색 그라데이션 테스트 이미지의 인쇄 화면이 그림 8-44에 나와 있습니다.

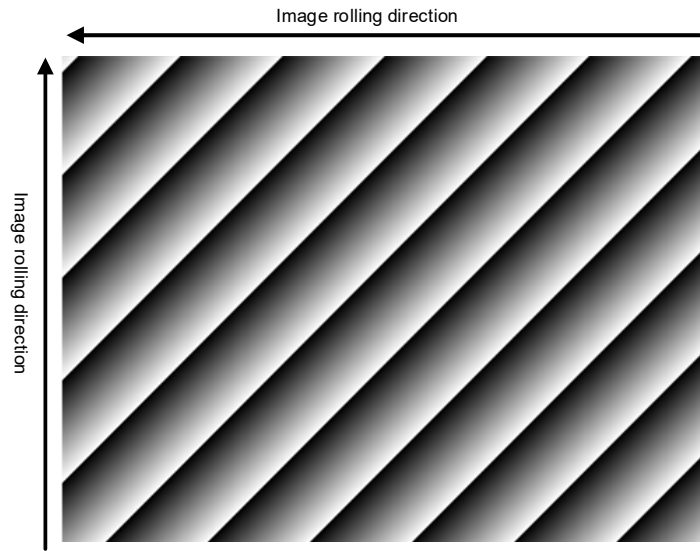


그림 8-44 Moving diagonal gray gradient 테스트 이미지

SlantLine

정적 대각선 회색 그라데이션 테스트 이미지에서 첫 번째 픽셀 회색 값은 0이고, 인접한 행의 첫 번째 픽셀 회색 값은 마지막 행까지 1씩 증가합니다. 픽셀 회색 값이 255로 증가하면 다음 픽셀 회색 값은 0으로 돌아갑니다. 인접한 열의 첫 번째 픽셀 회색 값은 마지막 열까지 1씩 증가합니다. 픽셀 회색 값이 255로 증가하면 다음 픽셀 회색 값은 0으로 돌아갑니다.

움직이는 대각선 회색 그라디언트 테스트 이미지와 비교하여, 정적 대각선 회색 그라디언트 테스트 이미지의 인접 이미지에서는 동일한 위치의 회색 값이 변경되지 않은 상태로 유지됩니다. 그림 8-45에는 정적 대각선 회색 그라데이션 테스트 이미지의 인쇄 화면이 나와 있습니다.



그림 8-45 Static diagonal gray gradient 테스트 이미지

8.3.7 User Set Control

카메라의 다양한 파라미터를 설정함으로써 카메라는 다양한 환경에서 최고의 성능을 발휘할 수 있습니다. 파라미터를 설정하는 방법에는 두 가지가 있습니다. 하나는 파라미터를 수동으로 수정하는 것이고, 다른 하나는 파라미터 세트를 로드하는 것입니다. 사용자가 카메라를 열 때마다 파라미터를 설정하지 않고 특정 파라미터를 저장하기 위해 VZ USB 시리즈 카메라는 파라미터 세트 저장 기능을 제공합니다. 카메라에 필요한 제어 파라미터, 현재 유효한 구성 파라미터, 공급업체 기본 구성 파라미터(Default), 사용자 구성 파라미터 (UserSet) 등 세 가지 유형의 구성 파라미터를 사용할 수 있습니다.

파라미터 저장 (UserSetSave), 파라미터 로드 (UserSetLoad), 시작 파라미터 세트 설정 (UserSetDefault)을 포함하여 구성 파라미터에 대해 세 가지 작업을 수행할 수 있습니다. UserSetSave는 사용자가 설정한 사용자 구성 파라미터 세트에 유효한 구성 파라미터를 저장하는 것입니다. UserSetLoad는 벤더 기본 구성 파라미터(Default) 또는 사용자 구성 파라미터 (UserSet)를 현재 유효한 구성 파라미터에 로드하는 것입니다. UserSetDefault는 카메라가 재설정되거나 전원이 켜질 때 자동으로 효과적인 구성 파라미터에 로드될 파라미터 세트를 사용자가 지정할 수 있다는 것을 의미합니다. 그리고 카메라는 이 파라미터 세트 하에서 작동할 수 있습니다. 이 파라미터 세트는 공급업체 기본 구성 파라미터 또는 사용자 구성 파라미터일 수 있습니다.

구성 파라미터들의 유형

구성 파라미터 유형에는 현재 유효 구성 파라미터, 공급업체 기본 구성 파라미터, 사용자 구성 파라미터가 포함됩니다.

현재 유효 구성 파라미터: 카메라에서 사용되는 현재 제어 파라미터를 나타냅니다. API 기능이나 데모 프로그램을 사용하여 카메라의 현재 제어 파라미터를 수정하는 것은 효과적인 구성 파라미터를 수정하는 것입니다. 유효 파라미터는 카메라의 휘발성 메모리에 저장되므로 카메라를 재설정하거나 전원을 다시 켜면 유효 구성 파라미터가 손실됩니다.

공급업체 기본 구성 파라미터(기본값): 카메라가 공장에서 출고되기 전에 카메라 제조업체는 카메라를 테스트하여 카메라 성능을 평가하고 카메라의 구성 파라미터를 최적화합니다. 제조업체의 기본 구성 파라미터는 특정 환경에서 제조업체가 최적화한 카메라 구성 파라미터며, 이러한 파라미터는 저장됩니다.

구성 파라미터들의 작동

구성 파라미터에 대한 작업에는 파라미터 저장, 파라미터 로드 및 UserSetDefault 설정의 세 가지 유형이 포함됩니다.

파라미터 저장 (UserSetSave):

현재 유효한 구성 파라미터를 사용자 구성 파라미터에 저장합니다. 저장 단계는 다음과 같습니다.

1. 카메라가 사용자의 요구 사항에 맞게 실행될 때까지 카메라의 구성 파라미터를 수정합니다.
2. UserSetSelector를 사용하여 UserSet0을 선택합니다. UserSetSave 명령을 실행합니다.

사용자 파라미터 세트에 저장되는 카메라의 구성 파라미터는 다음과 같습니다.

- Gain
- ExposureTime
- TransferControlMode
- OffsetX, OffsetY, ImageWidth, ImageHeight
- EventNotification
- TriggerMode, TriggerSource, TriggerPolarity, TriggerDelay
- TriggerFilterRaisingEdge, TriggerFilterFallingEdge
- LineMode, LineInverter, LineSource, UserOutputValue
- ChunkModeActive
- TestPattern
- ExpectedGrayValue
- ExposureAuto, AutoExposureTimeMax, AutoExposureTimeMin
- GainAuto, AutoGainMax, AutoGainMin
- AAROIOffsetX, AAROIOffsetY, AAROIWidth, AAROIHeight
- BalanceWhiteAuto, AWBLampHouse
- AWBROIOffsetX, AWBROIOffsetY, AWBROIWidth, AWBROIHeight
- BalanceRatio(R/G/B)
- LUT

파라미터 로드 (UserSetLoad):

공급업체 기본 구성 파라미터 또는 사용자 구성 파라미터를 효과적인 구성 파라미터에 로드합니다. 이 작업이 수행된 후 유효 구성 파라미터는 사용자가 선택한 로드된 파라미터에 포함되며 새로운 유효 구성 파라미터가 생성됩니다. 작업 단계는 다음과 같습니다.

1. UserSetSelector를 사용하여 Default 또는 UserSet0을 선택합니다.
2. UserSetSelector에 의해 지정된 사용자 세트를 장치에 로드하고 활성화하려면 UserSetLoad 명령을 실행하십시오.

시작 파라미터 세트 변경 (UserSetDefault):

사용자는 UserSetDefault를 사용하여 UserSetDefault로 Default 또는 UserSet0을 선택할 수 있습니다. 카메라를 재설정하거나 전원을 다시 켜면 UserSetDefault의 파라미터가 유효한 구성 파라미터로 로드됩니다.

8.3.8 Device User ID

VZ USB 시리즈 카메라는 프로그래밍이 가능한 장치 사용자 ID 기능을 제공하며, 사용자는 카메라의 고유 ID를 설정하여 카메라를 열고 제어할 수 있습니다.

사용자 정의 이름은 최대 길이가 16byte인 문자열이며, 다음 방법으로 설정할 수 있습니다.

1. 뷰어 프로그램을 통해 설정합니다. (VZViewer)
2. 소프트웨어 인터페이스를 호출하여 설정합니다. 자세한 내용은 프로그래머 가이드를 참조하십시오.



Note:

멀티 카메라를 동시에 사용하는 경우 각 카메라의 사용자 정의 이름이 고유한지 확인해야 합니다. 그렇지 않으면 카메라를 열 때 예외가 발생합니다.

8.3.9 타임스탬프 (Timestamp)

타임스탬프 기능은 카메라의 내부 장치 시계에서 생성된 틱 수를 계산합니다. 카메라의 전원을 켜자마자 시계 틱이 생성되고 계산되기 시작합니다. 카메라 전원을 껐다가 다시 켤 때마다 카운터는 0으로 재설정됩니다. 카메라 기능 중 일부는 이벤트와 같은 타임스탬프 값을 사용하며, 타임스탬프는 일부 카메라 작업에 소비된 시간을 테스트하는 데 사용될 수 있습니다.

타임스탬프의 단위는 'ns' 입니다.

8.3.10 Binning

Binning의 특징은 센서 내 서로 인접한 여러 픽셀을 하나의 값으로 결합하고, 여러 픽셀의 평균값을 처리하거나 여러 픽셀 값을 합산하는 것인데, 이를 통해 신호 대 잡음비나 빛에 대한 카메라의 응답성을 높일 수 있습니다.

How Binning Works

컬러 카메라에서 카메라는 동일한 색상의 인접한 픽셀의 픽셀 값을 결합 (합계 또는 평균)합니다.

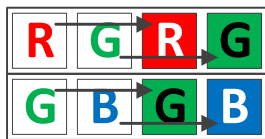


그림 8-46 Horizontal color Binning (2배)

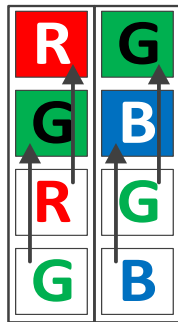


그림 8-47 Vertical color Binning (2배)

수평 Binning Factor와 수직 Binning Factor를 모두 2로 설정한 경우 카메라는 인접한 동일한 색상의 4개 Sub-Pixel을 해당 위치에 따라 결합하여 결합된 픽셀 값을 하나의 Sub-Pixel로 출력합니다.



그림 8-48 Horizontal and vertical color Binning (2×2)

흑백 카메라에서 카메라는 바로 인접한 픽셀의 픽셀 값을 결합 (합계 또는 평균)합니다.

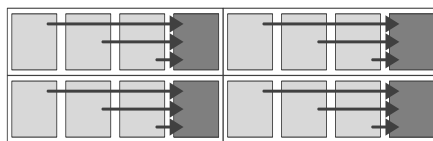


그림 8-49 Horizontal mono Binning (4배)

비닝 인수 (Binning Factors)

비닝에는 수평 비닝과 수직 비닝의 두 가지 유형을 사용할 수 있습니다. 비닝을 한 방향 또는 두 방향으로 설정할 수 있습니다.

수평 비닝은 인접한 행의 픽셀을 처리하는 것입니다.

수직 비닝은 인접한 열의 픽셀을 처리하는 것입니다.

- 비닝 인수 (binning factor) 1: 비닝을 비활성화합니다.
- 비닝 인수 (binning factor) 2, 4: 처리할 행 또는 열의 개수를 나타냅니다.

예를 들어 수평 비닝 인수 2는 수평 방향으로 비닝이 활성화되고, 인접한 두 행의 픽셀이 처리됨을 나타냅니다.

비닝 모드 (Binning Modes)

비닝 모드는 비닝이 활성화되었을 때 픽셀이 결합되는 방식을 정의합니다. 비닝 모드에는 Sum과 Average의 두 가지 유형을 사용할 수 있습니다.

- 합계 (Sum): 영향을 받은 픽셀의 값을 합산하여 하나의 픽셀로 출력합니다. 이렇게 하면 신호 대 잡음비가 향상되지만 빛에 대한 카메라의 반응도 높아집니다.
- 평균 (Average): 영향을 받은 픽셀의 값이 평균화됩니다. 이는 빛에 대한 카메라의 반응에 영향을 주지 않으면서 신호 대 잡음 비율을 크게 향상시킵니다.

비닝 사용 시 주의 사항

- ROI 설정에 미치는 영향:
비닝을 사용하면 이미지의 현재 ROI, 이미지의 최대 ROI, 자동 기능 ROI 및 자동 화이트 밸런스 ROI 값이 변경됩니다. 변경된 값은 원래 값(설정 전 값)을 비닝 인수로 나눈 값입니다. 예를 들어, 1200 x 960 센서가 있는 카메라를 사용한다고 가정합니다. 2x 수평 비닝 및 2 x 수직 비닝이 활성화됩니다. 이 경우 최대 ROI 너비는 600 이고 최대 ROI 높이는 480 입니다.
- 빛에 대한 반응 증가:
비닝 모드를 Sum 으로 설정한 상태에서 비닝을 사용하면 빛에 대한 카메라의 반응이 크게 향상될 수 있습니다. 픽셀 값을 합산하면 획득한 이미지가 노출 과다로 보일 수 있습니다. 이 경우 렌즈 조리개, 조명 강도, 카메라의 노출 시간 설정 또는 카메라의 Gain 설정을 줄일 수 있습니다.
- 가능한 이미지 왜곡:
비닝된 행과 열의 수가 동일한 경우에만 개체가 이미지에서 왜곡되지 않은 상태로 나타납니다. 다른 모든 조합을 사용하면 개체가 왜곡되어 나타납니다. 예를 들어 2x 수직 비닝과 4x 수평 비닝을 결합하면 대상 개체가 찌그러진 것처럼 보입니다.
- Decimation 과 상호 배타적:
비닝과 Decimation 은 같은 방향으로 동시에 사용할 수 없습니다. 수평 비닝 값을 1 이외의 값으로 설정하면 수평 Decimation 기능을 사용할 수 없습니다. 수직 비닝 값을 1 이외의 값으로 설정하면 수직 Decimation 기능을 사용할 수 없습니다.

8.3.11 Decimation

Decimation은 카메라에서 전송되는 센서 픽셀 열 또는 행의 수를 줄여 전송해야 하는 데이터의 양과 대역폭 사용량을 줄일 수 있습니다.

Vertical Decimation 작동 방식

모노 카메라에서 수직(Vertical) Decimation 인수를 n 으로 지정하면 카메라는 n 번째 행만 전송합니다. 예를 들어 수직 Decimation 인수를 2로 지정하면 카메라는 행 1을 건너뛰고, 행 2를 전송하고, 행 3을 건너뛰는 식으로 진행됩니다.

컬러 카메라에서 수직 Decimation 인수를 n 으로 지정하면 카메라는 n 번째 행마다 (각 1쌍) 전송합니다. 예를 들어 수직 Decimation 인수를 2로 지정하면 카메라는 행 1과 2를 건너뛰고, 행 3과 4를 전송하고, 행 5와 6을 건너뛰는 식으로 진행됩니다.

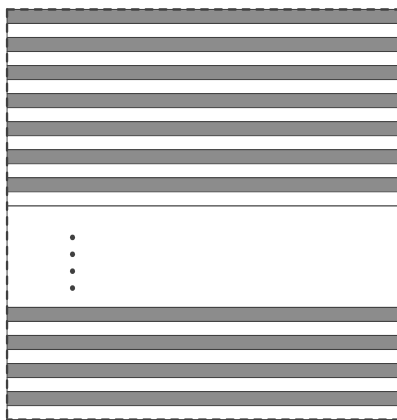


그림 8-50 모노 카메라 vertical decimation

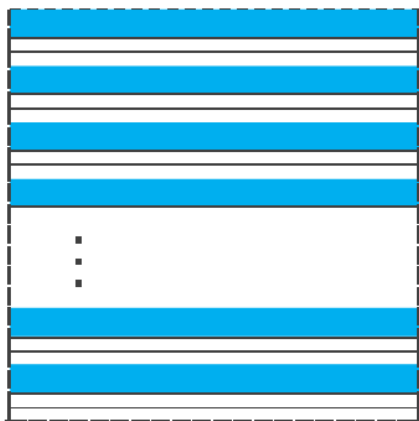


그림 8-51 컬러 카메라 vertical decimation

결과적으로 이미지 높이가 줄어듭니다. 예를 들어 수직 Decimation을 2만큼 활성화하면 이미지 높이가 절반으로 줄어듭니다. 카메라는 이미지 ROI 설정을 자동으로 조정합니다.

수직 Decimation은 카메라의 프레임 속도를 크게 증가시킵니다. 자세한 내용은 9.2장을 참고하십시오.

Horizontal Decimation 작동 방식

모노 카메라에서 수평(Horizontal) Decimation 인수를 n 으로 지정하면 카메라는 n 번째 열마다 전송합니다. 예를 들어, 수평 Decimation 인수를 2로 설정하면 카메라는 열 1을 건너뛰고, 열 2를 전송하고, 열 3을 건너뛰는 식으로 진행됩니다.

컬러 카메라에서 수평 Decimation 인수를 n 으로 지정하면 카메라는 n 번째 열만 1쌍 단위로 전송합니다. 예를 들어 수평 Decimation 인수를 2로 지정하면 카메라는 열 1과 2를 건너뛰고, 열 3과 4를 전송하고, 열 5와 6을 건너뛰는 식으로 진행됩니다.

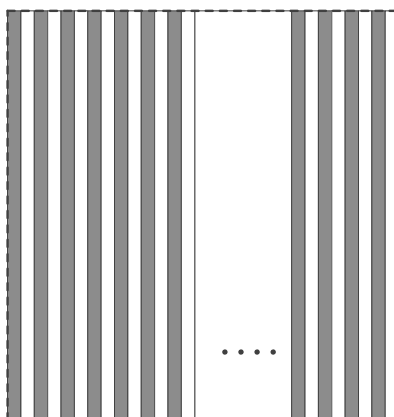


그림 8-52 모노 카메라 horizontal Decimation

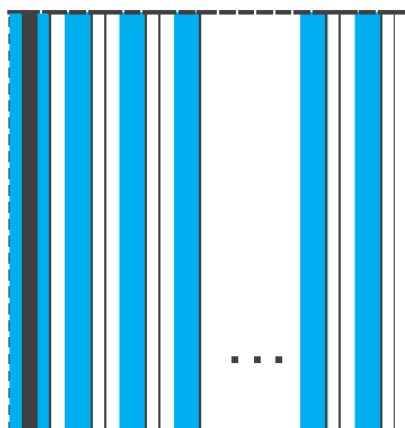


그림 8-53 컬러 카메라 horizontal Decimation

결과적으로 이미지 너비가 줄어듭니다. 예를 들어 수평 Decimation을 2로 활성화하면 이미지 너비가 절반으로 줄어듭니다. 카메라는 이미지 ROI 설정을 자동으로 조정합니다. 수평 Decimation은 카메라의 프레임 속도를 높이지 않습니다(또는 아주 약간).

Decimation 구성

Vertical Decimation을 구성하려면 **DecimationVertical** 파라미터에 대한 값을 입력하십시오. 수평 Decimation을 구성하려면 **DecimationHorizontal** 파라미터 값을 입력합니다.

파라미터 값은 Decimation 계수를 정의합니다. 카메라 모델에 따라 다음 값을 사용할 수 있습니다.

1. Decimation을 비활성화합니다.
2. Decimation을 활성화합니다.

Decimation 사용 시 주의 사항

1. ROI 설정에 미치는 영향
Decimation을 사용하는 경우 이미지 ROI 설정은 결과적인 행과 열 수를 참조합니다. 예를 들어 VZ-5MU-M/C79H 카메라의 경우 기본 해상도는 2448 x 2048 입니다. 수평 Decimation 4 및 수직 Decimation 4가 활성화되면 최대 ROI 너비는 612이고 최대 ROI 높이는 512입니다.
2. 해상도 감소
Decimation을 사용하면 카메라 이미징 센서의 해상도가 효과적으로 감소됩니다. 예를 들어 VZ-5MU-M/C79H 카메라의 경우 기본 해상도는 2448 x 2048 입니다. 수평 Decimation 4 및 수직 Decimation 4가 활성화되면 센서의 유효 해상도가 612 x 512로 감소됩니다.
3. 이미지 왜곡 가능성
수직 및 수평 소멸 계수가 동일하면 표시된 이미지가 왜곡되지 않습니다. 수평 Decimation 또는 수직 Decimation만 사용하는 경우 표시된 이미지의 너비나 높이가 줄어듭니다.
4. 비닝과 상호 배타적
Decimation과 비닝은 같은 방향으로 동시에 사용할 수 없습니다. 수평 Decimation 값을 1 이외의 값으로 설정하면 수평 Binning 기능을 사용할 수 없습니다. 수직 Decimation 값을 1 이외의 값으로 설정하면 수직 Binning 기능을 사용할 수 없습니다.

8.3.12 Reverse X와 Reverse Y

Reverse X 및 Reverse Y 기능은 획득한 이미지를 수평, 수직 또는 둘 다 미러링할 수 있습니다.

Reverse X 활성화

Reverse X를 활성화하려면 ReverseX 파라미터를 true 로 설정합니다. 카메라는 이미지를 수평으로 미러링합니다.



그림 8-54 The original image원본 이미지

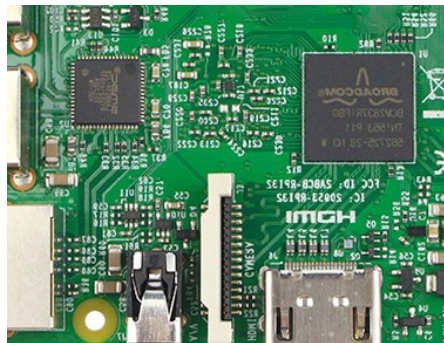


그림 8-55 Reverse X 적용

Reverse Y 활성화

Reverse Y를 활성화하려면 ReverseY 파라미터를 true 로 설정합니다. 카메라는 이미지를 수직으로 미러링합니다.



그림 8-56 원본 이미지



그림 8-57 Reverse Y 적용

Reverse X과 Y 활성화

Reverse X 및 Y를 활성화하려면 ReverseX 및 ReverseY 파라미터를 true 로 설정합니다. 카메라는 이미지를 수평 및 수직으로 미러링합니다.



그림 8-58 원본 이미지

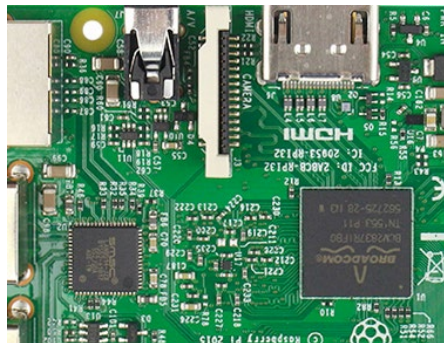


그림 8-59 Reverse X 와 Y 적용

Reverse X나 Reverse Y와 함께 이미지 ROI 사용

Reverse X 또는 Reverse Y를 사용하는 동안 이미지 ROI를 지정한 경우 센서를 기준으로 한 ROI 위치는 동일하게 유지된다는 점을 명심해야 합니다. 따라서 카메라는 Reverse X 또는 Reverse Y 기능이 활성화되었는지 여부에 따라 이미지의 다른 부분을 획득합니다.



그림 8-60 원본 이미지

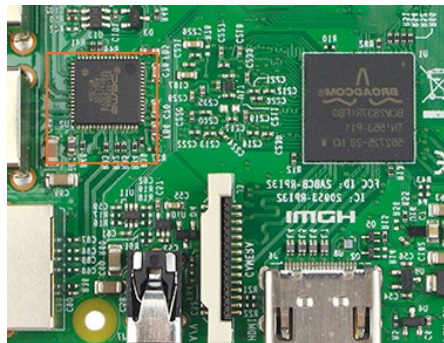


그림 8-61 Reverse X 적용



그림 8-62 Reverse Y 적용

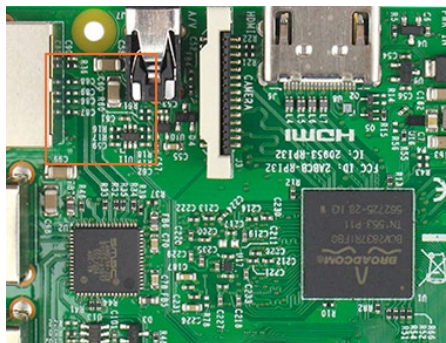


그림 8-63 Reverse X와 Y 적용

8.3.13 Digital Shift

Digital Shift는 픽셀 값에 이미지의 $2n$ 을 곱할 수 있습니다.

이렇게 하면 이미지의 밝기가 증가합니다. 카메라가 디지털 이동 기능을 지원하지 않는 경우 Gain 기능을 사용하여 유사한 효과를 얻을 수 있습니다.

Digital Shift 작동 방식

DigitalShift 인수(factor)를 n 으로 구성하면 모든 픽셀 값에서 n 만큼 왼쪽으로 Logic의 이동이 발생합니다. 이는 모든 픽셀 값에 $2n$ 을 곱하는 효과가 있습니다.

결과 픽셀 값이 현재 픽셀 형식에 가능한 최대값보다 큰 경우(예: 8 bit 픽셀 형식의 경우 255, 10 bit 픽셀 형식의 경우 1023, 12 bit 픽셀 형식의 경우 4095), 최대값으로 설정됩니다.

Digital Shift 설정하기

DigitalShift 인수를 구성하려면 *DigitalShift* 파라미터의 예상 값을 입력하십시오.

기본적으로 이 파라미터는 0으로 설정됩니다. 즉, 디지털 변속이 비활성화됩니다.

- *DigitalShift* 파라미터가 1로 설정되면 카메라는 픽셀 값을 1 bit 왼쪽으로 이동합니다.
- *DigitalShift* 파라미터가 2로 설정되면 카메라는 픽셀 값을 왼쪽으로 2 bits 이동합니다.

Digital Shift 사용 시 주의 사항

예시 1: 1, 12 bit 이미지 데이터의 Digital Shift

MSB												LSB
	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Binary	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0

Raw pixel value: 22

MSB												LSB
	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Binary	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0

Shift pixel value: 44

각 12 bit 이미지 데이터의 최하위 bit는 0으로 설정됩니다.

MSB												LSB
	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Binary	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0

Raw pixel value(8bit): 45
Raw pixel value(12bit): 726

MSB												LSB
	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Binary	1	0	1	1	0	1	0	1	.	.	.	.

Shift pixel value(8bit): 181

예시 2: 2, 8 bit 이미지 데이터에 의한 Digital Shift

카메라의 최대 픽셀 비트 심도가 12 bit이지만 현재 8 bit 픽셀 형식을 사용하고 있다고 가정합니다. 이 경우 카메라는 먼저 12 bit 이미지 데이터에 대한 Digital Shift 계산을 수행합니다. 그런 다음 카메라는 8개의 최상위 bit를 전송합니다.

예시 3: 1만큼 디지털 이동, 12 bit 이미지 데이터, 높은 값

카메라가 12 bit 픽셀 형식을 사용하고 있다고 가정합니다. 또한 원래 픽셀 값 중 하나가 2839라고 가정합니다.

MSB						LSB						
	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Binary	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1

Raw pixel value: 2839

MSB						LSB						
	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Binary	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Shift pixel value: 4095

이 픽셀 값에 Digital Shift를 1만큼 적용하면 결과 값은 12 bit 픽셀 형식에 가능한 최대값보다 큽니다. 이 경우 값은 최대값으로 설정됩니다. 즉, 모든 bit가 1로 설정됩니다.

8.3.14 Acquisition Status

Acquisition Status 기능은 카메라가 트리거 신호를 기다리고 있는지 여부를 확인할 수 있습니다. 이는 트리거된 이미지 획득을 최적화하고 과도한 트리거링을 방지하려는 경우에 유용합니다.

카메라가 현재 트리거 신호를 기다리고 있는지 확인하기:

- AcquisitionStatusSelector 파라미터를 예상되는 트리거 유형으로 설정하십시오. FrameTriggerWait, AcquisitionTriggerWait 두 가지 트리거 유형을 사용할 수 있습니다. 예를 들어 카메라가 FrameStartTrigger 신호를 기다리고 있는지 확인하려면 AcquisitionStatusSelector를 FrameTriggerWait로 설정하세요. 카메라가 FrameBurstStartTrigger 신호를 기다리고 있는지 확인하려면 AcquisitionStatusSelector를 AcquisitionTriggerWait로 설정하세요.
- AcquisitionStatus 파라미터가 *true* 인 경우 카메라는 선택한 트리거 유형의 트리거 신호를 기다리고 있습니다.
- AcquisitionStatus 파라미터가 *false* 이면 카메라가 사용 중입니다.

8.3.15 블랙 레벨 (Black Level) 과 자동 블랙 레벨 (Auto Black Level)

블랙 레벨

블랙 레벨은 픽셀의 회색 값을 지정된 양만큼 변경하여 이미지의 전체 밝기를 변경할 수 있습니다.

블랙 레벨이 낮을수록 해당 이미지는 어두워지고, 블랙 레벨이 높을수록 해당 이미지는 밝아집니다.

자동 블랙 레벨

암전류 (Dark Current)는 주변 온도의 영향을 크게 받으며, 고해상도 카메라 모델일수록 개인차가 더 큼니다. 자동 블랙 레벨 기능은 카메라가 암시야(Dark Field)에 있을 때 12비트 이미지의 평균 회색 값이 0이 되도록 보장합니다. 기본 모드는 "연속(continuous)"이며 블랙 레벨이 자동으로 조정됩니다. "1회(Once)" 모드인 경우 자동 블랙 레벨 모드는 1회 조정 후 자동으로 OFF로 변경됩니다. "Off" 모드인 경우 자동 블랙 레벨이 비활성화됩니다

8.3.16 파라미터 제한 제거 (Remove Parameter Limits)

카메라 파라미터의 범위는 일반적으로 제한되어 있으며 이러한 공장 제한은 최고의 카메라 성능과 높은 이미지 품질을 보장하도록 설계되었습니다. 그러나 특정 사용 사례에서는 공장 한계를 벗어나는 파라미터 값을 지정해야 할 수도 있습니다. 파라미터 제한 제거 기능을 사용하여 파라미터 범위를 확장할 수 있습니다. 표 8-3와 같이 다양한 카메라에서 지원하는 확장된 범위의 기능이 다를 수 있으며 범위도 다를 수 있습니다.

모델	기능	Set the switch to off	Set the switch to on
VZ-2MU-M/C41H00	Exposure	20~1000000	20~15000000
	Auto Exposure	20~1000000	20~15000000
	Gain	0~24	0~48
	Auto Gain	0~24	0~48
	Black Level	0~4095	0~4095
	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component	0~15.996	0~63.996
	Auto White Balance	0~15.996	0~63.996
VZ-2MU-M/C168H00	Exposure	20~1000000	20~15000000
	Auto Exposure	20~1000000	20~15000000
	Gain	0~24	0~48
	Auto Gain	0~24	0~48
	Black Level	0~511	0~511

	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component	0~15.996	0~63.996
	Auto White Balance	0~15.996	0~63.996
VZ-3MU-M/C56H00	Exposure	20~1000000	20~15000000
	Auto Exposure	20~1000000	20~15000000
	Gain	0~24	0~48
	Auto Gain	0~24	0~48
	Black Level	0~4084	0~4084
	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component	0~15.996	0~63.996
	Auto White Balance	0~15.996	0~63.996
VZ-3MU-M/C125H00	Exposure	20~1000000	20~15000000
	Auto Exposure	20~1000000	20~15000000
	Gain	0~24	0~48
	Auto Gain	0~24	0~48
	Black Level	0~1023	0~1023
	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component	0~15.996	0~63.996
	Auto White Balance	0~15.996	0~63.996
VZ-5MU-M/C79H00	Exposure	20~1000000	20~15000000
	Auto Exposure	20~1000000	20~15000000
	Gain	0~24	0~48
	Auto Gain	0~24	0~48
	Black Level	0~1023	0~1023
	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component factor	0~15.996	0~63.996
	Auto White Balance	0~15.996	0~63.996
VZ-5MU-M79H00-POL	Exposure	20~1000000	20~15000000
	Auto Exposure	20~1000000	20~15000000
	Gain	0~24	0~48
	Auto Gain	0~24	0~48
	Black Level	0~1023	0~1023
	Sharpness	0~3	0~63
VZ-5MU-M/C36H00	Exposure	20~1000000	20~15000000
	Auto Exposure	20~1000000	20~15000000
	Gain	0~24	0~48
	Auto Gain	0~24	0~48
	Black Level	0~4095	0~4095
	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component factor	0~15.996	0~63.996
	Auto White Balance	0~15.996	0~63.996
VZ-5MU-M36H00-POL	Exposure	20~1000000	20~15000000
	Auto Exposure	20~1000000	20~15000000
	Gain	0~24	0~48
	Auto Gain	0~24	0~48
	Black Level	0~4095	0~4095

VZ-6MU-M/C60H00	Sharpness	0~3	0~63
	Exposure	8~1000000	8~15000000
	Auto Exposure	8~1000000	8~15000000
	Gain	0~24	0~27
	Auto Gain	0~24	0~27
	Black Level	0~1023	0~1023
	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component factor	0~15.996	0~63.996
	Auto White Balance	0~15.996	0~63.996
VZ-12MU-M/C32H00	Exposure	10~1000000	10~15000000
	Auto Exposure	10~1000000	10~15000000
	Gain	0~24	0~27
	Auto Gain	0~24	0~27
	Black Level	0~255	0~255
	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component	0~15.996	0~63.996
	Auto White Balance	0~15.996	0~63.996
VZ-12MU-M/C23H00	Exposure	28~1000000	28~15000000
	Auto Exposure	28~1000000	28~15000000
	Gain	0~24	0~48
	Auto Gain	0~24	0~48
	Black Level	0~4095	0~4095
	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component	0~15.996	0~31.996
	Auto White Balance	1~15.996	1~31.996
VZ-12MU-M/C32H10	Exposure	24~1000000	24~15000000
	Auto Exposure	24~1000000	24~15000000
	Gain	0~24	0~48
	Auto Gain	0~24	0~48
	Black Level	0~1023	0~1023
	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component	0~15.996	0~31.996
	Auto White Balance	0~15.996	0~31.996
VZ-20MU-M/C19H00	Exposure	12~1000000	12~15000000
	Auto Exposure	12~1000000	12~15000000
	Gain	0~24	0~27
	Auto Gain	0~24	0~27
	Black Level	0~255	0~255
	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component	0~15.996	0~63.996
	Auto White Balance	0~15.996	0~63.996
VZ-400U-M/C528H00	Exposure	20~1000000	20~15000000
	Auto Exposure	20~1000000	20~15000000
	Gain	0~24	0~48
	Auto Gain	0~24	0~48
	Black Level	0~255 (BPP8) 0~1023 (BPP10)	0~255 (BPP8) 0~1023 (BPP10)

		0~4095 (BPP12)	0~4095 (BPP12)
VZ-1600U-M/C227H00	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component	0~15.996	0~63.996
	Auto White Balance	0~15.996	0~63.996
	Exposure	20~1000000	20~15000000
	Auto Exposure	20~1000000	20~15000000
	Gain	0~24	0~48
	Auto Gain	0~24	0~48
	Black Level	0~255	0~255
	Sharpness	0~3	0~63
	White Balance component	0~15.996	0~63.996
	Auto White Balance	0~15.996	0~63.996

표 8-3 파라미터 제한 제거 전후에 지원되는 기능의 범위

8.3.17 사용자 데이터 영역 (User Data Area)

사용자 데이터 영역 (User Data Area)은 사용자를 위해 예약된 FLASH 데이터 영역으로, 사용자는 알고리즘 인자, 파라미터 구성 등을 저장하는 데 사용할 수 있습니다.

사용자 데이터 영역은 16K byte이며 각각 4K byte인 4개의 데이터 세그먼트로 나뉩니다. 사용자는 API 인터페이스를 통해 사용자 데이터 영역에 접근할 수 있습니다. 데이터는 기록 후 즉시 카메라 플래시 영역에 저장되며, 카메라 전원을 꺼도 데이터는 사라지지 않습니다.

8.3.18 타이머(Timer)

카메라는 지정된 이벤트나 신호에 의해 시작될 수 있는 하나의 타이머 (Timer1)만 지원합니다 (ExposureStart 신호만 지원됨). 타이머는 특정 이벤트나 신호에서 높아지다가 특정 기간이 지나면 낮아지는 타이머 출력 신호를 구성할 수 있습니다. TimerTrigger Source를 시작하는 트리거 소스 이벤트가 발생한 후 지정된 시간 동안 지연되기 시작합니다. 그리고 출력 신호가 낮아지면 타이머가 사라집니다. 타이머 작동 프로세스의 다이어그램은 다음과 같습니다.

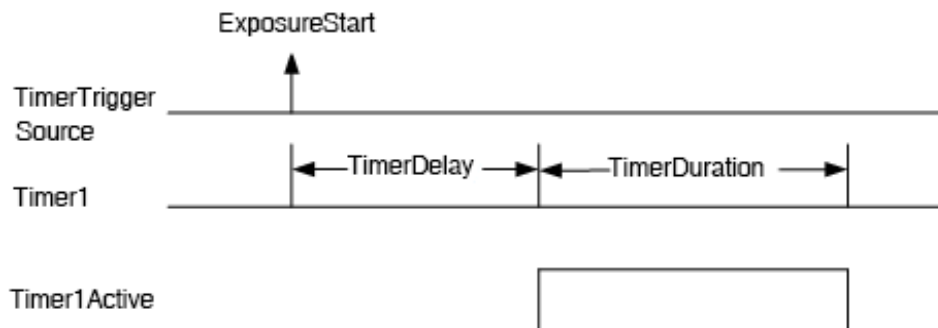


그림 8-64 Timer1Active의 다이어그램

타이머 구성 프로세스는 다음과 같습니다.

1. 현재 Timer1만 지원되는 TimerSelector를 설정합니다.
 2. LineSelector를 설정합니다.
 3. LineSource를 Timer1Active로 설정합니다.
 4. 현재 ExposureStart만 지원되는 TimerTriggerSource를 설정합니다.
 5. TimerDelay를 설정합니다. TimerDelay의 범위는 [0, 16777215], 단위는 μs 입니다.
 6. TimerDuration을 설정합니다. TimerDuration의 범위는 [0, 16777215], 단위는 μs 입니다.
- 타이머 시작부터 *Timer1Active*의 전체 출력까지 이 과정은 *ExposureStart* 신호에 의해 중단되지 않으며 다음 *ExposureStart* 신호에 따라 타이밍을 시작하려면 *Timer1Active*가 완전히 출력되어야 합니다. 그림 8-65에 표시된 것처럼 빨간색 *ExposureStart* 신호는 무시됩니다.
 - 획득이 중지된 후 타이머는 즉시 지워지고 *Timer1Active* 신호는 즉시 낮아집니다.



그림 8-65 Timer1Active와 ExposureStart 신호의 관계

8.3.19 카운터 (Counter)

카메라는 카메라가 수신한 *FrameTrigger*, *AcquisitionTrigger* 및 *FrameStart* 신호의 수를 계산할 수 있는 하나의 카운터 (Counter1)만 지원합니다. 카운터는 0부터 카운트를 시작합니다. 위의 세 가지 신호 중 하나를 선택하여 *CounterEventSource*로 카운트할 수 있습니다.

- 카운터 통계의 *FrameTrigger* 및 *AcquisitionTrigger* 신호는 트리거 지연 없이 필터링을 위해 트리거된 신호를 나타냅니다.
- *CounterValue*를 활성화하면 프레임 정보에 통계 데이터를 삽입하여 이미지와 함께 출력할 수 있습니다.

카운터는 외부 신호에 의해 재설정될 수 있습니다. 재설정 소스는 *CounterResetSource*에 의해 선택됩니다. 현재 *CounterResetSource* 옵션은 Off, Software, Line0, Line2 및 Line3을 지원합니다. 그 중에서 Off는 재설정 없음을 의미하고, Software는 소프트웨어 재설정을 의미하며, Line0, Line2 또는 Line3은 IO 인터페이스 입력 신호를 통한 재설정을 의미합니다. 재설정 신호의 극성은 *RisingEdge*만 지원합니다. 즉, 재설정 신호의 상승 Edge에서 카운터를 재설정한다는 의미입니다.

카운터 구성하기:

1. 현재는 Counter1만 지원되는 *CounterSelector*를 설정합니다.
2. *CounterEventSource*를 설정합니다. 설정할 수 있는 값은 *FrameStart*, *FrameTrigger*, *AcquisitionTrigger*입니다.
3. *CounterResetSource*를 설정합니다. 설정할 수 있는 값은 Off, Software, Line0, Line2, Line3입니다.
4. 현재 *RisingEdge*만 지원되는 *CounterResetActivation*을 설정합니다.



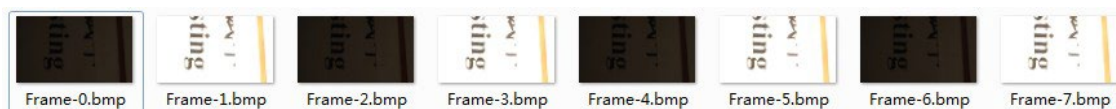
Note:

1. 획득이 중지된 후에도 카운터는 계속 작동하고 지워지지 않으며 카메라 전원이 꺼지면 지워집니다.
2. CounterReset은 카운터를 소프트웨어로 재설정하는 데 사용됩니다.

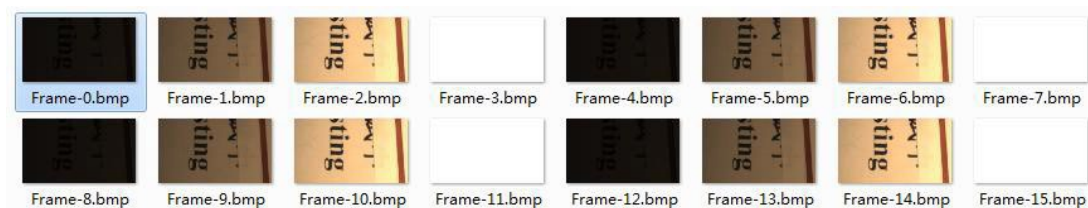
8.3.20 Multi Gray Control

파라미터를 사용하여 다양한 프레임의 Gray Value를 설정할 수 있으며, HDR 및 기타 기능 응용 프로그램을 실현할 수 있습니다. 구성 가능한 파라미터에는 *MGExposureTime* 및 *MGCGain*이 포함됩니다. Multi Gray Control은 Off 모드, 2 프레임 모드, 4 프레임 모드를 지원합니다.

- Off 모드: 일반 모드로, 동일한 *MGExposureTime* 및 *MGCGain* 파라미터가 각 프레임에 적용됩니다
- 2Frame 모드: *MGExposureTime*과 *MGCGain*이 다른 2 개의 프레임을 설정할 수 있습니다. 예를 들어 프레임 0의 *MGExposureTime* 및 *MGCGain*을 (1000 μ s, 0)으로 설정할 수 있습니다. 프레임 1의 파라미터는 (10000 μ s, 6.0)입니다. 8 프레임의 이미지를 획득하면 그 효과는 다음과 같습니다.



- 4Frame 모드: *MGExposureTime*과 *MGCGain*이 다른 4 개의 프레임을 설정할 수 있습니다. 예를 들어 프레임 0의 *MGExposureTime* 및 *MGCGain*을 (1000 μ s, 0)으로 설정할 수 있습니다. 프레임 1의 파라미터는 (5000 μ s, 1.0)입니다. 프레임 2의 파라미터는 (10000 μ s, 2.0)입니다. 프레임 3의 파라미터는 (150000 μ s, 3.0)입니다. 16 프레임의 이미지를 획득하고 그 효과는 다음과 같습니다.



Trigger 모드에 대한 참고사항

- 1) 하나의 트리거 명령으로 다중 프레임 획득
 - 2Frame 모드에서는 하나의 트리거 명령을 보낸 후 2 개의 이미지를 획득합니다.
 - 4Frame 모드에서는 하나의 트리거 명령을 전송하면 4 개의 이미지가 획득됩니다.
- 2) 시리얼 소프트웨어 트리거는 지원되지 않습니다. (Multi Gray Control 모드가 켜진 경우)

- 직렬 소프트웨어 트리거: 이 트리거에서 획득한 이미지의 마지막 프레임을 수신한 후 즉시 다음 트리거를 보냅니다.
- Multi Gray Control 모드가 2 프레임 또는 4 프레임 모드로 설정된 경우, 소프트웨어는 이미지의 마지막 프레임을 수신한 후 즉시 트리거 명령을 보내고 카메라는 이 트리거 명령에 응답하지 않습니다. 즉, 트리거가 손실됩니다. 다음 소프트웨어 트리거 명령을 보내기 전에 20ms 이상 지연해야 합니다. 따라서 타이머에서 소프트웨어 트리거 명령을 보내는 것을 추천합니다.

3) 타이머 모드에서 트리거 명령을 보낼 때 트리거 주파수 결정 방법은 다음과 같습니다.

- 데모 프로그램을 사용하여 장치를 열고 Multi Gray Control 파라미터를 구성한 후, 필요한 모드 (2 프레임 또는 4 프레임)로 설정합니다.
- <TriggerMode>를 'ON'으로 설정하세요.
- 카메라 속성 <CurrentAcquisitionFrameRate>을 확인합니다.
- Multi Gray Control 이 2Frame 모드로 설정된 경우 <CurrentAcquisitionFrameRate>의 값이 31.0Hz 이면 최대 트리거 주파수는 $31.0 / 2 = 15.5\text{Hz}$ 입니다.
- Multi Gray Control 이 4Frame 모드로 설정된 경우 <CurrentAcquisitionFrameRate>의 값이 44.0Hz 이면 최대 트리거 주파수는 $44.0 / 4 = 11\text{Hz}$ 입니다.

8.4 이미지 처리 (Image Processing)

8.4.1 광원 프리셋 (Light Source Preset)

VZ USB 시리즈 카메라는 광원 사전 설정 (Light Source Preset) 기능을 지원하고 꺼짐 (Off) 모드, 사용자 정의 (Custom) 모드 및 지정된 4가지 공통 색온도 광원 모드를 제공합니다. 카메라는 지정된 4가지 색온도 광원 모드에서 해당 화이트 밸런스 계수와 색 변환 계수를 제공합니다.

오프 모드 (Off Mode)

카메라는 기본적으로 이미지에 대해 화이트 밸런스 및 색상 변환 처리를 수행하지 않습니다.

사용자 정의 모드 (Custom Mode)

카메라는 기본적으로 이미지에 대해 화이트 밸런스 및 색상 변환 처리를 수행하지 않습니다.

사용자는 자동 화이트 밸런스를 수행하거나 화이트 밸런스 계수(coefficient)를 수동으로 입력할 수 있으며, 색상 변환 활성화 제어 및 수동 입력 색상 변환 계수를 지원합니다.

Daylight-6500K

사용자가 광원 사전 설정에서 Daylight-6500K를 선택하면 카메라는 기본적으로 이미지에 대해 화이트 밸런스 처리를 수행합니다. 사용된 외부 환경 광원이 D65 광원인 경우 이미지에 색상 편차가 발생하지 않습니다.

현재 광원이 광원 사전 설정으로 선택되어 있어도 사용자는 화이트 밸런스 계수를 수동으로 조정할 수도 있습니다.

사용자는 색상 변환 활성화 스위치를 켜고 Daylight-6500K 광원의 색상 변환 계수에 따라 보정할 수 있습니다(색상 보정 계수의 수동 입력은 지원되지 않습니다).

Daylight5000K, CoolWhiteFluorescent, INCA의 옵션 동작은 Daylight-6500K와 동일합니다.

8.4.2 색상 변환 제어 (Color Transformation Control)

색상 변환 (Color Transformation)은 센서가 전달한 색상 정보를 수정하고, 카메라의 색상 재현을 개선하며, 이미지를 인간의 시각적 인식에 더 가깝게 만드는 데 사용됩니다.

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24

그림 8-66 색상 템플릿

사용자는 24가지 색상이 포함된 색상 템플릿을 사용하고 이 색상 템플릿을 카메라로 촬영할 수 있으며, 각 색상의 RGB 값은 표준 색상 템플릿의 표준 RGB 값과 다를 수 있으며, 공급업체는 소프트웨어나 하드웨어를 사용하여 색상을 변환할 수 있습니다.

표준 RGB 값으로 읽어온 RGB 값입니다. 색 공간은 연속적이기 때문에 읽히는 다른 모든 RGB 값은 24가지 색상으로 생성된 매핑 테이블을 사용하여 표준 RGB 값으로 변환될 수 있습니다.

전제 조건

색상 변환이 제대로 작동하려면 먼저 화이트 밸런스를 적절하게 구성해야 합니다.

색상 변환 (Color transformation) 구성

광원 사전 설정 기능을 지원하지 않는 카메라:

색상 변환 구성에는 기본 모드 (RGBtoRGB), 사용자 정의 모드 (User)의 두 가지 모드가 있습니다.

- RGBtoRGB: 공장에서 출고될 때 카메라에 제공되는 기본 색상 변환 파라미터입니다.
- User:
 - *ColorTransformationValueSelector* 파라미터를 매트릭스의 예상 위치 (예: Gain00)로 설정합니다.
 - *ColorTransformationValue* 파라미터에 예상되는 값을 입력하여 선택한 위치의 값을 조정합니다.

파라미터의 값 범위는 -4.0 ~ +4.0입니다.

사용자 모드에서 사용자는 실제 상황에 따라 색상 변환 값을 입력하여 색상 변환 효과를 얻을 수 있습니다.

작동 방법

색상 변환 (Color Transformation) 기능은 변환 매트릭스를 사용하여 각 픽셀에 대해 수정된 빨간색, 녹색 및 파란색 픽셀 데이터를 제공합니다.

변환은 R, G 및 B 픽셀 값을 포함하는 3 x 1 행렬과 색상 변환 값을 포함하는 3 x 3 행렬을 미리 곱하여 수행됩니다.

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

효과 적용 이미지



그림 8-67 Color transformation 적용 전



그림 8-68 Color transformation 적용 후

8.4.3 감마 (Gamma)

감마는 모니터에 표시하기 위해 획득한 이미지의 밝기를 최적화할 수 있습니다.

전제 조건

GammaEnable 파라미터를 사용할 수 있다면, true로 설정해야 합니다.

작동 방법

카메라는 다음 공식에 따라 각 픽셀의 밝기 값에 감마 보정 값(γ)을 적용합니다(예로 표시된 컬러 카메라의 빨간색 픽셀 값: R).

$$R_{\text{corrected}} = \left(\frac{R_{\text{uncorrected}}}{R_{\text{max}}} \right)^{\gamma} \times R_{\text{max}}$$

예를 들어 8 bit 픽셀 형식의 경우 최대 픽셀 값 (R_{max})은 255, 10 bit 픽셀 형식의 경우 최대 픽셀 값 (R_{max})은 1023, 12 bit 픽셀 형식의 경우 최대 픽셀 값 (R_{max})은 4095입니다.

감마 보정 (Gamma correction) 활성화하기

감마 보정을 활성화한 후 *GammaValue*를 설정하여 이미지 밝기를 변경합니다. *GammaValue*의 범위는 0~4.00입니다.

1. 감마 = 1.0: 전체 밝기가 변경되지 않습니다.
2. 감마 < 1.0: 전반적인 밝기가 증가합니다.
3. 감마 > 1.0: 전체 밝기가 감소합니다.

모든 경우에 검정색 픽셀(회색 값 = 0)과 흰색 픽셀(회색 값 = 최대)은 조정되지 않습니다.



Caution!

감마 보정을 활성화하고 픽셀 형식을 10bit 또는 12bit 픽셀 형식으로 설정하면 일부 이미지 정보가 손실됩니다. 픽셀 데이터 출력은 여전히 10bit 또는 12bit이지만 감마 보정 프로세스 중에 픽셀 값이 보간되어 정확도가 떨어지고 이미지 정보가 손실됩니다.

감마 기능이 필요하지만 이미지 정보가 손실되지 않으려면, 10bit 또는 12bit 픽셀 형식에서는 감마 기능을 사용하지 마십시오.

그 이외의 파라미터들

카메라 모델에 따라 다음과 같은 파라미터를 추가로 사용할 수 있습니다.

1. *GammaEnable*: 감마 보정을 활성화하거나 비활성화합니다.
2. *GammaMode*: 다음 감마 보정 모드 중 하나를 선택할 수 있습니다.
 - User: 감마 보정 값을 예상대로 설정할 수 있습니다.
 - sRGB: 카메라 내부 기본 감마 보정 값입니다. 이 기능은 색상 변환 기능과 함께 사용되어 이미지를 RGB에서 sRGB로 변환합니다. 색상 변환 기능을 활성화한 후 감마를 sRGB 모드로 조정하는 것이 좋습니다.

8.4.4 Lookup Table

센서에서 읽어낸 아날로그 신호를 ADC를 통해 변환한 경우 일반적으로 원시 데이터의 비트 심도는 8 bit보다 크고 12 bit, 10 bit 등이 있습니다. Lookup 테이블의 특징은 일부 픽셀을 교체하는 것입니다. 8 bit, 10 bit, 12 bit 이미지의 값은 사용자가 정의한 값으로 표시됩니다.

조회 테이블은 전적으로 사용자가 생성한 선형 조회 테이블이거나 비선형 조회 테이블일 수 있습니다.

- *LutValueAll* 함수를 사용하여 전체 조회 테이블을 생성할 수도 있습니다.

작동 방법

1. LUT는 기본적으로 색인화된 숫자 목록인 "LookUp Table"의 약어입니다.
2. 조회 테이블에서 개별 픽셀 값에 대한 대체 값을 정의할 수 있습니다. 예를 들어, 회색 값 0(= 최소 회색 값)을 회색 값 1023(= 10 bit 픽셀 형식의 최대 회색 값)으로 바꿀 수 있습니다. 이렇게 하면 이미지의 완전히 검은색 픽셀이 모두 완전히 흰색 픽셀로 변경됩니다.
3. 사용자 정의 LUT를 설정하면 이미지의 휘도를 최적화할 수 있습니다. 대체 값을 미리 정의하고 카메라에 저장하여 시간이 많이 소요되는 계산을 방지합니다. 카메라 자체에는 공장 기본 조회 테이블이 있으며 기본 조회 테이블은 이미지 휘도에 영향을 미치지 않습니다.

사용자 정의(User-defined) LUT 생성

조회 테이블을 생성하려면 현재 사용되는 카메라에서 지원하는 최대 픽셀 형식으로 *LUTIndex* 및 *LUTValue* 파라미터의 범위를 결정해야 합니다.

- 최대 픽셀 비트 심도가 12 bit 인 카메라의 경우:
 - *LUTIndex* 선택 가능 항목은 0~4095이며, 각 *LUTIndex*는 *LUTValue*에 해당하며 *LUTValue* 범위는 [0,4095]입니다.
- 최대 픽셀 비트 심도가 10 bit 인 카메라의 경우:
 - *LUTIndex* 선택 가능 항목은 0~1023이며, 각 *LUTIndex*는 *LUTValue*에 해당하며 *LUTValue* 범위는 [0,1023]입니다.

다음 단계에 따라 사용자 정의 조회 테이블을 생성합니다.

1. 사용할 조회 테이블을 선택합니다. 카메라에는 사용자 정의 조회 테이블이 하나만 있으므로 기본적으로 선택할 필요가 없습니다.
2. *LUTIndex* 파라미터를 새 값으로 바꾸려는 픽셀 값으로 설정합니다.
3. *LUTValue* 파라미터를 새 픽셀 값으로 설정합니다.
4. 변경해야 하는 모든 픽셀 값에 대해 1단계와 2단계를 반복하여 매개 변수를 대상 픽셀 값으로 차례로 설정합니다.
5. *LutEnable* 파라미터를 *true*로 설정하면 조회 테이블 기능이 활성화됩니다. 기본값은 비활성화되어 있습니다.



Note:

모든 픽셀 값을 교체하려면 *LUTValueAll* 함수를 사용하는 것이 좋습니다. 자세한 내용은 개발 사용자 매뉴얼의 *LutValueAll* 샘플 코드를 참조하세요.

8.4.5 선명도 (Sharpness)

카메라에 통합된 선명도 알고리즘은 이미지 가장자리의 선명도를 크게 향상시킬 수 있습니다. 정의가 높을수록 이미지에 해당하는 윤곽이 더 선명해집니다. 이 기능은 이미지 분석의 정확도를 향상시켜 가장자리 감지 및 OCR 인식률을 향상시킬 수 있습니다. 카메라가 지원하는 선명도에는 선명도와 노이즈 억제 (Noise Suppression) 선명도가 포함됩니다.

선명도 활성화

- ON 은 선명도 기능이 활성화됨을 의미합니다.

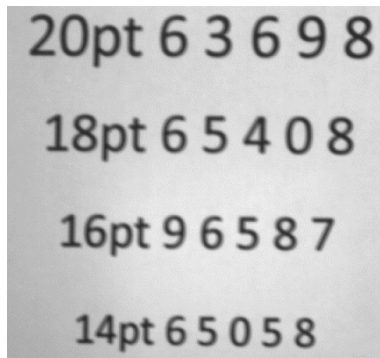


그림 8-69 선명도 조정 전

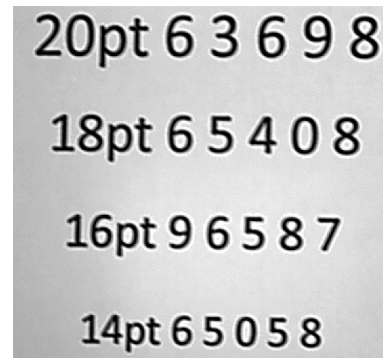


그림 8-70 선명도 조정 후

선명도 조정

- 선명도 값을 조정하여 카메라의 선명도를 이미지에 맞게 조정합니다. 조정 범위는 0-3.0 입니다. 값이 클수록 선명도가 높아집니다.

노이즈 억제 선명도

- ON 은 선명도 기능이 활성화됨을 의미합니다.

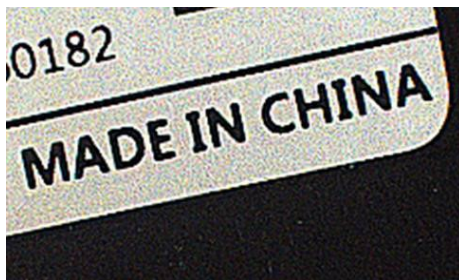


그림 8-71 선명도 조정 전

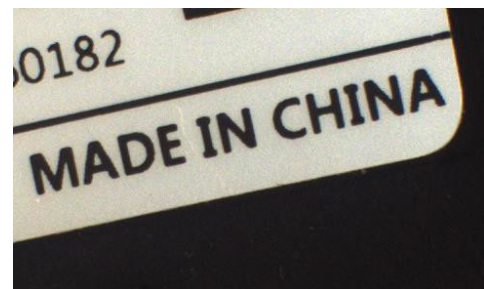


그림 8-72 선명도 조정 후

선명도 조정

선명도 값을 조정하여 카메라의 선명도를 이미지에 맞게 조정합니다. 조정 범위는 0-7.0입니다. 값이 클수록 선명도가 높아집니다.

노이즈 억제 선명도의 임계값 조정

선명도 노이즈 억제 임계값을 조정하면 균일한 영역의 노이즈를 줄일 수 있습니다. 고강도 선명도로 인해 발생하는 노이즈에 적합합니다. 조정 범위는 0-1입니다. 값이 클수록 노이즈 억제 효과가 높아집니다.

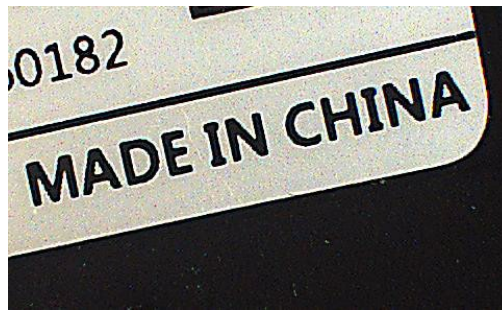


그림 8-73 노이즈 억제 선명도 적용 후

8.4.6 Flat Field Correction

카메라 사용 시 이미지에 다양한 불일치가 발생할 수 있으며, 이는 주로 다음의 측면에 반영됩니다.

1. 개별 픽셀의 일관성 없는 반응
2. 이미지 중앙과 가장자리 사이의 회색 값의 차이
3. 균일하지 않은 조명

FFC (Flat Field Correction) 기능은 이미지의 불일치를 수정할 수 있습니다. 아래와 같이 FFC는 서로 다른 위치의 픽셀 값을 동일한 회색 값으로 조정할 수 있습니다.

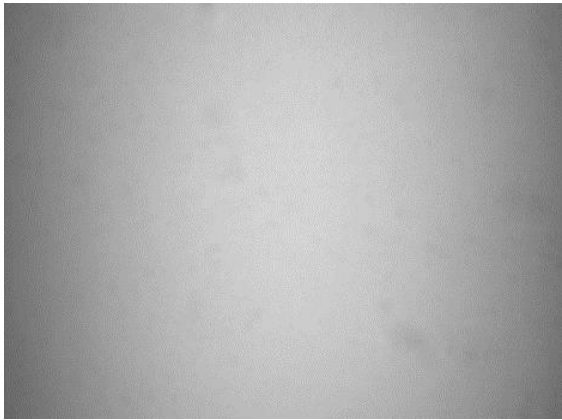


그림 8-74 FFC 조정 전

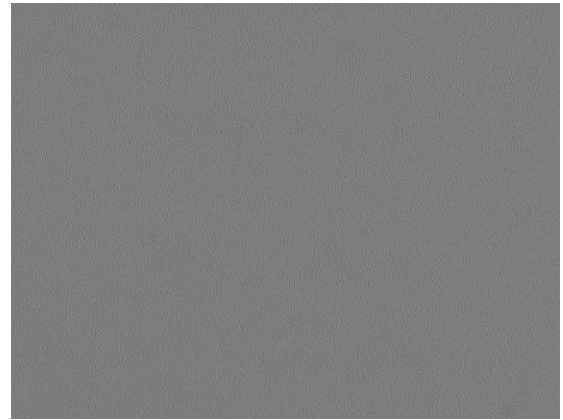


그림 8-75 FFC 조정 후

FFC 플러그인을 사용하여 FFC 계수를 얻고, 저장하고, 미리 볼 수 있습니다. 플러그인 인터페이스는 그림 8-76에 나와 있습니다.

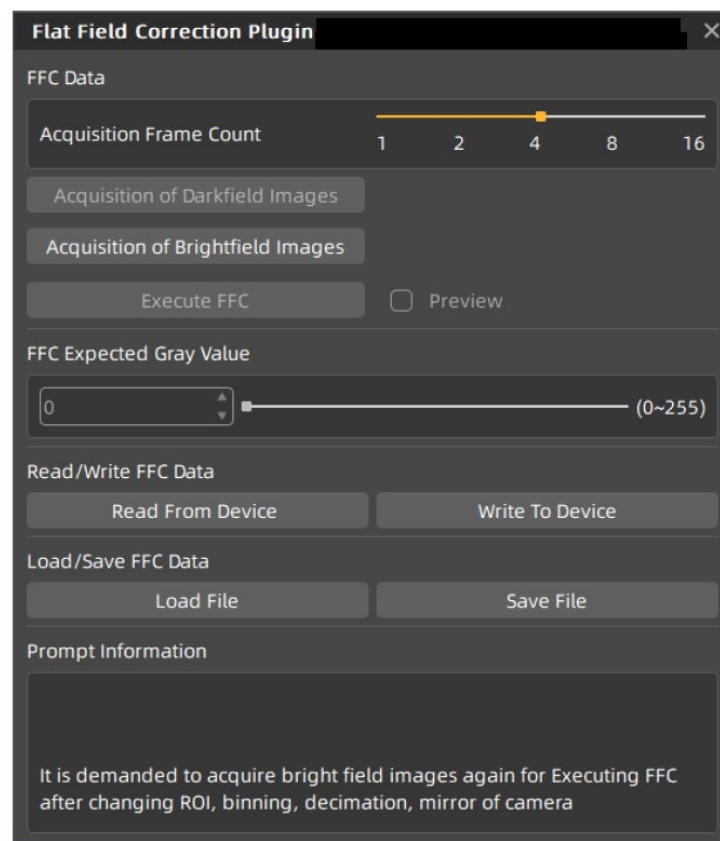


그림 8-76 FFC 플러그인 인터페이스

**Caution!**

FFC를 지원하는 카메라의 ROI, Binning, Decimation, Reverse X/Y를 변경한 후 FFC를 실행하기

위해서는 다시 Bright Field 이미지를 획득해야 합니다. 이전 요소는 더 이상 적용되지 않습니다.

FFC 계수를 얻는 방법에는 세 가지가 있습니다.

1. 현재 환경에 따름
2. 장치에서 읽는 방식 (카메라 일부에서 사용 가능)
3. 파일을 로드하는 방식

FFC 계수를 저장하는 방법에는 두 가지가 있습니다.

1. 장치에 입력하는 방식 (카메라 일부에서 사용 가능)
2. 파일을 저장하는 방식

**Caution!**

FFC를 지원하는 카메라의 경우 플러그인 외에도 카메라 기능에서 FFC를 켜거나 끌 수 있습니다. 켜기로 설정하면 카메라에 저장된 FFC 계수를 사용하여 이미지를 보정할 수 있습니다.

FFC 계수 계산 및 미리보기

FFC 계수를 얻기 전에 렌즈의 조리개와 카메라의 Gain을 결정하는 것이 좋습니다. 다음과 같은 경우에는 계수를 다시 계산해야 합니다.

- 렌즈가 교체되었을 경우
- FFC 정확도에 대한 요구 사항이 높은 경우 (픽셀의 불일치를 수정하는 것이 목적인 경우) 카메라의 Gain을 수정한 후 FFC 계수를 다시 계산하는 것이 좋습니다.

FFC 플러그인에 따라 FFC 계수를 구하는 과정은 아래 그림과 같으며, 노란색 부분은 선택 단계입니다. FFC 플러그인에 대한 자세한 내용은 <8.4.6 Flat Field Correction>를 참조하세요.

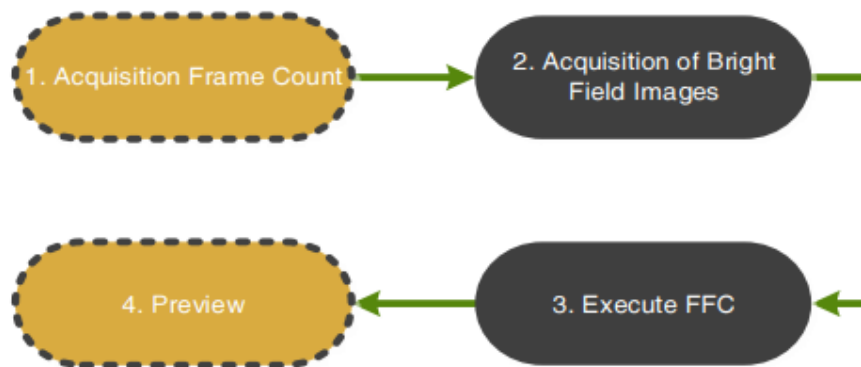


그림 8-77 FCC 계수 획득 프로세스

- 1) **획득 프레임 수(Acquisition frame count):** 평균 이미지를 얻기 위해 명시야 이미지에 대한 획득 프레임 수입니다

**Caution!**

1. 반드시 필요한 단계는 아니며, 일반적으로 기본값을 사용합니다.
2. 영상 노이즈가 높을 경우 획득 프레임 수를 늘리는 것이 좋습니다.

- 2) **Acquisition of Bright Field Images:** 명시야 (Bright Field) 이미지 획득 완료 후 사용하는 기능.

**Caution!**

- 흰색 종이나 평판 형광등 (센서의 서로 다른 영역에서 동일한 양의 빛을 보장하기 위해)을 겨냥하고 카메라와 흰색 종이/평판 형광등 사이의 거리를 조정하여 FOV (Field of View) 전체를 채우는 것이 좋습니다.
- 이미지를 과다 노출하지 마십시오. 명시야의 가장 밝은 영역의 회색 값은 250 미만인 것이 좋습니다.
- 이미지가 너무 어둡지 않아야 합니다. 명시야의 가장 어두운 영역의 회색 값은 20보다 큰 것이 좋습니다.
- 노출 시간이나 광원을 조정하여 명시야 회색 값을 제어하는 것이 좋으며 조리개를 조정하지 않는 것이 좋습니다.

- 3) **Execute FFC:** 획득한 이미지를 사용하여 FFC 계수를 계산합니다. 실행 후 후속 이미지는 FFC에 대해 계산된 계수를 자동으로 사용합니다.
- 4) **Preview:** 현재 FFC의 효과를 미리 볼 수 있습니다.

계수 읽기/저장

- 계수 읽기: 저장된 보정 계수를 장치에서 읽을 수 있습니다.
- 계수 저장: 현재 FFC 계수를 장치에 저장합니다. 계수는 카메라 전원이 꺼진 후에 저장됩니다.



Caution!

일부 카메라 모델 (카메라에 FFC를 구현하는 모델)에 지원되는 기능입니다.

파일 로드/저장

- 파일에서 불러오기: 저장된 FFC 계수 파일(형식: .ffc)을 파일에서 불러옵니다.
- 파일에 저장: 현재 계수를 FFC 계수 파일(형식: .ffc)에 저장합니다.

8.4.7 노이즈 감소

이미지를 디지털화하고 전송하는 과정에서 이미지 장치의 노이즈와 외부 환경에 의해 방해를 받는 경우가 많아 이미지에 노이즈가 발생하게 됩니다. 이미지의 노이즈를 줄이거나 억제하는 과정을 이미지 노이즈 감소라고 합니다.

노이즈 감소 값을 조정하면 이미지에서 카메라의 노이즈 감소 강도를 조정할 수 있습니다. 조정 범위는 0-4.0입니다. 값이 클수록 노이즈 감소 정도가 높아집니다.

- 소음 감소 기능: 소음 감소 활성화 여부를 결정합니다.
 - ON: 노이즈 감소 기능 활성화
 - OFF: 소음 감소 기능 비활성화

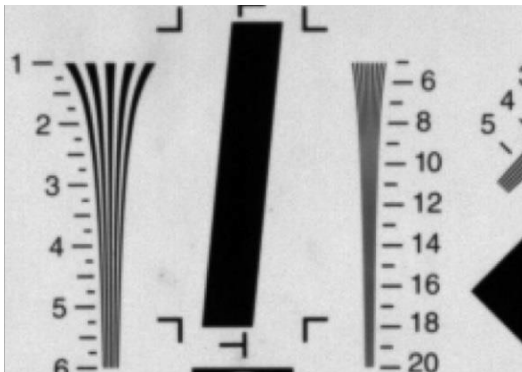


그림 8-78 노이즈 감소 적용 전

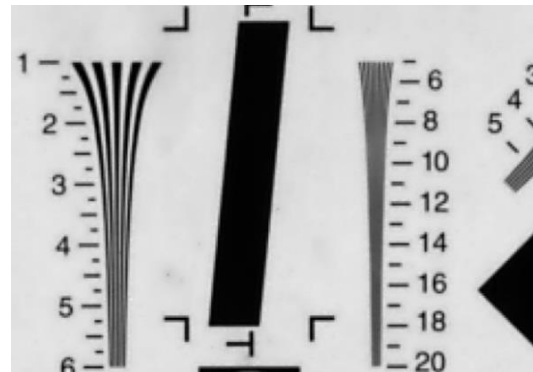


그림 8-79 노이즈 감소 적용 후

8.5 이미지 전송(Image Transmission)

8.5.1 프레임 속도 계산

프레임 기간

VZ USB 시리즈 카메라의 프레임 기간은 다음의 공식으로 계산할 수 있습니다.

$$T_f = \text{Max}\left(\frac{\text{ImageSize} \times 10^6}{\text{BandWidth}_{\text{USB}}}, \frac{\text{ImageSize} \times 10^6}{\text{DeviceLinkThroughputLimit}}, T_{\text{acq}}, T_{\text{exp}}\right)$$

- ImageSize = Width × Height × PixelSize + 84

항목	설명
T_f	카메라의 프레임 기간 (단위: μs)
Width	현재 이미지 너비
Height	현재 이미지 높이
PixelSize	픽셀 사이즈 *8비트 모델에서는 값이 1입니다. *10비트/12비트 모델에서는 값이 2입니다.
$\text{BandWidth}_{\text{USB}}$	USB 인터페이스의 대역폭 (단위: Bps)
DeviceLinkThroughputLimit	장치 링크 처리량 대역폭의 제한 (단위: Bps)
T_{acq}	카메라 획득 시간 (단위: Bps)
T_{exp}	카메라의 노출 시간 (단위: μs)

표 8-4 프레임 속도 계산 항목

Frame Rate (단위: fps)

$$F = \frac{10^6}{T_f}$$



Note:

프레임 속도 계산 도구를 사용하는 것이 좋습니다. 구성 파라미터가 채워지면 프레임 속도가 자동으로 계산됩니다.

8.5.2 USB 인터페이스 대역폭

USB3.0 인터페이스의 이론적 대역폭은 400MBps이지만 실제로는 USB3.0 호스트 컨트롤러 유형, 호스트 컨트롤러 드라이버 버전, HUB 소모 및 호스트 성능에 따라 값이 감소합니다. 사용자는 <TN-USB3.0 호스트 컨트롤러 대역폭 및 CPU 사용률> 문서에서 인터페이스 대역폭 테스트 결과를 참조할 수 있습니다.

8.5.3 DeviceLinkThroughputLimit

VZ USB 시리즈 카메라는 단일 장치의 대역폭 상한을 제어하기 위해 대역폭 제한 기능을 제공합니다. DeviceLinkThroughputLimit가 현재 장치 획득 대역폭보다 크면 현재 장치 획득 대역폭은 변경되지 않습니다. DeviceLinkThroughputLimit이 현재 장치 획득 대역폭보다 작으면 현재 장치 획득 대역폭은 현재 DeviceLinkThroughputLimit의 제한으로 감소됩니다. 장치 획득 대역폭은 카메라에서 읽을 수 있습니다. 카메라가 트리거 모드에서 작동하는 경우 대역폭 제한으로 인해 최대 트리거 주파수가 제한됩니다.

- 예 1) VZ-5MU-M/C79H00 카메라가 연속 모드로 작동 중이고, DeviceLinkCurrentThroughput 은 35000000Bps 이고 DeviceLinkThroughputLimit 은 40000000Bps 이며 DeviceLinkCurrentThroughput 은 여전히 35000000Bps 입니다. DeviceLinkCurrentThroughput 이 70000000Bps 인 경우, DeviceLinkThroughputLimit 은 40000000Bps 이고 DeviceLinkCurrentThroughput 은 40000000Bps 가 됩니다.
- 예 2) VZ-5MU-M/C79H00 카메라가 트리거 모드로 작동 중이고, DeviceLinkCurrentThroughput 은 300000000Bps 이고 최대 트리거 주파수는 59.8Hz @ 전체 해상도(8 비트)이며, DeviceLinkCurrentThroughput 이 350000000Bps 인 경우 최대 트리거 주파수는 6.9Hz @ 전체 해상도 (8 비트)입니다.

모델	최소 DeviceLinkThroughputLimit	최대 DeviceLinkThroughputLimit	DeviceLinkThroughputLimit 의 Step
T _f	35000000Bps (8bit)	400000000Bps	1000000Bps
Width	70000000Bps (10bit)		
Height	70000000Bps (12bit)		

표 8-5 DeviceLinkThroughputLimit 관련 항목

8.5.4 카메라 획득 시간

카메라의 획득 시간은 이미지 ROI의 OffsetY 및 높이와 관련이 있습니다. ROI 설정에서 OffsetY 및 높이가 변경되면 카메라 프런트 엔드에서 캡처한 프레임 기간에 영향을 미치며 이는 획득 프레임 속도에 영향을 미칩니다.

공식은 다음과 같습니다.

VZ-2MU-M/C41H00

행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{796}{40} = 19.9$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 38) \times T_{\text{row}}$$

VZ-2MU-M/C168H00

픽셀 형식이 Mono8 또는 BayerRG8인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{192}{40} = 4.8$$

픽셀 형식이 Mono10 또는 BayerRG10인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{192 \times 2}{40} = 9.6$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 38) \times T_{\text{row}}$$

VZ-3MU-M/C56H00

행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{452}{40} = 11.3$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 32) \times T_{\text{row}}$$

VZ-3MU-M/C125H00

픽셀 형식이 Mono8 또는 BayerRG8인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{203}{40} = 5.075$$

픽셀 형식이 Mono10 또는 BayerRG10인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{406}{40} = 10.15$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 38) \times T_{\text{row}}$$

VZ-5MU-M/C79H00, VZ-5MU-M/C79H00-POL

픽셀 형식이 Mono8 또는 BayerRG8인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{240}{40} = 6$$

픽셀 형식이 Mono10 또는 BayerRG10인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{240 \times 2}{40} = 12$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{acq} = (Height + 38) \times T_{row}$$

VZ-5MU-M/C36H00, VZ-5MU-M/C36H00-POL

행 주기 (단위: μs):

$$T_{row} = \frac{532}{40} = 13.3$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{acq} = (Height + 32) \times T_{row}$$

VZ-6MU-M/C60H00

픽셀 형식이 Mono8 또는 BayerRG8인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{row} = \frac{420}{54} = 7.78$$

픽셀 형식이 Mono10 또는 BayerRG10인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{row} = \frac{420 \times 2}{54} = 15.56$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{acq} = (Height + 78) \times T_{row}$$

VZ-12MU-M/C32H00

픽셀 형식이 Mono8 또는 BayerRG8인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{row} = \frac{720}{72} = 10$$

픽셀 형식이 Mono12 또는 BayerRG12인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{720 \times 2}{72} = 20$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 38) \times T_{\text{row}}$$

VZ-12MU-M/C23H00

픽셀 형식이 Mono8 또는 BayerRG8인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{560}{40} = 14$$

픽셀 형식이 Mono12 또는 BayerRG12인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{560 \times 2}{40} = 28$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 34) \times T_{\text{row}}$$

VZ-12MU-M/C32H10

픽셀 형식이 Mono8 또는 BayerRG8인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{376}{40} = 9.4$$

픽셀 형식이 Mono10 또는 BayerRG10인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{376 \times 2}{40} = 18.8$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 54) \times T_{\text{row}}$$

VZ-20MU-M/C19H00

픽셀 형식이 Mono8 또는 BayerRG8인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{900}{72} = 12.5$$

픽셀 형식이 Mono12 또는 BayerRG12인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{900 \times 2}{72} = 25$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 38) \times T_{\text{row}}$$

VZ-400U-M/C528H00

Sensor Bit Depth가 BPP8인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{130}{40} = 3.25$$

Sensor Bit Depth가 BPP10인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{157}{40} = 3.925$$

Sensor Bit Depth가 BPP12인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{214}{40} = 5.35$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 42) \times T_{\text{row}}$$

VZ-1600U-M/C227H00

픽셀 형식이 Mono8 또는 BayerRG8인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{157}{40} = 3.925$$

픽셀 형식이 Mono10 또는 BayerRG10인 경우 행 주기 (단위: μs):

$$T_{\text{row}} = \frac{157 \times 2}{40} = 7.85$$

카메라 획득 시간 (단위: μs):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 42) \times T_{\text{row}}$$

8.6 이벤트(Event)

이벤트 알림을 '켜짐'으로 설정하면 특정 상황이 발생할 때마다 카메라가 '이벤트'를 발생시켜 관련 이벤트 메시지를 호스트에 전송할 수 있습니다. VZ USB 시리즈 카메라의 경우, 다음 상황에 대한 이벤트를 생성하고 전송할 수 있습니다.

- 카메라의 노출이 종료되었음 (ExposureEnd)
- 이미지 블록을 폐기 (BlockDiscard)
- 트리거 신호 오버플로 (FrameStartOvertrigger)
- 이미지 프레임 블록이 비어 있지 않음 (BlockNotEmpty)
- 버스트 트리거 신호 오버플로 (FrameBurstStartOvertrigger)
- 트리거 신호 대기 (FrameStartWait)
- 버스트 트리거 신호 대기 (FrameBurstStartWait)

모든 이벤트에는 해당 활성화 상태가 있으며 기본적으로 모든 이벤트의 활성화 상태는 비활성화됩니다. 이벤트 기능을 사용하려면 해당 이벤트를 활성화해야 합니다. 각 이벤트에 포함된 유효한 정보는 표 8-6과 같습니다.

No.	이벤트 유형	정보
1	ExposureEnd Event	Event ID
		Frame ID
		Timestamp
2	BlockDiscard Event	Event ID
		Frame ID
		Timestamp
3	FrameStartOvertrigger Event	Event ID
		Frame ID
		Timestamp
4	BlockNotEmpty Event	Event ID
		Frame ID
		Timestamp
5	FrameBurstStartOvertrigger Event	Event ID
		Frame ID
		Timestamp
6	FrameStartWait Event	Event ID
		Frame ID
		Timestamp
7	FrameBurstStartWait Event	Event ID
		Frame ID
		Timestamp

표 8-6 각 이벤트의 효과 관련 정보

그 중 타임스탬프는 이벤트가 발생한 시간이고, 카메라 전원을 켜거나 재설정하면 타이머가 시작됩니다. 타임스탬프의 비트 폭은 64 bit이고 단위는 8ns입니다.

8.6.1 ExposureEnd 이벤트

ExposureEnd 이벤트가 활성화된 경우 카메라 센서가 노출되면 카메라는 ExposureEnd 이벤트를 호스트에 전송하여 노출이 완료되었음을 나타냅니다.

8.6.2 BlockDiscard 이벤트

쓰기 데이터의 평균 대역폭이 읽기 데이터의 평균 대역폭보다 클 경우 프레임 버퍼가 오버플로될 수 있습니다. 프레임 버퍼가 가득 차고 카메라가 계속해서 여기에 이미지 데이터를 쓰는 경우 새 데이터가 프레임 버퍼에 있던 이전 이미지 데이터를 덮어쓰게 됩니다. 이때 카메라는 호스트에 BlockDiscard 이벤트를 전송하여 이미지 삭제 이벤트가 발생했음을 나타냅니다. 따라서 이미지의 다음 프레임을 읽을 때 이미지는 연속적이지 않습니다.

8.6.3 BlockNotEmpty 이벤트

읽어온 데이터의 평균 대역폭이 읽어온 데이터의 평균 대역폭보다 큰 경우, 프레임 버퍼가 가득 차지 않고 프레임 버퍼에 완전히 전송되지 않은 이미지 프레임 데이터가 있는 경우, 새 이미지 프레임이 프레임 버퍼에 기록되면 카메라는 호스트에 BlockNotEmpty 이벤트를 전송합니다. 이는 새 이미지가 프레임 버퍼에 기록될 때 이전 이미지가 완전히 전송되지 않았음을 나타냅니다.

8.6.4 FrameStartOvertrigger 이벤트

카메라가 FrameTrigger 하드웨어 트리거 신호 또는 소프트웨어 트리거 신호를 수신할 때 프런트 엔드 센서가 노출되면 새 FrameTrigger 신호에 응답할 수 없으며 카메라는 FrameStartOvertrigger 이벤트를 호스트에 보냅니다. 하나의 프레임 획득 기간 내에 여러 FrameTrigger 신호가 수신되면 카메라는 해당 수의 FrameStartOvertrigger 이벤트를 보냅니다.

8.6.5 FrameBurstStartOvertrigger 이벤트

카메라가 FrameBurstStart 트리거 모드에 있고 AcquisitionTrigger 하드웨어 트리거 또는 소프트웨어 트리거 신호를 수신할 때 프런트 엔드 센서가 노출되면 새 AcquisitionTrigger 신호에 응답할 수 없으며 카메라는 FrameBurstStartOvertrigger를 보냅니다. 호스트에게 이벤트를 제공합니다. 카메라는 한 이미지 프레임의 획득 기간 동안 여러 AcquisitionTrigger 신호를 수신하는 경우 해당 개수의 FrameBurstStartOvertrigger 이벤트를 전송합니다.

8.6.6 FrameStartWait 이벤트

카메라가 FrameTrigger 모드에 있으면 카메라는 이미지 획득을 시작하고, FrameTrigger 신호를 수신하지 않으면 카메라는 FrameStartWait 이벤트를 호스트에 보냅니다.

8.6.7 FrameBurstStartWait 이벤트

카메라가 AcquisitionTrigger 모드에 있으면 이미지 획득을 시작합니다. 카메라가 AcquisitionTrigger 신호를 수신하지 못하면 FrameBurstStartWait 이벤트를 호스트에 보냅니다. FrameTrigger 모드가 AcquisitionTrigger 모드와 동시에 On으로 설정된 경우, FrameBurstStartWait 이벤트가 먼저 전송됩니다. 이후 카메라가 AcquisitionTrigger 신호를 수신하면 FrameBurstStartWait 이벤트를 보냅니다.

8.7 UART Port

카메라는 TTL 직렬 포트 기능을 지원하며, Tx/Rx 및 GPIO 핀이 멀티플렉싱되어 있습니다. 소프트웨어 API 인터페이스를 통해 GPIO 또는 직렬 포트 중 하나로 구성할 수 있습니다. 시리얼 포트로 구성한 후 API 인터페이스를 통해 시리얼 포트 명령을 카메라의 GPIO 핀으로 전송하여 다른 시리얼 포트 장치를 제어할 수 있습니다.

직렬 포트에서 지원하는 전송 속도는 9600, 19200, 38400, 76800, 115200이며, 데이터 비트 폭은 8비트, 단일 전송 또는 수신, 최대 길이는 1004바이트입니다. 자세한 내용이나 샘플 코드는 기술 지원팀에 문의하세요.

카메라와 외부 직렬 포트 장치의 배선도는 아래와 같습니다. Line3은 Line2와 동일하게 Tx 또는 Rx로 구성할 수 있습니다. Line3을 Tx로 구성할 경우 UART 모듈의 Rx에 연결해야 하며, 이때 Line2는 Rx로 구성하여 UART 모듈의 Tx에 연결해야 합니다.

Line2/Line3의 오픈 드레인 출력으로 인해 정상적인 통신을 위해서는 +3.3V/+5V로 UART 모듈에 전원을 공급해야 합니다.

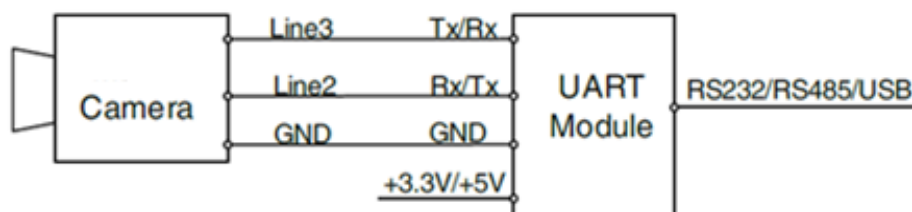


그림 8-80 카메라와 외부 직렬 포트 장치의 배선도

8.8 Sequencer

Sequencer 기능을 사용하면 파라미터 설정 세트를 정의하고 이를 이미지 촬영 시퀀스에 적용할 수 있습니다. 그림 8-81과 같이 카메라가 이미지를 획득할 때 Sequencer 세트를 차례로 적용합니다.

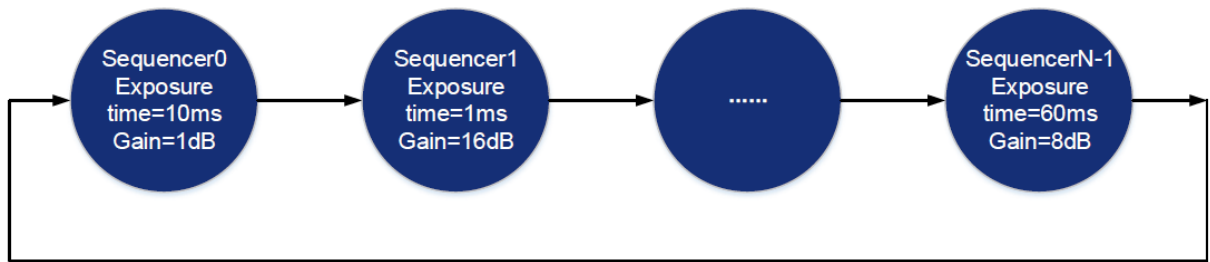


그림 8-81 Sequencer 기능 구성도

8.8.1 관련 파라미터

[SequencerMode] 파라미터를 "On"으로 설정하면 Sequencer가 활성화됩니다. 활성화하면 Sequencer가 이미지 획득을 제어하고 각 이미지가 획득된 후 다음 Sequence 세트로 전환합니다. 파라미터를 "Off"로 설정하면 Sequencer가 비활성화됩니다. 비활성화하면 Sequencer가 이미지 획득을 제어하지 않으며 파라미터를 전환할 수 없습니다.

[SequencerConfigurationMode] 파라미터를 "On"으로 설정하면 "SequencerSetSave" 및 "SequencerSetLoad"가 활성화됩니다.

파라미터를 "Off"로 설정하면, "SequencerSetSave" 및 "SequencerSetLoad"가 비활성화되고 Sequence 세트에 파라미터를 저장할 수 없습니다.

[SequencerFeatureSelector] Exposure Time, Gain 등 Sequence를 지원하는 기능을 구성합니다.

[SequencerFeatureEnabled] 파라미터를 "true"로 설정하면 "SequencerFeatureSelector"의 기능이 지원되는 Sequence이며, 현재는 true만 지원되고 변경할 수 없습니다.

[SequencerSetSelector] Sequence 세트 번호를 설정합니다. 범위는 카메라 모델에 따라 결정됩니다.

[SequencerSetSave] "SequencerSetSelector"에 설정된 Sequence에 파라미터를 저장합니다.

[SequencerSetLoad] 파라미터를 클릭하면, Sequence 세트 파라미터의 값을 덮어쓰고 선택한 Sequence 세트에 저장된 값으로 대체합니다.

[SequencerSetActive] "SequencerMode"를 "On"으로 설정하면 아래와 같이 현재 사용 중인 Sequence 세트 번호가 표시됩니다. 하나의 Sequence 세트에서 다음 Sequence 세트로의 전진은 FrameStart 트리거 신호가 수신되면 자동으로 이루어집니다. "SequencerMode"가 'Off'로 설정된 경우 "Not Available"이 표시됩니다.

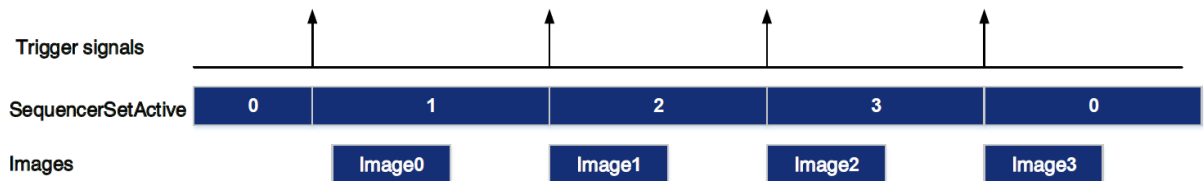


그림 8-82 Timing Diagram

[SequencerPathSelector] 현재 지원되지 않으며, 설정값이 0으로 고정됩니다.

[SequencerSetNext]

"SequencerSetSelector"는 다음 Sequence 세트가 점프하는 번호를 설정합니다.

예) "SequencerSetSelector"를 1로 설정하고 "SequencerSetNext"를 2로 설정하면 카메라가 파라미터를 사용하여 이미지를 획득한 후, Sequence 세트가 Sequence 세트 2로 전환됩니다.

Sequence 점프만 지원되며, "SequencerSetSelector"를 N으로 설정한 다음 "SequencerSetNext"를 N+1 또는 0으로만 설정할 수 있으며, N+1의 최대 값은 "지원되는 시퀀스 세트의 최대 개수 1"입니다. 카메라의 최대 시퀀스 수가 4인 경우 N+1의 최대 값은 3입니다.

[SequencerTriggerSource] Sequencer 실행을 시작하기 위한 조건, 프레임 시작만 지원됩니다. 이미지가 획득될 때마다 Sequence는 다음 Sequencer 세트로 전환됩니다.

8.8.2 사용자 가이드

Sequence 파라미터 설정 방법

- 1) "SequencerMode"를 "Off"로 설정하고 "SequencerConfigurationMode"를 "On"으로 설정합니다.
- 2) "SequencerSetSelector" 파라미터를 설정합니다.
- 3) "SequencerSetLoad"를 클릭하면 Sequence 세트 파라미터의 값을 덮어쓰고 선택한 Sequence 세트에 저장된 값으로 대체합니다.
- 4) Sequence 세트 파라미터 설정: Exposure Time, Gain, Gamma, FFC 계수 번호 등을 설정합니다.
- 5) "SequencerSetSave"를 클릭합니다.

사용 중인 Sequence 세트의 개수 변경 방법

기본적으로 Sequence 세트는 0->1->2->3...->N-1로 설정되어 있지만, 경우에 따라서는 Sequence가 0->1->2->3->0->1->2->3 순서로 실행되도록 설정할 수 있으며, 이 경우 "SequencerSetNext"를 통해 이 순서를 얻을 수 있습니다.

예를 들어 Sequence 세트가 0->1->2->0->1->2 순서로 실행되기를 원한다면 다음과 같이 설정하면 됩니다:

- 1) "SequencerSetSelector"를 2로 설정합니다.
- 2) "SequencerSetNext"를 0으로 설정합니다.
 - 수집이 중지되면 Sequence 설정 번호가 0으로 삭제되고, 수집이 다시 시작되면 Sequence 설정 번호가 0부터 시작하여 Sequencer를 수행합니다.
 - "SequencerMode"를 'On'으로 설정하기 전에 자동 Gain, 자동 Exposure 및 자동 White Balance 기능을 'Off'로 설정하십시오.
 - Sequencer Gain은 아날로그 Gain이 아닌 디지털 Gain만 지원합니다.
- 1) "SequencerConfigurationMode"를 "Off"에서 "On"으로 전환하면 "GainSelector"의 현재 값이 자동으로 디지털 게인으로 변경됩니다.
- 2) "SequencerMode"를 "끄기"에서 "켜기"로 전환하면 "GainSelector"의 현재 값은 자동으로 디지털 Gain으로 변경됩니다.
- 3) "SequencerMode"와 "SequencerConfigurationMode"가 모두 "Off"인 경우, "GainSelector" 기능이 설정 가능한 상태로 복원되며, AnalogAll과 DigitalAll을 선택할 수 있습니다. 자동 Gain 조정 중에는 아날로그 Gain만 조정되고 디지털 Gain은 조정되지 않지만 설정 값은 유효합니다.
 - Sequencer 파라미터는 사용자 설정에 저장할 수 있습니다.
 - Sequencer 파라미터는 파라미터 제한 제거 기능을 지원하지 않습니다.

8.8.3 Sequence 지원 모델

모델	Sequence 지원 기능	최대 Sequence 세트 개수
VZ-400U-M/C528H00 VZ-1600U-M/C227H00 VZ-2MU-M/C168H00 VZ-3MU-M/C125H00 VZ-5MU-M/C79H00 VZ-5MU-M79H00-POL VZ-12MU-M/C32H00 VZ-12MG-M/C9H10	ExposureTime, Gain	8

표 8-7 Sequence 지원 모델 정보

9장. Software Tools

9.1 LUT 생성 툴

9.1.1 GUI

LUT 생성 툴은 뷰웍스 카메라의 모든 시리즈를 지원합니다. 이 플러그인은 VZViewer.exe에 통합되어 있습니다. 이 소프트웨어를 통해 작동하려는 장치를 연 후 메뉴 표시줄 플러그인 목록에서 LUT 생성 툴을 열 수 있습니다. 플러그인을 사용하면 다음 기능을 수행할 수 있습니다.

- 이미지 감마, 밝기 및 대비를 조정합니다.
- 장치에서 저장된 LUT 를 읽습니다.
- 조정된 Lut 을 장치에 씁니다.
- Lut/CSV 파일에서 저장된 Lut 를 읽습니다.
- 조정된 LUT 를 파일에 저장합니다.

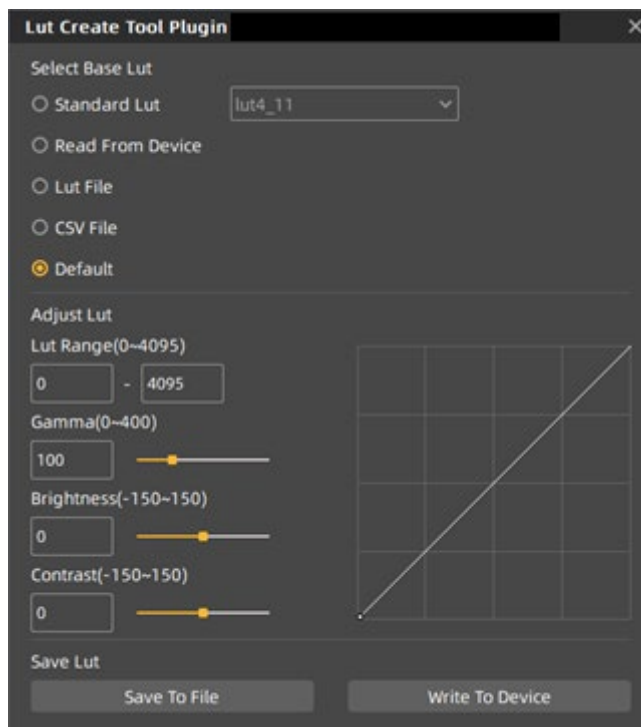


그림 9-1 LUT 생성 툴의 GUI

VZViewer.exe를 통해 장치 및 LUT Create Tool을 연 후 초기 GUI는 그림 9-1과 같습니다. 위젯의 레이아웃 및 기능 설명은 다음과 같습니다.

GUI	설명
Select Base LUT	Standard LUT, Read from Device, LUT File, CSV File 및 Default 옵션을 포함합니다. - Standard LUT: 공장 표준 LUT의 8개 그룹입니다. - Read from Device: 장치에서 읽을 수 있는 LUT입니다. - LUT/CSV 파일: 저장된 값을 읽을 수 있습니다. - Default: 카메라의 기본값입니다.
Adjust LUT	LUT 범위, 감마, 밝기 및 대비를 조정하여 기본 LUT에 효과를 추가합니다.
Save LUT	현재 생성된 LUT를 디바이스에 쓰거나 LUT/CSV 파일로 저장합니다.
Polyline Drawing Area	현재 생성된 LUT를 곡선 형태로 표시합니다.

표 9-1 LUT Create Tool 메뉴

9.1.2 User Guide

User Case

GroupBox를 선택하고 Lut 파라미터를 만족스러운 효과로 조정한 다음, 현재 설정된 파라미터를 저장하고 카메라 전원을 다시 켜고 때 파라미터를 복원하려면 "Write To Device"를 선택해야 합니다. LUT 파라미터는 *UserSet0*에 기록됩니다. 장치의 전원을 다시 켜고 후 GroupBox에서 "Read From Device"를 선택하여 *UserSet0*을 로드하고 파라미터 값을 복원합니다.

장치가 LUT 읽기/쓰기를 지원하지 않거나, 이 터미널을 통해 LUT 효과를 조정한 후 다른 터미널 장치에서 사용할 LUT를 지원하지 않는 경우 "Save To File" 기능을 사용할 수 있습니다. LUT를 조정한 후 "파일에 저장"을 선택하고 저장 형식을 .lut로 선택합니다. 그런 다음 GroupBox에서 다시 "Lut File"을 선택하고 저장된 LUT 파일을 선택하여 파라미터를 복원합니다. 해당 파일을 다른 터미널에 복사하여 읽으시면 여전히 파라미터를 복원하실 수 있습니다.

Select Base LUT

Standard LUT:

Select Base LUT에서 Standard LUT를 선택하면 그림 9-2과 같이 선택적인 표준 LUT 8개 세트가 포함된 드롭다운 목록 상자가 활성화됩니다. 이 8개 값 세트는 공장에서 설정되어 최적의 이미지 효과를 얻을 수 있습니다. 다른 표준 LUT를 선택하면 폴리 라인과 이미지 효과가 변경됩니다.

LUT 범위, 감마, 밝기, 대비 값을 수정하여 원하는 이미지 효과를 추가할 수 있습니다.

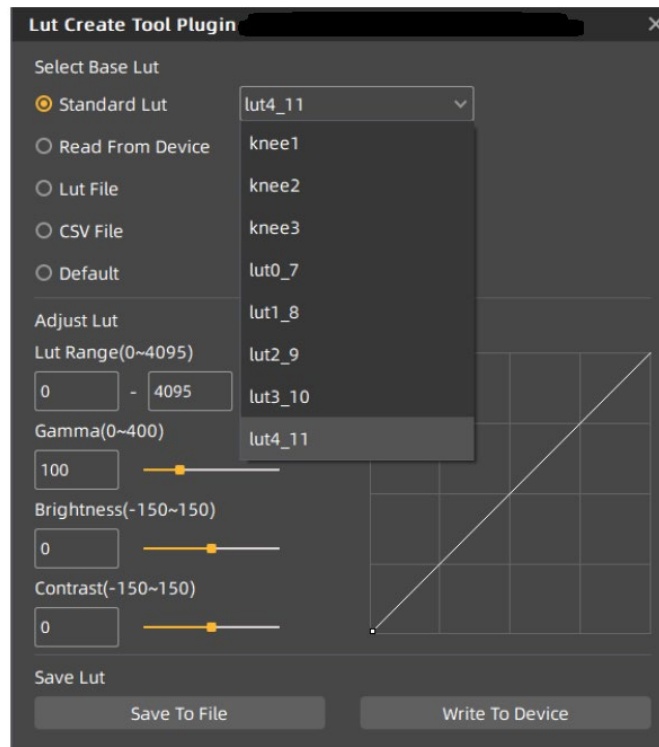


그림 9-2 Standard LUT

Read From device:

Read From device를 선택하면 도구가 자동으로 UserSet0을 로드한 다음 장치에 저장된 LUT를 로드합니다. 장치가 LUTEnable을 지원하는 경우 자동으로 LUTEnable을 true로 설정하여 이미지 효과를 실시간으로 표시합니다. GUI는 그림 9-3와 같습니다.

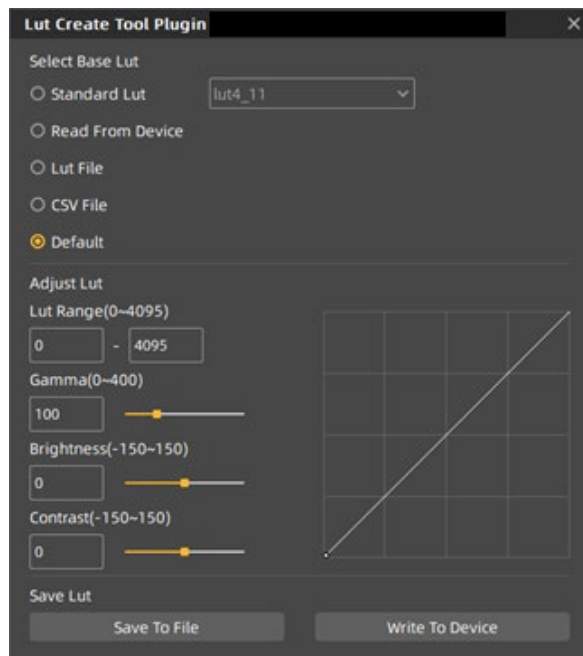


그림 9-3 "Read From Device" 비활성화

"Read From Device"를 선택하면 폴리라인 그래프와 이미지 효과가 장치의 조회 테이블에 업데이트됩니다.

표준 LUT 또는 기본 LUT를 선택하고 "Read From Device"를 선택한 경우, 읽을 때 작성된 파라미터가 GUI에 업데이트됩니다.

예를 들어, 표준 Lut는 Knee2, Lut 범위 입력 0-1023, 감마 입력 110, 밝기 입력 100, 대비 입력 100을 선택하고 "Write To Device"를 선택한 후의 GUI는 그림 9-4에 표시됩니다.

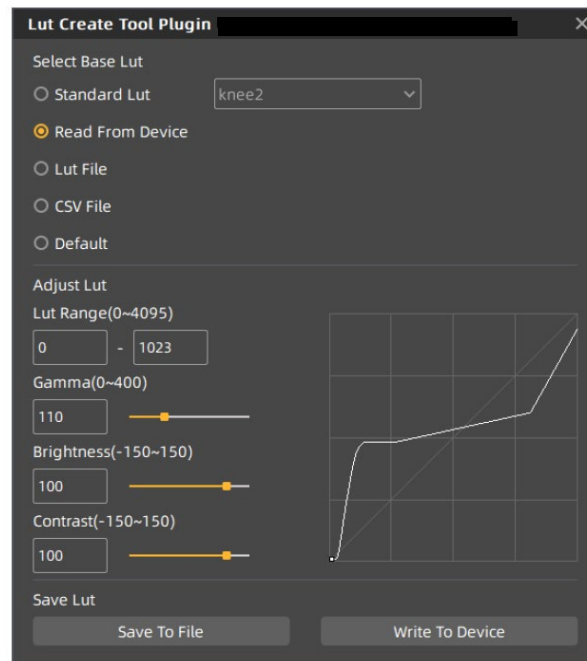


그림 9-4 "Read From Device" 선택

LUT File:

LUT File을 선택하면 파일 선택 대화상자가 나타납니다. Lut 형식의 파일을 선택하고 장치의 풀리라인 다이어그램과 이미지 획득 효과를 업데이트할 수 있습니다. 표준 Lut 또는 기본 Lut를 선택하고 Lut를 자동 생성하는 경우 위젯 인터페이스는 Lut를 저장할 때 저장된 파라미터를 업데이트합니다. 업데이트된 파라미터 값에는 Lut 범위, 감마, 밝기, 대비 및 표준 Lut 드롭에서 선택한 값이 포함됩니다.

CSV File:

CSV File을 선택하면 파일 선택 대화상자가 나타납니다. .csv 형식의 파일을 선택하고 장치의 풀리라인 다이어그램 및 이미지 획득 효과를 업데이트할 수 있습니다. CSV 파일을 선택하면 그림 9-5과 같이 Auto Create Lut의 모든 위젯이 비활성화되고 조정할 수 없습니다.

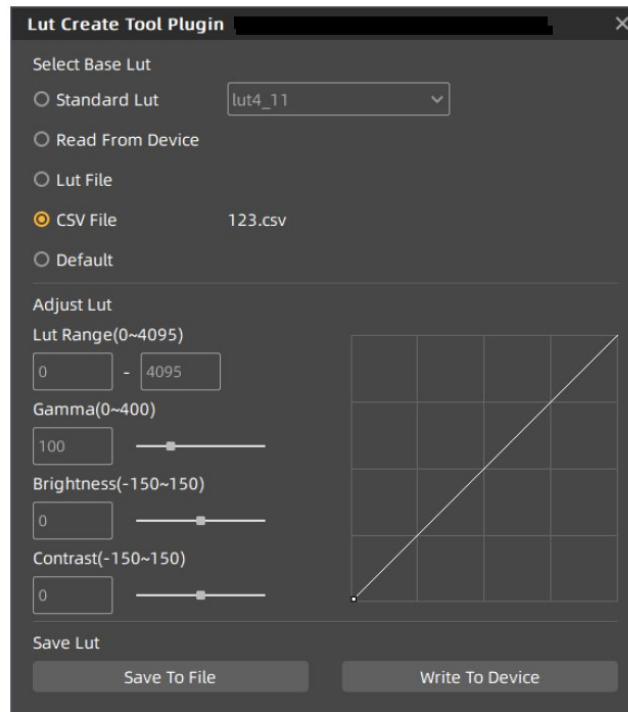


그림 9-5 CSV 파일 선택

CSV 파일은 사용자가 수동으로 수정할 수 있습니다. 현재 csv 저장 형식은 파일 내 각 라인의 첫 번째 셀에 4 byte 단위의 십진수를 저장하며, 각 셀의 숫자 최대값은 4095, 총 4096라인이다. GUI의 폴리라인 그래프는 16개 라인 중 첫 번째 라인 수에 따라 곡선을 업데이트합니다. 수동으로 수정할 때 형식을 따르지 않으면 파일을 읽을 수 없습니다.

기본(Default):

기본 옵션은 공장 출하 시의 Lut 데이터이며, 각 상황에서의 초기값입니다. 다른 상황에서 오류가 발생하면 자동으로 기본값으로 전환됩니다. 기본 폴리라인 그래프는 대각선입니다.

Auto Create Lut

Auto Create Lut에는 최대 Lut 범위(기본값 4095, 범위 0~4095), 최소값(기본값 0, 범위 0~4032), 여기서 Lut 범위의 최대값과 최소값의 차이는 63보다 크거나 같아야 함, 감마(기본값 100, 범위 0~400), 밝기(기본값 0, 범위 -150~150), 대비(기본값 0, 범위 -150~150)의 5가지 파라미터 세트가 있습니다.

GroupBox를 선택한 후 위의 파라미터를 수정하면 생성된 Lut가 장치 Flash에 실시간으로 기록됩니다. 이때 "장치에 쓰기"가 선택되지 않은 경우입니다. 장치의 전원을 끄고 다시 시작하면

수정된 파라미터가 손실됩니다. 생성된 Lut는 "장치에서 읽기"로 복원할 수 없습니다.

GroupBox가 기본 또는 표준 Lut로 선택된 경우 Lut 그룹의 파라미터 값을 조정하여 Lut를 생성하고 lut 파일을 저장하면 파라미터 값이 파일에 함께 저장됩니다. 파일을 다시 읽으면 저장된 사례가 복원됩니다. 장치에 기록하면 카메라는 파라미터를 저장하고 복원합니다.

Save Lut

그룹에는 Save To File와 Write To Device, 파일에 저장 및 장치에 쓰기라는 두 가지 위젯이 포함되어 있습니다.

1. "Save To File"을 선택하면 현재 Lut 데이터를 파일에 저장할 수 있습니다. 저장된 파일에는 Lut와 csv라는 두 가지 형식이 포함되어 있습니다.

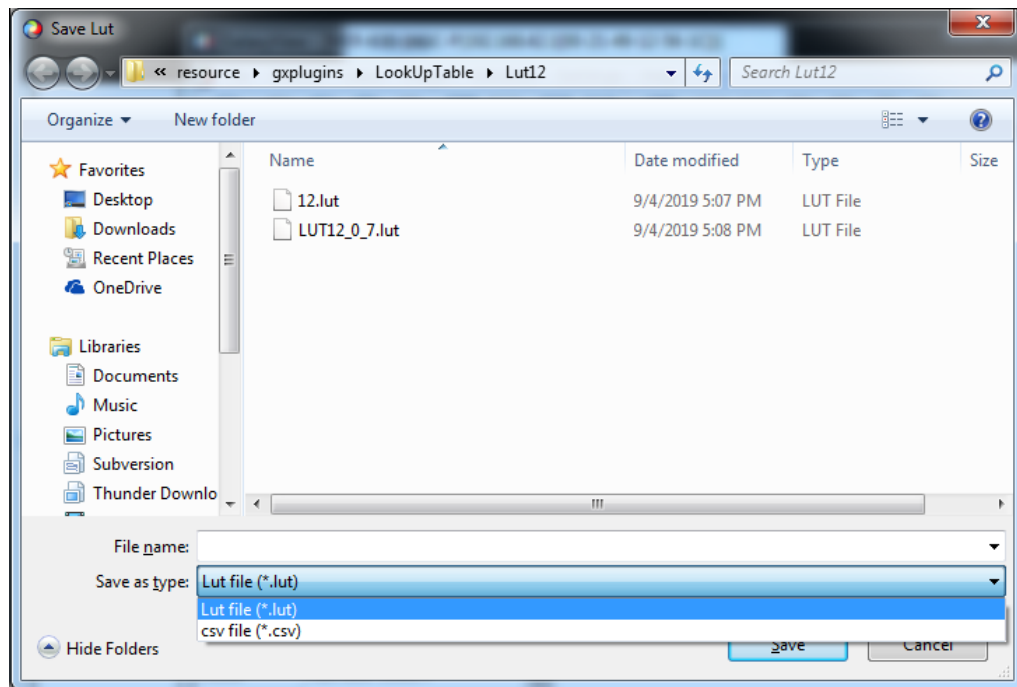


그림 9-6 파일 저장

- 파일 저장 시 저장 유형을 변경할 수 있습니다. 기본 저장 경로는 VZViewer.exe 가 설치된 디렉터리의 ".WresourceWgxpluginsWLookUpTableWLut12"입니다.
2. "Write To Device"를 선택하면 현재 LUT 데이터가 *UserSet0* 에 기록되고 *UserSetDefault*가 *UserSet0* 으로 수정됩니다. 장치에서 다시 읽을 때 *UserSet0* 이 로드됩니다.

Read Lut

플러그인에 의해 저장된 .lut 파일을 읽고 카메라에 설정하는 방법에는 두 가지가 있습니다.

1. 플러그인 사용: Lut 파일을 선택하면 파일 선택 대화상자가 나타납니다. 조회 테이블 파일 (xxx.lut)을 선택할 수 있습니다. Lut 파일 데이터를 카메라에 설정하려면 "Write To Device"를 클릭합니다.
2. API 인터페이스 사용: GxI API 라이브러리 및 DxImageProc 라이브러리의 ReadLutFile 인터페이스를 통해 .lut 파일을 읽고 적절한 카메라에 설정할 수 있는 조회 테이블 형식으로 구문 분석합니다. 구체적인 단계는 다음과 같습니다.
 - a) 조회 테이블의 길이를 구합니다.
 - b) 룩업 테이블의 길이에 따라 해당 크기의 룩업 테이블 버퍼 자원을 적용합니다.
 - c) 조회 테이블 파일(xxx.lut)을 읽고 조회 테이블 버퍼 데이터를 가져옵니다.
 - d) 조회 테이블 버퍼 데이터를 카메라에 설정합니다(LUTEnable이 true인지 확인하세요).
 - e) 현재 조회 테이블 데이터를 UserSet0에 저장하고 UserSetDefault를 UserSet0으로 동기적으로 설정합니다. 장치에서 다시 읽을 때 카메라는 조회 테이블 데이터를 로드합니다.



Note:

API 인터페이스는 C/C++/C#을 지원합니다. 인터페이스 및 예제 프로그램에 대한 자세한 내용은 "C SDK 프로그래밍 참조 매뉴얼", "C++ SDK 프로그래밍 참조 매뉴얼" 또는 "DotNET SDK 프로그래밍 참조 매뉴얼"을 참조하세요.

9.1.3 주의사항

Read From Device

장치에서 읽을 때 UserSet0을 불러오므로 이전에 수정된 장치 기능 정보가 손실됩니다. 따라서 정보는 장치에서 읽기 전에 적시에 저장되어야 합니다.

Write To Device

장치의 전원을 다시 켜 후 전원을 끄기 전에 장치가 효과를 복원하는지 확인하기 위해. 장치에 쓸 때 파라미터 세트는 UserSet0으로 설정되고 UserSetDefault는 UserSet0으로 설정됩니다. 전원을 켜다가 다시 시작한 후 케이스와 플래시의 LUT를 복원하고 싶지 않은 경우 "Write To Device" 기능을 주의해서 사용하시기 바랍니다.

Directory Structure

Lut 및 Auto Creat Lut 읽기/쓰기 시 설치 패키지 디렉터리의 일부 파일에 의존해야 하므로 읽기/쓰기 실패를 방지하기 위해 설치 패키지 디렉터리 구조를 임의로 변경하지 마십시오.

9.2 Flat Field Correction Plugin

ShadingCorrectionTool.plx 은 모든 뷰웍스 카메라를 지원하는 소프트웨어 키트(Kit) 입니다. 플러그인은 VZViewer.exe에 통합되어 있습니다. VZViewer를 통해 장치를 연 후 메뉴 막대 플러그인 목록에서 Static Defect Correction 플러그인을 엽니다. 플러그인을 사용하면 다음 기능을 얻을 수 있습니다.

- 현재 디바이스에서 FFC 를 실행합니다.
- 장치에서 유효성이 검사된 FFC 계수를 가져옵니다.
- 디바이스 전원이 꺼진 후 계수가 손실되지 않도록 준비된 FFC 계수를 디바이스에 기록합니다.
- 결함 픽셀 정보를 파일에 저장합니다.

9.2.1 GUI

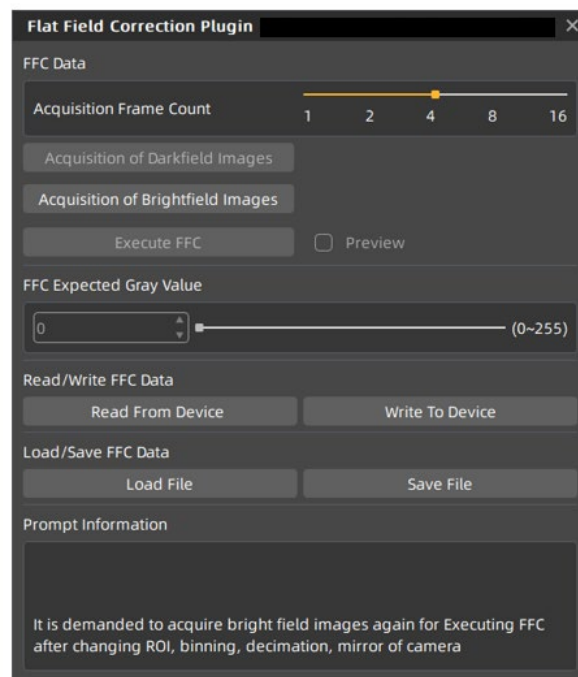


그림 9-7 Static Defect Correction의 GUI

VZViewer.exe를 통해 장치를 열고 Static Defect Correction 플러그인을 연 후 GUI의 초기 상태는 그림 9-7과 같습니다. 플러그인 레이아웃 및 기능 설명은 다음과 같습니다.

No.	Widget	기능
1	Acquisition Frame Count	Bright Field 이미지 획득을 위해 획득한 이미지의 개수
2	Acquisition of Bright Field Images	특정 개수의 Bright Field 이미지를 획득합니다. (필수 작업)
3	Execute FFC	FFC 계수 계산 및 즉시 적용
4	Preview	FFC 전/후 효과 확인 FFC 미리보기 활성화 또는 비활성화
5	Read from Device	장치에서 FFC를 실행하고 보정 계수가 장치에 기록된 경우, 카메라의 전원을 켜면 장치에서 직접 FFC 계수를 읽고 실시간으로 효과를 적용할 수 있습니다.
6	Write to Device	계산된 FFC 계수를 장치에 기록하여, 전원이 꺼졌을 때 계수 손실을 방지합니다.
7	Load File	파일에서 FFC 계수를 로드하여 즉시 적용 가능
8	Save File	계산된 FFC 계수를 파일에 저장합니다. 나중에 계수를 사용할 때 파일에서 직접 로드할 수 있습니다.
9	Prompt Information	FFC 실행 시 실행 상태 및 오류 메시지를 표시합니다.
10	Default prompt message	카메라의 ROI, Binning, Decimation, Mirror를 변경한 후 FFC 실행을 위해 다시 Bright Field 이미지를 획득해야 합니다. 프롬프트 메시지는 항상 GUI에 표시됩니다.

표 9-2 Static Defect Correction 플러그인의 기능 설명

9.2.2 User Guide

FCC 실행 단계

1. 획득 프레임 수를 설정합니다. 필요한 작업이 아닙니다. 2단계로 바로 건너뛴 수 있습니다. 자세한 내용은 8.4.6장에 안내된 <계수 읽기/저장>을 참조하세요.
2. 명시야 이미지를 획득하기 전에 렌즈를 백지나 평면 형광등에 정렬해야 합니다.
3. 명시야 이미지 획득을 시작합니다. 명시야 이미지 획득에 대한 자세한 내용은 8.4.6장에 안내된 <계수 읽기/저장>을 참조하세요.
4. "FFC 실행"을 클릭하여 수정을 완료합니다.
5. 미리보기 기능을 통해 FFC 전후의 효과를 확인할 수 있습니다.
6. 보정 계수(획득 프레임 수 포함)를 장치에 쓰거나 나중에 사용할 수 있도록 파일에 저장할 수 있습니다.

명시야 이미지 획득 단계

1. 장치가 획득 중지 모드에 있을 때 "명시야 이미지 획득"을 클릭하면 이미지가 VZViewer 획득 GUI에 표시됩니다.
2. 장치가 획득 모드에 있을 때 "명시야 이미지 획득"을 클릭하여 명시야 이미지 획득을 완료합니다.
3. 획득된 명시야 이미지 수는 획득 프레임 수와 관련이 있습니다. 예를 들어 Acquisition Frame Count를 4로 설정한 경우 "Acquiring of Brightfield Image"를 클릭하면 FFC 계산을 위해 이미지가 획득됩니다.
4. 획득한 명시야 이미지의 밝기가 20 미만인 경우 프롬프트 상자에 "명시야 이미지가 너무 어둡습니다. 이는 플랫 필드 보정 효과에 영향을 미칩니다. 20에서 이미지의 밝기를 조정하는 것이 좋습니다. 20-250" 범위에서 명시야 이미지를 다시 획득합니다.
5. 획득한 명시야 이미지의 밝기가 250보다 큰 경우 프롬프트 상자에 "명시야 이미지가 너무 밝습니다. 이는 플랫 필드 보정 효과에 영향을 미칩니다. 250에서 이미지의 밝기를 조정하는 것이 좋습니다. 20-250" 범위에서 명시야 이미지를 다시 획득합니다.



Caution!

" Acquisition Frame Count "를 크게 설정할수록 명시야 이미지를 획득하는 데 시간이 더 오래 걸립니다. 컬러 카메라가 명시야 이미지를 획득할 때 화이트 밸런스가 이루어지지 않은 경우 FFC 이후의 이미지는 화이트 밸런스 효과가 적용된 이미지입니다.

FFC 실행

1. "Execute FFC"를 클릭하여 FFC 요소를 계산하고 실시간으로 적용되도록 장치에 설정합니다. 요소가 장치에 기록되지 않으면 장치 전원이 꺼질 때 요소가 손실되며, FFC를 다시 작성해야 합니다.
2. FFC 요소를 계산하고 실시간으로 적용되도록 장치에 설정하려면 "Execute FFC"를 클릭하십시오. 요소가 장치에 기록되지 않으면 장치 전원이 꺼질 때 요소가 손실됩니다. 그리고 FFC를 다시 작성해야 합니다.
3. FFC가 완료되면 미리보기 위젯이 적용됩니다. 미리보기 기능을 사용하여 FFC 전후의 효과를 확인할 수 있습니다.

장치에서 FFC 데이터 읽기/장치에 FFC 데이터 쓰기

1. 장치에서 FFC 데이터를 읽거나 FFC 데이터를 장치에 쓸 때 FFC는 기본적으로 활성화됩니다. 장치에서 읽기가 성공한 후 FFC가 실시간으로 적용됩니다.
2. 장치에 쓸 때 사용자 세트가 저장되고 시작 사용자 세트는 userset0으로 설정됩니다.

파일에서 FFC 데이터 로드/파일에 FFC 데이터 저장

1. 파일에서 FFC 데이터를 로드하거나 FFC 데이터를 파일에 저장할 때 FFC가 기본적으로 활성화됩니다. 장치에서 읽기가 성공한 후 FFC가 실시간으로 적용됩니다.
2. 파일에서 FFC 데이터를 로드하거나 FFC 데이터를 파일에 저장할 때 기본 파일 경로는 \\Vieworks\\VZseriesSDK\\Demo\\Win64\\resource\\gxplugins\\FlatFieldCorrection 입니다.



Caution!

파일에서 로드할 때 .ffc 형식의 파일만 열 수 있습니다.

9.2.3 주의사항

FFC는 지원되지 않습니다

장치가 FFC를 지원하지 않으면 FFC 플러그인의 모든 위젯이 비활성화됩니다. 프롬프트 상자는 장치가 FFC를 지원하지 않음을 나타냅니다. 따라서 이 장치에는 FFC를 사용할 수 없습니다.

Preview

명시야 이미지를 획득할 때 미리보기 위젯이 회색으로 표시되어 미리 볼 수 없습니다.

9.3 고정형 결함들을 수정하는 플러그인(Static Defect Correction Plugin)

Static Defect Correction 플러그인은 모든 뷰웍스 카메라를 지원합니다. 플러그인은 VZViewer.exe에 통합되어 있습니다. VZViewer를 통해 장치를 연 후 메뉴 막대 플러그인 목록에서 Static Defect Correction 플러그인을 엽니다. 플러그인을 사용하면 다음 기능을 얻을 수 있습니다.

- 현재 기기 이미지에서 Bright dark 와 and Actual scene 등과 같은 불량 픽셀을 분석합니다.
- 이미지의 정지 Defect 수정을 실행합니다.
- 결함 픽셀 정보를 장치에 저장합니다. (Static Defect Correction 을 지원하는 카메라)
- 결함 픽셀 정보를 파일에 저장합니다.

화면 이미지 (예)

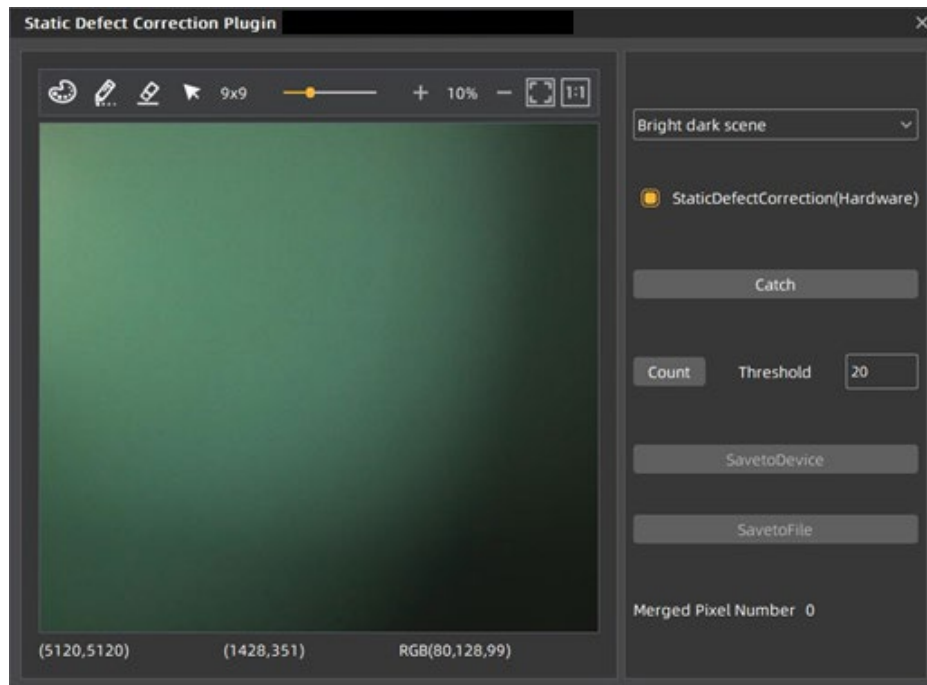


그림 9-8 Static Defect Correction의 GUI

VZViewer.exe를 통해 장치를 열고 Static Defect Correction 플러그인을 연 후 GUI의 초기 상태는 그림 9-8과 같습니다. 플러그인 레이아웃 및 기능 설명은 다음과 같습니다.

No.	Widget	기능
1	Catch	이미지를 획득하여 결함 픽셀 및 노이즈 지점의 위치를 분석
2	Threshold	결함 픽셀 및 노이즈 포인트 판단을 위한 임계값 설정
3	Bright dark scene	결함 픽셀 수를 계산
4	Actual scene	노이즈 포인트 계산
5	Count	결함 픽셀과 노이즈 포인트의 위치를 계산
6	StaticDefectCorrection (Hardware)	정적 결함 수정 수행 여부를 선택.
7	SavetoDevice	결함 픽셀 정보를 장치에 저장
8	SavetoFile	결함 픽셀 정보를 파일로 저장
9	Image display area	이미지를 표시. 결함 픽셀과 노이즈 포인트를 계산한 후 표시된 이미지에 결함/노이즈 픽셀의 위치가 표시
10	Merged pixel number	결함 픽셀의 개수 표시
11		병합된 픽셀의 색상 변경하기
12		이미지에 결함 수동으로 표시
13		이미지에서 병합된 원본 픽셀 지우기
14		마우스 방향을 화살표로 설정
15		병합된 픽셀의 크기 변경하기
16		확대
17		축소
18		현재 이미지
19		현재 이미지 100% 표시

표 9-3 Static Defect Correction 플러그인의 기능 설명

[Image] ‘Catch’ 버튼을 통해 이미지를 캡처하고 플러그인 중앙의 흰색 영역에 표시합니다. 캡처된 이미지는 결함 픽셀/노이즈 포인트의 위치를 분석하는 데 사용됩니다.

[Defect pixel analysis] 사용자가 임계값을 설정하고 결함 픽셀의 종류를 선택해 처리할 결함 픽셀의 범위를 결정합니다. “카운트” 버튼을 클릭하면 플러그인이 현재 이미지에서 결함 픽셀/노이즈 포인트의 위치를 분석하여 이미지에 결함 픽셀의 위치를 빨간색으로 표시합니다. 병합된 픽셀 번호는 상태 표시줄에 표시됩니다.

현재 장치가 정적 결함 픽셀 보정 기능을 지원하며 병합된 픽셀 번호가 장치가 지원하는 숫자 8192보다 작은 경우, 결함 픽셀 정보가 디바이스의 플래시에 기록됩니다.

[Operation] Static Defect Correction은 하드웨어 또는 소프트웨어로 수행할 수 있습니다. 현재 디바이스가 Static Defect Correction을 지원하고 병합된 픽셀 수가 8192 미만인 경우 하드웨어로 Static Defect Correction을 수행하는 것이 좋으며, 그렇지 않은 경우 소프트웨어를 통해 실행할 수 있습니다. 사용자가 Static Defect Correction 확인란을 선택하면 VZViewer에 표시되는 이미지는 Static Defect Correction을 수행한 후의 이미지입니다.

"SavetoDevice" 버튼을 클릭하면 결함 픽셀 정보를 장치의 플래시에 저장할 수 있습니다. "SavetoFile" 버튼을 클릭하면 결함 픽셀 정보를 .dp 또는 .csv 파일로 저장할 수 있습니다.

[Image display area] 이미지와 결함 픽셀/노이즈 포인트의 위치를 표시합니다.

[Status bar] 결함 픽셀 번호/노이즈 포인트 번호/병합 픽셀 번호를 표시합니다.

9.3.1 Static Defect Correction 작업 순서

1. "Catch"를 클릭하여 이미지를 캡처하십시오. 자세한 내용은 "이미지 획득"을 참고하십시오.
2. 결함 픽셀의 범위를 결정하기 위한 임계값을 설정합니다.
3. "Bright dark scene" 또는 "Actual scene"을 확인하여 결함 픽셀 유형을 선택합니다.
4. "Count"를 클릭하여 결함 픽셀 분석을 완료합니다. 이미지의 결함 픽셀 위치가 표시되어 상태 표시줄에 표시됩니다.
5. 정적 결함 수정을 실행하려면 "StaticDefectCorrection"을 선택하세요.
6. 장치가 정적 결함 수정을 지원하고 병합된 숫자가 8192 미만인 경우, 사용자는 "Save to Device"을 통해 결함 픽셀 정보의 통계를 장치에 쓸 수 있으며 전원을 끈 후 다시 시작한 후에도 해당 데이터는 유효합니다.
7. 사용자는 "Save to File"을 클릭하여 결함 픽셀 정보의 통계를 파일에 저장할 수 있습니다. 자세한 내용은 "결함 데이터 파일의 사용 방법"을 참조하십시오.

9.3.2 이미지 획득

- 장치가 획득 중지 모드에 있을 때 "Catch"를 클릭하면 이미지가 VZViewer 획득 GUI에 표시됩니다.
- 장치가 획득 모드에 있을 때 "Catch"를 클릭하여 이미지 획득을 완료합니다.
- 결함 픽셀 수를 계산할 때 균일한 계조로 이미지를 획득해야 합니다. 예를 들어, 어두운 결함 픽셀을 검출할 때는 명시야 이미지를 사용하고, 밝은 결함 픽셀을 검출할 때는 암시야 이미지를 사용합니다.
- 임계값이 고정되면 결함 픽셀 수는 노출 시간과 Gain의 영향을 받습니다. 노출 시간과 Gain의 값이 클수록 결함 픽셀의 수가 많아집니다.
- 최대 해상도 이하에서 장치가 계산한 결함 픽셀은 모든 ROI 이미지에 적용됩니다. ROI의 장치에서 계산된 결함 픽셀은 ROI의 이미지에만 적용됩니다.
- 이미지 크기 조정 작업을 수행하면 현재 이미지 크기 조정 비율이 표시됩니다.
- 현재 이미지의 너비와 높이, 마우스 위치의 픽셀 좌표, 마우스 위치의 RGB 값이 상태 표시줄에 표시됩니다.
- 를 클릭하여 수동 마크 색상을 선택합니다.
- 를 클릭하고 마우스 제스처를 연필로 설정하여 이미지의 결함을 표시합니다.
- 를 클릭하여 이미지에서 병합된 원본 픽셀을 삭제합니다.
- 를 클릭하여 이미지를 확대합니다.
- 를 클릭하여 이미지를 축소합니다.
- 를 클릭하여 현재 이미지를 적응형으로 표시합니다.
- 를 클릭하여 이미지를 100% 표시합니다.
- 이미지 크기 조정 작업을 수행할 때 현재 이미지 크기 조정 비율이 표시됩니다.
- 현재 이미지 너비와 높이, 마우스 위치의 픽셀 좌표, 마우스 위치의 RGB 값이 상태바에 표시됩니다.

9.3.3 Static Defect Correction

- "StaticDefectCorrection"은 "StaticDefectCorrection(소프트웨어)"와 "StaticDefectCorrection(하드웨어)"로 구분됩니다.
- 장치가 정적 결함 수정을 수행할 때 플러그인은 정적 결함 수정을 구현하기 위해 하드웨어에 우선 순위를 부여하며, 이는 "StaticDefectCorrection(하드웨어)"로 표시되고, 그렇지 않으면 "StaticDefectCorrection(소프트웨어)"로 표시됩니다.
- 정적 결함 수정을 수행하는 장치의 조건은 해당 장치가 정적 결함 수정 기능을 지원하고 결함 픽셀 수가 8192 개 미만이어야 합니다.
- 장치가 획득 모드에 있을 때 사용자는 "정적 결함 수정"을 선택하거나 선택 취소하여 수정 결과를 확인할 수 있습니다.



Note:

장치가 고정형 데드 픽셀 보정(Static Dead Pixel Correction)을 수행할 때 일시적으로 왼쪽 및 오른쪽 경계에서 데드 픽셀을 제거할 수 없습니다. 흑백 카메라는 경계에서 3픽셀 떨어져 있고, 컬러 카메라는 경계에서 6픽셀 떨어져 있습니다.

9.3.4 결함 데이터 파일의 사용 방법

- 결함 픽셀 데이터 파일의 형식은 ".dp"와 ".csv"이며 기본 저장 경로는 설치 패키지 디렉터리에 있습니다.
`WViewworksWVZseriesSDKWDemoWWin64WresourceWgxpluginsWDefectPixelCorrection;`
- SDK를 사용하여 정적 결함 수정 기능을 구현해야 하는 경우 저장된 결함 픽셀 데이터 파일을 읽고 이미지 처리 라이브러리의 기능인 `DxStaticDefectPixelCorrection`을 호출하여 이미지의 정적 결함 수정을 실현할 수 있습니다.

9.4 프레임 속도 계산 도구

프레임 속도 계산 도구는 현재 Excel 형식으로 제공됩니다. 사용 시 먼저 표에서 카메라 모델을 선택한 다음 카메라 파라미터를 수정하여 예상 프레임 속도를 달성하세요. 이미지 판독 시간 (이미지 너비, 이미지 높이, 픽셀 형식), 노출 시간, 획득 프레임 속도 제어 및 장치 링크 처리량 제한을 포함하여 4가지 주요 유형의 영향 요인이 있습니다.

Width	2448
Height	2048
BinningHorizontal	1
BinningVertical	1
DecimationHorizontal	1
DecimationVertical	1
ExposureTime(us)	10000
PixelFormat(8/10)	8
DeviceLinkThroughputLimit(Bps)	300000000
MaxUSBControllerThroughput(Bps)	380000000
AcquisitionFrameRateMode	off
AcquisitionFrameRate	79.1
FPS	59.83

그림 9-9 프레임 속도 계산 도구

9.4.1 테이블 파라미터

- 1) Width와 Height는 설정된 ROI 크기입니다.
- 2) BinningHorizontal, BinningVertical, DecimationHorizontal 및 DecimationVertical에 대한 자세한 내용은 <8.3.10 Binning> 및 <8.3.11 Decimation>을 참조하세요. 이 4개의 파라미터는 이미지 데이터의 전송 시간에 영향을 미칩니다.
- 3) ExposureTime은 카메라가 영상의 한 프레임을 획득할 때의 노출 시간입니다.
- 4) PixelFormat은 카메라 출력 이미지에 해당하는 픽셀 형식으로 8비트, 10비트 또는 12비트를 포함합니다.
- 5) DeviceLinkThroughputLimit은 카메라가 전송하는 이미지의 최대 대역폭을 나타냅니다.
- 6) MaxUSBControllerThroughputLimit은 카메라의 권장 최대 전송 대역폭을 나타냅니다. 이 값을 초과하면 프레임 손실이 발생할 수 있습니다.
- 7) AcquisitionFrameRate는 AcquisitionFrameRateMode가 On으로 설정된 경우 프레임 속도 제어의 최대값을 나타내며, 최대값에 도달할 수 있는지 여부는 카메라가 다른 획득 파라미터의 영향을 받는지 여부에 따라 달라집니다.
- 8) AcquisitionFrameRateMode는 프레임 속도 제어가 활성화되었는지 여부를 나타내고, On은 프레임 속도 제어가 활성화되었음을 의미하며, Off는 프레임 속도 제어가 비활성화되었음을 의미합니다. 프레임 속도 제어가 활성화되면 카메라는 AcquisitionFrameRate보다 높지 않은 프레임 속도로 이미지를 획득합니다. 프레임 속도 제어가 비활성화되면 카메라는 AcquisitionFrameRate의 영향을 받지 않고 이미지를 획득합니다.

프레임 속도 계산 도구를 사용할 때 위의 카메라 정보를 해당 표에 입력하십시오. 채워진 값이 범위를 초과하거나 규칙을 준수하지 않으면 계산 도구에서 오류를 보고합니다. 프롬프트 정보에 따라 값을 다시 수정하고 입력하십시오. 모든 파라미터가 올바르게 입력되면 표의 마지막 열에 표시된 FPS는 현재 카메라가 획득하는 이론적인 프레임 속도이며 일반적으로 이 값과 카메라가 획득하는 실제 프레임 속도 간의 오차는 1% 이하입니다.

10장.FAQ

No.	문의	해결 방안
1	정품 인증되지 않은 Windows 7 64bit에서 VZseries SDK 설치 는 성공적으로 마쳤으나, 데모 프로그램이 열리지 않습니다.	Windows 7 64bit 시스템을 활성화하고 패키지를 제거합니다. 이후 시스템을 다시 시작한 후 패키지를 설치하고 데모 프로 그램을 다시 열어 보십시오.
2	카메라가 나열되지 않습니다.	1. 네트워크가 연결되어 있는지 확인하십시오. 2. 반복해서 조회해 보십시오. 3. 호스트 IP 주소를 수정하고 다시 한번 조회하십시오. 4. 호스트 IP 주소가 카메라와 동일하지 않은지 확인하십시오.
3	장치를 열지 못했습니다. "XML 로드 실패"가 표시됩니다.	업그레이드 프로그램을 설치하려면 기술 지원부서에 문의한 후 카메라를 업그레이드하십시오.
4	장치를 열지 못했습니다. "장치 가 열렸습니다"가 표시됩니다.	구성 페이지에서 데이터 차단 시간 초과 설정을 확인하고, 이미지 데이터가 수신될 때까지 Timeout 설정을 조정합니다.
5	장치를 열지 못했습니다. "이 장 치는 USB3.0 포트에서만 작동 할 수 있습니다" 라는 메시지가 표시됩니다.	카메라가 USB2.0 포트 또는 USB2.0 HUB에 연결되어 있는지 확인하십시오. 카메라를 USB3.0 포트에 연결하십시오.
6	획득 시작 후 이미지가 없습니 다.	1. 기본 매개변수 세트를 로드한 다음, 데모를 다시 열고, AcquisitionStart 명령을 다시 실행한 후 프레임 속도를 확인하십시오. 2. 데모를 열고 스트림 기능 페이지로 전환한 다음, StreamTransferNumberUrb 수를 10으로 줄입니다. 그런 다 음 AcquisitionStart 명령을 다시 실행하고 프레임 속도를 확인하십시오. 3. 데모를 열고 스트림 기능 페이지로 전환하여 통계 정보를 확인하고 패킷이 수신되었는지 확인합니다. 불완전한 프레 임이 있는 경우 섹션 2.4를 참조하세요.
7	프레임 속도가 공칭 값에 미치 지 못합니다.	1. 고성능 PC로 교체하십시오. 2. Intel 호스트 컨트롤러 사용을 권장합니다. 3. 메인보드가 PCI-E2.0 이상을 지원하는지 확인하십시오. 4. 기타 문의사항이 있으시면 연락주시기 바랍니다.
8	여러 대의 카메라를 사용하는 경우 프레임이 심각하게 손실됩 니다.	1. 카메라의 대역폭은 호스트 컨트롤러의 대역폭보다 큼니다. DeviceLinkThroughputLimit 기능을 통해 대역폭을 줄일 수 있습니다. 2. 카메라를 호스트 컨트롤러에 별도로 연결하십시오.
9	Advantech AHS-1440 IPC에서 카메라가 충돌합니다.	AMD USB 컨트롤러의 드라이버 버전이 2.20 이상인지 확인하 십시오.

VIEWWORKS

Viewworks Co., Ltd.

본사

14055

경기도 안양시 동안구 부림로 170번길 41-3 (관양동)

전화: +82-70-7011-6161

팩스: +82-31-386-8631

홈페이지: <http://www.vision.viewworks.com>

E-mail: vision@viewworks.com

화성사업장

18514

경기도 화성시 정남면 정남산단 2길 25-7, (주)뷰웍스 화성사업장

전화: +82-70-7011-6161
